

Impianto fotovoltaico con agricoltura integrata “La Cipollona” Comune di Pozzolo Formigaro (AL)

Proponente



Renantis Italia S.r.l.

c/o Copernico Milano Martesana
Viale Monza, 259, 20126 Milano
www.renantis.com – tel. 0224331
Cap. Soc. € 10.000 int.vers. .
Sede legale: Corso Italia, 3, 20122 Milano



RELAZIONE GEOLOGICA

Progettista



Tiemes Srl

Via Riccardo Galli, 9 – 20148 Milano
tel. 024983104/ fax. 0249631510
www.tiemes.it

0	29/09/2023	Prima emissione	LM	VDA	
Rev.	Data emiss	Descrizione	Preparato	Approvato	
Origine File: “21042.PZZ.SA.R.06.00 – Relazione geologica.docx”		CODICE ELABORATO			
		Commessa	Proc.	Tipo doc	Num
		21042 PZZ	SA	R	06
		Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden			

INDICE

1	Premessa	3
2	Scopo	4
3	Proponente	5
4	Caratterizzazione geologica	6
4.1	Inquadramento geografico e conformità alla pianificazione	6
4.1.1	Inquadramento geografico	6
4.1.2	Conformità geologica alla pianificazione territoriale	7
4.2	Caratterizzazione del volume geologico significativo	10
4.2.1	Rilievi di campagna.....	10
4.2.2	Caratteristiche meteo-climatiche.....	10
4.2.3	Caratteristiche geomorfologiche e idrologiche	13
4.2.4	Caratteristiche granulometriche del terreno e uso del suolo	15
4.2.5	Caratteristiche geo-litologiche	15
4.2.6	Caratteristiche idrogeologiche	17
4.2.7	Caratteristiche tettoniche.....	26
4.2.8	Pericolosità geologica e geomorfologica	27
4.3	Allegati cartografici	28
4.3.1	Carta geomorfologica.....	28
4.3.2	Carta geologica.....	30
5	Caratterizzazione geotecnica	31
5.1	Considerazioni geologico – tecniche sulle scelte progettuali	31
5.2	Programma e risultati delle indagini	31
5.3	Caratterizzazione e modellazione geotecnica	31
5.3.1	Modello geotecnico del sottosuolo.....	32
5.4	Analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere.....	33
5.5	Scavi e riporti	33
5.6	Piano di controllo e monitoraggio	34
6	Caratterizzazione sismica	35
6.1	Risposta sismica locale (RSL) e rischio sismico	35
6.2	Azione Sismica (Ordinanza D.M. del 17/01/2018).....	39
7	CONCLUSIONI	45

1 Premessa

La società Renantis Italia Srl, d'ora in avanti il proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica in area agricola all'interno del comune di Pozzolo Formigaro (AL), che si configura come area idonea ai sensi del D. Lgs. dell'8 novembre 2021, n. 199, art. 20, comma 8, lettera c-ter punto 1 e 3, in quanto ricade in parte entro i 500 metri da zona di cava e in parte entro i 300 metri dalla sede autostradale, come evidenziato alle tavole “21042.PZZ.SA.T.06.00 - Inquadramento su aree idonee let.c-ter”.

L'impianto fotovoltaico con agricoltura integrata denominato “La Cipollona” avrà una potenza elettrica di picco pari a 46'845,00 kW e sarà installato sui seguenti terreni agricoli, individuati al N.C.T. del comune di Pozzolo Formigaro:

- Foglio 2, particelle 27, 28, 43, 45, 46, 47, 52, 53, 60, 74, 78, 81, 120, 176, 181, 183 per circa 29,1 ha;
- Foglio 4, particelle 40, 49, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 162, 180, 194, 196, 198, 199, 202, 203, 206, 207, 208, 239, per circa 27 ha;
- Foglio 6, particelle 3, 38, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 259, 261, 263, 71, 199, 73, 74, 75, 196, per circa 11,9 ha.

La componente fotovoltaica verrà integrata da un progetto agricolo che prevede la piantumazione di un nocciolo intensivo multi-varietale unitamente alla costituzione di un prato stabile impiegato come cover crops durante tutto l'anno.

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10'000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i.

La Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata dal gestore della rete di trasmissione Terna prevede che la centrale fotovoltaica venga collegata in antenna a 36 kV su nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 220/132/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 220 kV “Casanova – Vignole Borbera”, alla linea RTN a 220 kV “Italsider Novi – Vignole Borbera”; alla linea RTN a 132 kV “Aulara – Frugarolo”; alla linea RTN a 132 kV “Sezzadio – Spinetta Centrale”

Le opere progettuali sono sintetizzate nel seguente elenco:

- Impianto fotovoltaico composto da 74'952 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, 1'653 inseguitori solari monoassiali del tipo “double-portrait”, 12 power station (unità di conversione c.c./c.a. e trasformazione BT/36 kV), cabine di smistamento, cabine ausiliari, distribuzione dei cavidotti interrati in c.c. (fino a 1'500 V) e c.a. (a 36 kV);
- impianto di rete, consistente in una nuova SE a 220 kV della RTN da inserire in entra-esce alle linee RTN “Casanova – Vignole Borbera” a 220 kV, “Italsider Novi – Vignole Borbera” a 220 kV, “Aulara – Frugarolo” a 132 kV e “Sezzadio – Spinetta” a 132 kV.
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto a 36 kV interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti in antenna per il collegamento della centrale sulla nuova Stazione Elettrica.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente “Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l’11 dicembre 1997” e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità” e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti.

2 Scopo

La presente Relazione, parte integrante del PROGETTO DEFINITIVO un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica, in area agricola, all’interno del Comune di Pozzolo Formigaro (AL), è stata elaborata dalla Dott. Geol. Laura Marchetti, presso il suo Studio Tecnico, con sede a Basaluzzo (AL), via Novi n. 70/A.

L’elaborato è conforme all’Art. 26, comma 1, lett. a, e 35 del D.P.R. 05/10/2010 n. 207 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17/01/2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - D.M. del Ministero Lavori Pubblici 12/12/1985 “Norme tecniche relative alle tubazioni” - D.M. del Ministero Lavori Pubblici 11/3/1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce” e al D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni” (NTC-2018).

In base a tale normativa, il documento contiene:

- la caratterizzazione geologica con la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità geologica dell’area di studio;
- la caratterizzazione geotecnica con il modello geotecnico, la descrizione delle fasi e le modalità costruttive,
- la caratterizzazione sismica con la valutazione del rischio sismico e dell’azione sismica.

I dati geologici sono stati ricavati da indagini dirette in sito, quali il rilevamento geologico e le indagini geognostiche condotte, nel mese di agosto 2023, dal Dott. Geol. Cavalli oltre allo studio dei dati bibliografici e di pubblicazioni esistenti in materia.

In particolare, per una completa raccolta dei dati sull’area in oggetto, sono stati consultati:

- il Piano Regolatore del Comune di Pozzolo Formigaro;
- la Carta dei Suoli della Regione Piemonte;
- il Progetto di Piano di Bacino del fiume Po;
- il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale;
- il Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte;
- il Foglio n° 70 “Alessandria” della Carta Geologica d’Italia (scala 1:100.000) e le relative Note Illustrative;
- le informazioni tecniche disponibili in rete.

3 Proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è Renantis Italia S.r.l., operatore internazionale nel campo delle energie rinnovabili, attivo nello sviluppo, nella progettazione, realizzazione e gestione di impianti di produzione di energia pulita. Fornisce, inoltre, servizi altamente specializzati di gestione energetica, sia a produttori sia a consumatori di energia, sfruttando la propria esperienza anche per la gestione tecnico-amministrativa di impianti di terzi.

Renantis nasce nel 2002 come Actelios SpA, la cui missione principale è la produzione di energia pulita. La società decide di investire in modo pionieristico nelle rinnovabili, specialmente nel Regno Unito. Fin dagli esordi il modello di investimento è virtuoso e le comunità locali partecipano in minima parte all'investimento, beneficiando degli utili dell'impianto. Oggi la crescita della Società è sostenuta da fondi infrastrutturali di cui JP Morgan è advisor, che assicurano prospettive di stabilità e una visione a lungo termine.

Il Gruppo Renantis è presente in Italia, Regno Unito, Francia, Spagna, Norvegia, Svezia e Stati Uniti, per un totale di 1420 MW installati principalmente da fonte eolica e fotovoltaica. In Italia ha una capacità installata di 354 MW con numerosi impianti in diverse Regioni italiane, tra cui vanno ricordati l'impianto eolico più grande del nostro Paese a Buddusò in Sardegna (138 MW) e l'impianto di San Sostene in Calabria (79,5 MW).

La sostenibilità permea ogni decisione della Società e del processo aziendale e ricalca l'impegno verso un futuro decarbonizzato e l'attenzione al contesto in costante evoluzione. Tutto lo sviluppo ruota intorno al concetto di partnership con i proprietari dei terreni, con le comunità locali che vivono vicino agli impianti, con le aziende del territorio e con gli amministratori pubblici, garantendo a ciascuna di queste controparti rispetto, ascolto ed impegno.

4 Caratterizzazione geologica

4.1 Inquadramento geografico e conformità alla pianificazione

4.1.1 Inquadramento geografico

L'area di progetto dell'impianto fotovoltaico è situata settore nord-est del territorio comunale di Pozzolo Formigaro, è suddivisa in due lotti: il primo, ad est, è a cavallo del Raccordo Autostradale A26, il secondo, ad ovest, è tra la Strade dei Bandetti e il Raccordo Autostradale.

L'area è a destinazione produttivo terziaria, ancorché oggi utilizzata per coltivazioni cerealicole: il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto esteso su due superfici, di cui una di 24 ettari circa e l'altra di 41 ha circa.

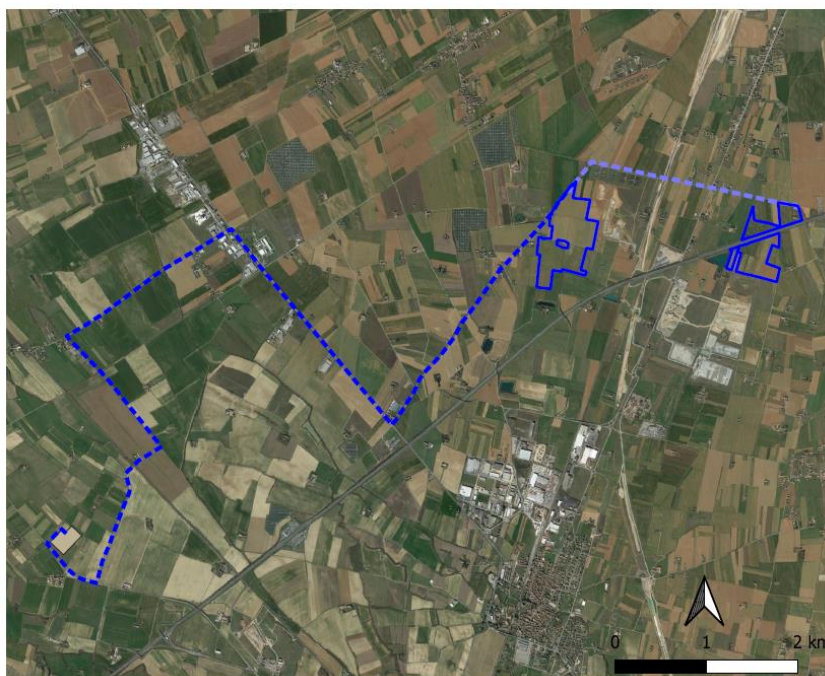
La centrale fotovoltaica sarà connessa ad una nuova Stazione Elettrica di Terna di trasformazione 220/132/36 kV denominata "Mandrino" e situata in area agricola nel comune di Bosco Marengo.

L'area di studio è compresa nella cartografia ufficiale nella sezione 177_140 della Carta Tecnica Regionale della Regione Piemonte, alla scala 1: 10.000.

Le coordinate WGS 84 del baricentro dei due lotti del progetto dei pannelli fotovoltaici sono:

- Lat. 44.829621°; Lon. 8.787042°
- Lat. 44.829442°; Lon. 8.814288°

La quota indicativa è di 148 m s.l.m.



Legenda:

Area di impianto

Confini catastali

Opere di utenza per la connessione

Cavidotto 36 kV interconnessione lotti Est e Ovest

Cavidotto 36 kV di connessione alla Stazione Elettrica

Opere di rete per la connessione

Nuova Stazione Elettrica "Mandrino" 220/132/36 kV

Figura 4-1 – Inquadramento impianto fotovoltaico e opere di utenza su immagine di Google Earth del 2022.

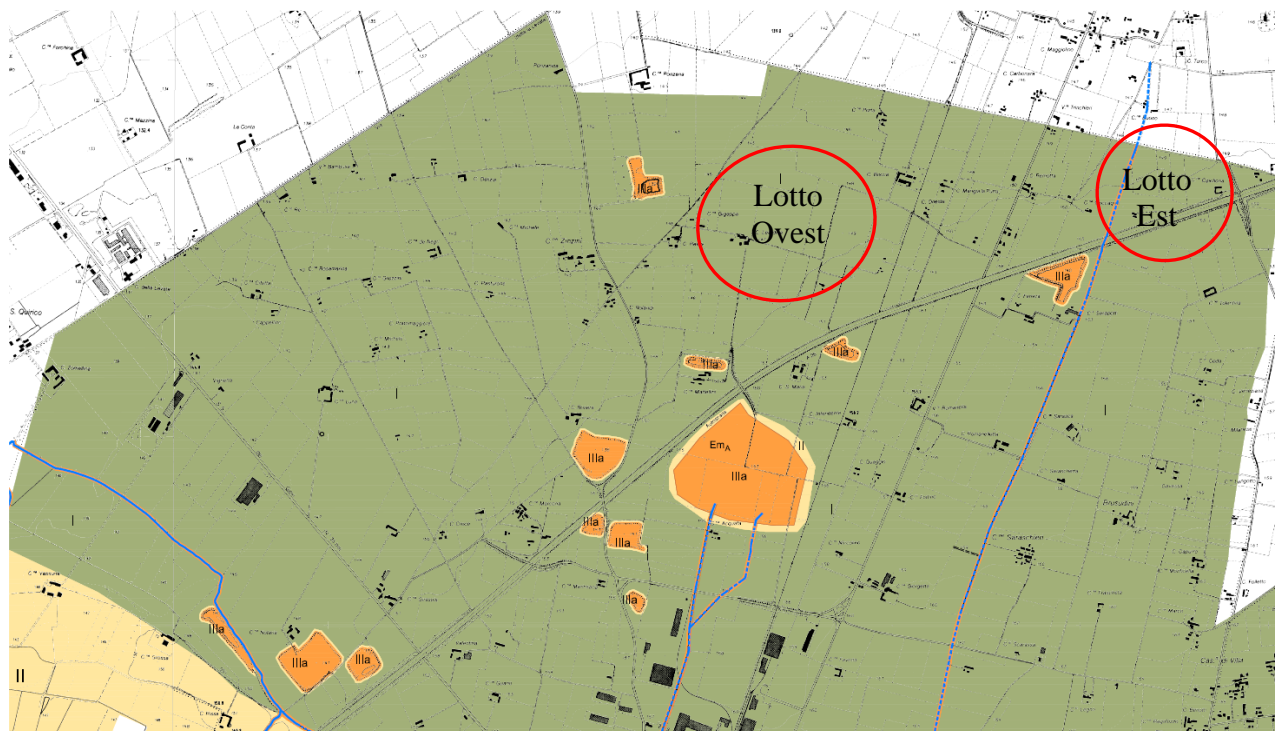
4.1.2 Conformità geologica alla pianificazione territoriale

Le due aree, dedicate all'installazione dell'impianto fotovoltaico, sono ubicate all'interno dell'area comunale di Pozzolo Formigaro (AL), mentre il tracciato di interconnessione dei due macrolotti attraversa le aree comunali di Tortona (AL) e Pozzolo Formigaro (AL)). Il tracciato del cavidotto a 36 kV di collegamento alla Nuova SE "Mandrino", che sorgerà in area agricola appartenente al comune di Bosco Marengo (AL), sarà di tipo interrato e attraverserà le aree comunali di Pozzolo Formigaro e Bosco Marengo.

PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI POZZOLO FORMIGARO

In relazione alla conformità geologica del progetto alla pianificazione territoriale, sono state analizzate le seguenti tavole della Componente Geologica del Piano Regolatore del Comune di Pozzolo Formigaro:

- Dalla CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA – Tavola 4D, risulta che l'area di progetto è in Classe I di stabilità geomorfologica.



LEGENDA



Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche; gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del DM 11-3-88

Figura 4-2 – Estratto dalla Tavola 4D CARTA DI SINTESI del Piano Regolatore del Comune di Pozzolo Formigaro

RELAZIONE GEOLOGICA

- Dalla Tavola 1D CARTA GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E DEL RETICOLO IDROGRAFICO MINORE risulta che l’area di progetto è sulla Formazione FLUVIALE RECENTE del periodo Interglaciale Riss-Würm.
- Dalla Tavola 2D CARTA GEOIDROLOGICA risulta che l’area di progetto è sui depositi alluvionali del Fluviale Recente, con permeabilità da discreta a buona.

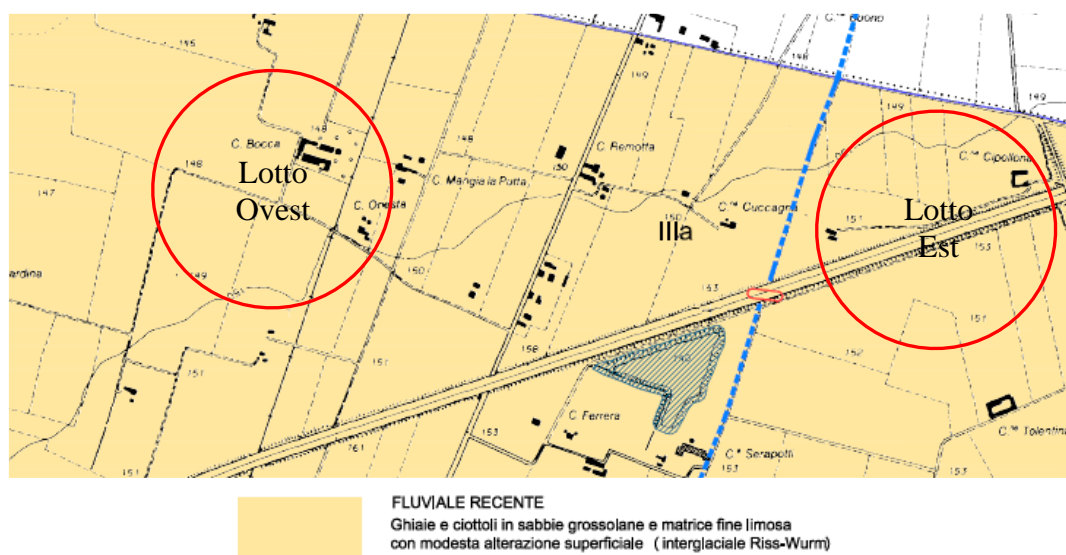
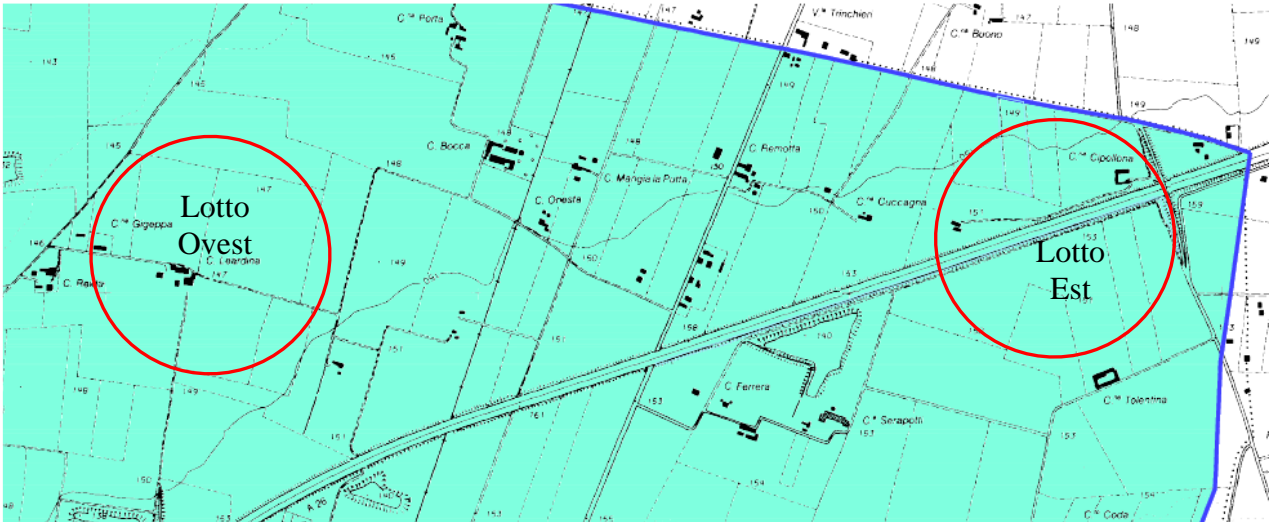


Figura 4-3 – Estratto dalla Tavola 1D CARTA GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E DEL RETICOLO IDROGRAFICO MINORE PRG di Pozzolo Formigaro.

- Dalla Tavola 3D CARTA DELLA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEI TERRENI risulta che l’area di progetto è su “ghiaie e ciottoli in sabbie grossolane e matrice fine limosa con modesta alterazione superficiale – fluviale recente” appartenente all’Unità Litotecnica della zona di affioramento del Fluviale Recente (UL-FR).




RELAZIONE GEOLOGICA

L'intervento in progetto non è in contrasto con il Piano Regolatore, in quanto nella Classe I di pericolosità morfologica *“le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D. M. 11/03/88”*.



LEGENDA

UNITA' LITOTECNICA DELLA ZONA DI AFFIORAMENTO DEL F. RECENTE (UL-FR)

-  Alluvioni ghiaiose, ciottolose in matrice sabbiosa costituenti l'alveo attivo del T. Scivia
-  Depositi alluvionali postglaciali definiti da ghiaie e ciottoli non alterati immersi in una matrice sabbiosa-limosa.
-  Ghiaie e ciottoli in sabbie grossolane e matrice fine limosa con modesta alterazione superficiale- fluviale recente

Alle litologie che costituiscono questa unità litotecnica possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici.

19 < γ 22 kN/m³ 30° < ϕ < 38° cu=0

Figura 4-4 – Estratto dalla CARTA DELLA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEI TERRENI Tavola 3D del Piano Regolatore (nel cerchio rosso le aree di intervento progettuale dei pannelli fotovoltaici).

PIANO TUTELA ACQUE e PIANO DI BACINO DEL PO

Secondo il Piano Tutela delle Acque e il Piano di Bacino del Po, l'area di progetto è tra il Bacino del torrente Scivia-Curone e quello del Tanaro, è esterna alle delimitazioni delle fasce fluviali.

L'intervento in progetto non è in contrasto con il Piano Tutela delle Acque e con il Piano di Bacino del Po.

PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE - PTP

Secondo il Piano Territoriale della Provincia di Alessandria, l'intervento in progetto si colloca in un'area densamente adibita ad ospitare impianti fotovoltaici, autorizzati sia dalla stessa Provincia che a livello nazionale. L'intervento in progetto non è in contrasto con il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

PIANO TERRITORIALE REGIONE PIEMONTE (PTR)

Dall'analisi dei documenti di Piano, per ciò che attiene l'aspetto geologico-geomorfologico e sismico, risulta che l'intervento in progetto non è in contrasto con il Piano Territoriale della Regione Piemonte.

4.2 Caratterizzazione del volume geologico significativo

Il volume geologico significativo, su cui si è basato lo studio geologico più dettagliato per questo progetto, comprende l'areale e la relativa porzione di sottosuolo, investigata mediante indagini geognostiche, dirette e/o indirette ed analisi di pericolosità, secondo i criteri indicati dalla normativa vigente. Il "sito geologico", ancorché influenzato dall'impronta dell'intervento in progetto, ha un'estensione maggiore rispetto all'ambito di interesse progettuale effettivo, in quanto tale area è utile alla definizione dello stato geologico e morfologico dell'area di progetto.

La ricostruzione schematica del modello geologico ha comportato sostanzialmente l'identificazione di un volume di terreno, nel cui ambito è definibile una successione litostratigrafica, in funzione della tipologia e del numero di litotipi, delle litofacies, dei caratteri mineralogici e tessuturali, dei rapporti stratigrafici tra gli stessi, delle giaciture delle strutture, dell'assenza o presenza di discontinuità strutturali, dell'assenza o presenza di fluidi nel suo ambito, dei parametri che caratterizzano l'andamento e la circolazione di tali fluidi, nonché delle caratteristiche geomorfologiche. È stata valutata l'estensione di territorio entro il quale possano determinarsi fenomeni geodinamici, idrogeologici e antropici in grado di provocare o subire azioni dirette o indirette sulle/dalle opere o su/da parti delle stesse. Inerenti al volume geologico significativo per il progetto, di seguito si riporta la descrizione del rilievo geologico-geomorfologico, delle caratteristiche meteo-climatiche, geomorfologiche, geologiche, idrologiche, idrogeologiche e tettoniche.

4.2.1 Rilievi di campagna

Il rilievo di campagna, effettuato secondo le norme UNI EN ISO 14688 e UNI EN ISO 14689, in data 2 agosto 2023, dal Dott. Geol. Laura Marchetti, ha permesso di interpretare la configurazione dello scenario locale e definire la fattibilità geologica degli interventi in progetto, in modo da poter descrivere, nella Relazione, la situazione geomorfologica e geologica del volume geologico significativo. Le foto, inserite nella Relazione, sono state scattate durante il rilievo.

4.2.2 Caratteristiche meteo-climatiche

Le caratteristiche climatiche dell'area di studio sono state tratte in parte da <https://it.weatherspark.com/y/58944/Condizioni-meteorologiche-medie-a-Pozzolo-Formigaro-Italia-tutto-l'anno#Figures-Summary> e in parte dai dati di ARPA PIEMONTE.

Il sito del Weather Spark illustra il clima tipico a Pozzolo Formigaro, in base a un'analisi statistica dei rapporti meteo orari cronologici e alle ricostruzioni dei modelli nel periodo 1° gennaio 1980 - 31 dicembre 2016, fornendo dati utili alla progettazione di un impianto agrovoltaiico.

A Pozzolo Formigaro, le estati sono calde, umide, il cielo è prevalentemente sereno e gli inverni sono molto freddi e parzialmente nuvolosi. Durante l'anno, la temperatura, in genere, va da 1°C a 29°C (con punte di oltre 30° limitate a qualche giorno) ed è raramente inferiore a -3 °C o superiore a 32 °C.

RELAZIONE GEOLOGICA

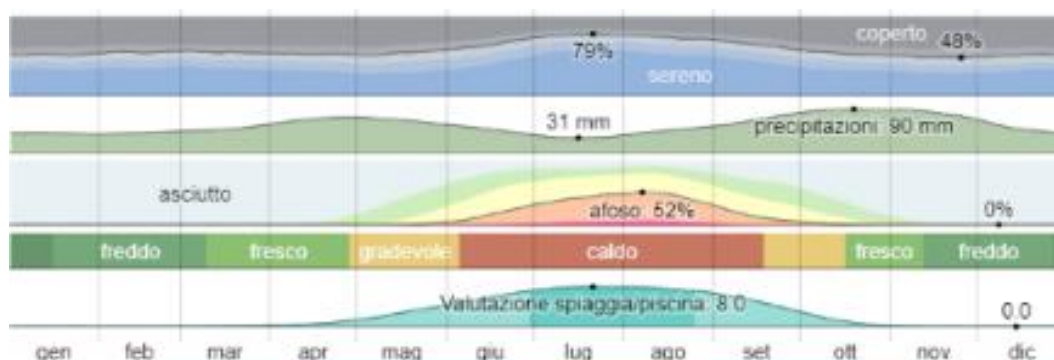


Figura 4-5 – Clima per mese a Pozzolo Formigaro.

La stagione calda dura 3,1 mesi, dal 10 giugno al 13 settembre, con una temperatura giornaliera massima oltre 25 °C. Il mese più caldo dell'anno è luglio, con una temperatura media massima di 29 °C e minima di 19 °C.

La stagione fresca dura 3,5 mesi, dal 18 novembre ai primi di marzo, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 11 °C. Il mese più freddo dell'anno è gennaio, con una temperatura media massima di 1 °C e minima di 7 °C.

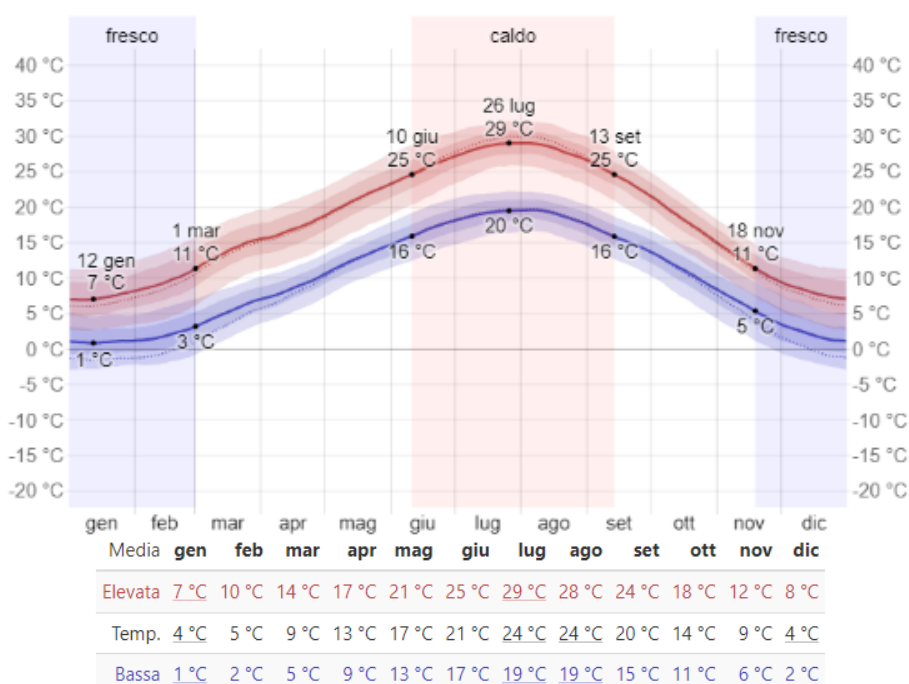


Figura 4-6 – La temperatura massima (riga rossa) e minima (riga blu) giornaliere medie, con fasce del 25° - 75° e 10° - 90° percentile. Le righe sottili tratteggiate rappresentano le temperature medie percepite.

La percentuale media di cielo coperto da nuvole è accompagnata da variazioni stagionali moderate durante l'anno. Il periodo più sereno dell'anno inizia attorno al 14 giugno, dura 3,2 mesi e finisce attorno a settembre. Il mese più soleggiato è luglio, con condizioni medie soleggiate, prevalentemente soleggiate, o parzialmente nuvolose corrispondenti al 77% del tempo. Il periodo più sereno dell'anno inizia attorno al 20 settembre, dura 8,8 mesi e finisce attorno al 14 giugno.

RELAZIONE GEOLOGICA

Il mese più nuvoloso è novembre, con condizioni medie coperte, prevalentemente nuvolose corrispondenti al 51% del tempo.

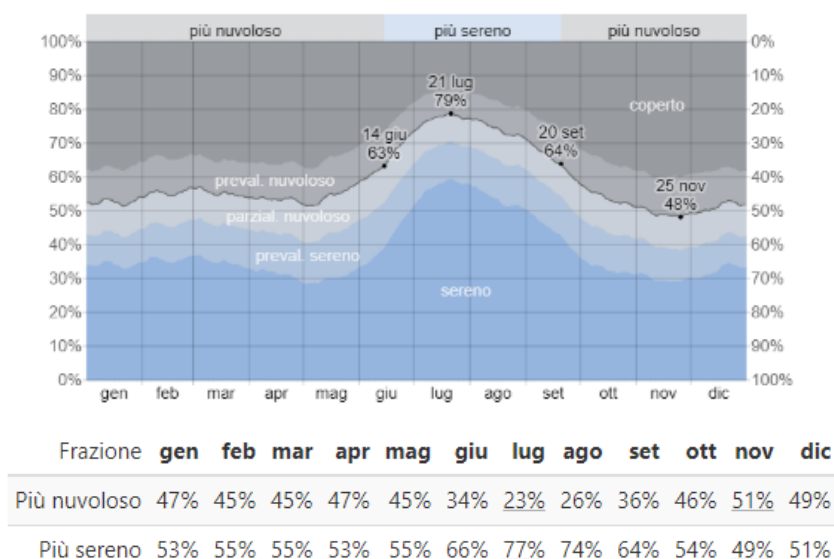


Figura 4-7 – La percentuale di tempo trascorso in ciascuna fascia di copertura nuvolosa, categorizzata secondo la percentuale di copertura nuvolosa del cielo.

Per quanto riguarda le precipitazioni, bisogna considerare che un giorno umido è un giorno con al minimo 1 millimetro di precipitazione liquida o equivalente ad acqua. La possibilità di giorni piovosi a Pozzolo Formigaro varia durante l'anno. La stagione più piovosa dura 8,0 mesi, indicativamente dal 29 marzo al 28 novembre, con una probabilità di oltre il 22% che un dato giorno sia piovoso.



Figura 4-8 – Probabilità giornaliera di pioggia a Pozzolo Formigaro, fonte citata nel testo.

Il mese con il maggiore numero di giorni piovosi è maggio, con in media 8,6 giorni di almeno 1 millimetro di precipitazioni. La stagione più asciutta dura 4,0 mesi, indicativamente dal 28 novembre al 29 marzo. Il mese con il minor numero di giorni piovosi è febbraio, con in media 4,2 giorni di almeno 1 millimetro di precipitazioni. Fra i giorni piovosi, considerando la differenza fra giorni con solo pioggia, solo neve, o un misto dei due, il mese con il numero maggiore di giorni di solo pioggia

è maggio, con una media di 8,6 giorni. In base a questa categorizzazione, la forma più comune di precipitazioni durante l'anno è solo pioggia, con la massima probabilità del 29% indicativamente il 30 aprile.

4.2.3 Caratteristiche geomorfologiche e idrologiche

L'elemento geomorfologico dominante nell'area di studio è la pianura alessandrina, di origine alluvionale quaternaria, caratterizzata da un drenaggio poco sviluppato, costituito da fossi e rii minori. Al confine orientale del territorio comunale, scorre il torrente Scrivia, sul cui versante sinistro è localizzata l'area di progetto dei due lotti di impianto fotovoltaico. La rete elettrica aerea, in progetto, raggiunge la piana alluvionale del torrente Orba ad ovest e i rilievi collinari che dominano Novi Ligure, a sud.

L'intervento del progetto dei lotti dei pannelli fotovoltaici e del cavidotto interrato si colloca nel settore morfologico pianeggiante dell'antico terrazzamento dello Scrivia, in particolare sul terrazzo alluvionale formatosi nel periodo interglaciale caldo Riss-Würm (100.000 – 70.000 anni fa).

L'andamento dell'asta principale del torrente Scrivia, nel periodo di deposizione del «Fluviale recente» doveva presentare un'orientazione da sud-est verso nord-ovest, cioè lungo la direttrice Serravalle Scrivia-Pozzolo Formigaro. Poiché il deposito olocenico più antico soprastante al «Fluviale recente» di questa zona è stato datato da CORTEMIGLIA & THOMMERET (1978) a $4\,380 \pm 70$ anni B.P., se ne deduce che, solo con l'inizio dell'Olocene, il torrente Scrivia migrò, con l'asta principale, in questa zona, provenendo da ovest ed incidendo così il suo nuovo corso, sino allo sbocco in Po, lungo l'attuale direttrice Serravalle Scrivia-Tortona.

Il ciglio di terrazzo del «Fluviale recente» e la sua relativa scarpata, che si sviluppano da Serravalle Scrivia a Tortona, risultano pertanto morfologicamente formati nell'intervallo di tempo compreso tra l'inizio dell'Olocene o Postglaciale, che quasi unanimemente è posto a 10.000 anni B.P. (THEOBALD, 1972, p. 81), e $4\,380 \pm 70$ anni B.P., che diviene, quindi, per la zona, anche indicativo di un intenso periodo erosivo del torrente Scrivia.



Figura 4-9 – Estratto da <https://www.geoportale.piemonte.it/visregpigo/>, che mostra la direzione di flusso delle acque superficiali di origine pluviale.

Osservando la direzione di scorrimento superficiale delle acque di pioggia, dovute a eventi eccezionali o particolarmente intensi, si nota che è verso nord-ovest, quindi non verso la valle dello Scrivia, ma verso il Bormida, come si rileva dall'ortofoto tratta da Geoportale e dall'immagine tratta

da Google Earth di giugno 2017. Ciò porta a considerare che lo scorrimento superficiale si orienta ancora secondo le antiche linee di deflusso del vecchio Scrivia e quindi che il Tanaro è il bacino idrografico di riferimento per l'area di progetto.



Figura 4-10 – Linee di deflusso delle acque superficiali per eventi di pioggia intensi, nell'area della Cascina Cipollona, lotto est, da Google Earth del 10 giugno 2017.



Figura 4-11 – Linee di deflusso delle acque superficiali dovute a eventi di pioggia intensi, nell'area del lotto occidentale del progetto, da Google Earth del 10 giugno 2017

4.2.4 Caratteristiche granulometriche del terreno e uso del suolo

Nella Carta dei Suoli della Regione Piemonte 1:50.000 (<https://www.geoportale.piemonte.it/visregpigo/>), dove sono riportati i dati relativi alle Unità Tipologiche di Suolo e le caratteristiche tessiturali, sia nel TOPSOIL (la parte superiore più vicina alla superficie) che del SUBSOIL, si rileva che l'area interessata è caratterizzata da un livello franco nel livello più superficiale e franco argilloso nel livello inferiore, con reattività neutra, il cui tipo di suolo è definito come "Inceptisuoli di pianura". Si riporta agli elaborati grafici allegati "21042.PZZ.SA.T.07.00 – Inquadramento su carta uso del suolo", "21042.PZZ.SA.T.08.00 – Inquadramento su carta capacità uso del suolo", "21042.PZZ.SA.T.09.00 – Inquadramento su carta caratterizzazione del suolo" e "21042.PZZ.SA.T.10.00 – Inquadramento su carta del drenaggio del suolo". L'area di progetto è in ambito di colture agricole.

4.2.5 Caratteristiche geo-litologiche

Dal punto di vista geo litologico, in base a quanto riportato nella cartografia tecnica disponibile, si evidenzia che i terreni presenti nell'area d'intervento sono di origine continentale e sono rappresentati da depositi alluvionali recenti, aventi granulometria in genere grossolana.

I processi di alterazione e degradazione (azioni pedogenetiche), sui terreni del tipo di quelli affioranti o sub affioranti nell'area, unitamente a quelli di deposizione eolica verificatisi durante il Quaternario, danno luogo ad una coltre di copertura a composizione prevalentemente limosa di potenza limitata, la quale, talvolta, ingloba clasti lapidei, carbonatici e arenacei, di piccola e media pezzatura.

In sintesi, la sequenza litostratigrafica locale presente nell'area in esame, desunta dalle prove e dai rilievi eseguiti in sito, nonché dai dati di letteratura disponibili, può essere così rappresentata:

- limitata coltre di copertura superficiale sabbioso - limosa, con spessore compreso tra 0,5 e 1 m, poco addensata, con locali riporti antropici eterogenei;
- terreni alluvionali con granulometria in genere grossolana, grado d'addensamento mediamente crescente in funzione della profondità.

RELAZIONE GEOLOGICA

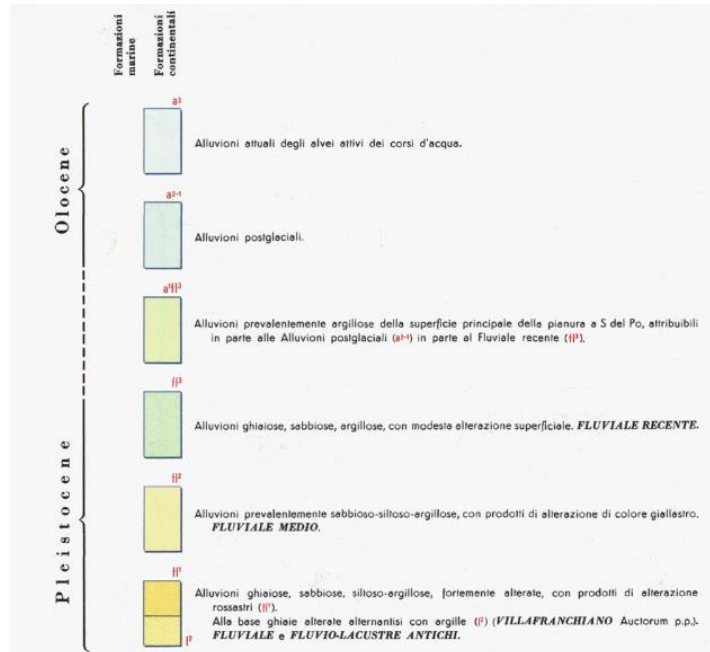
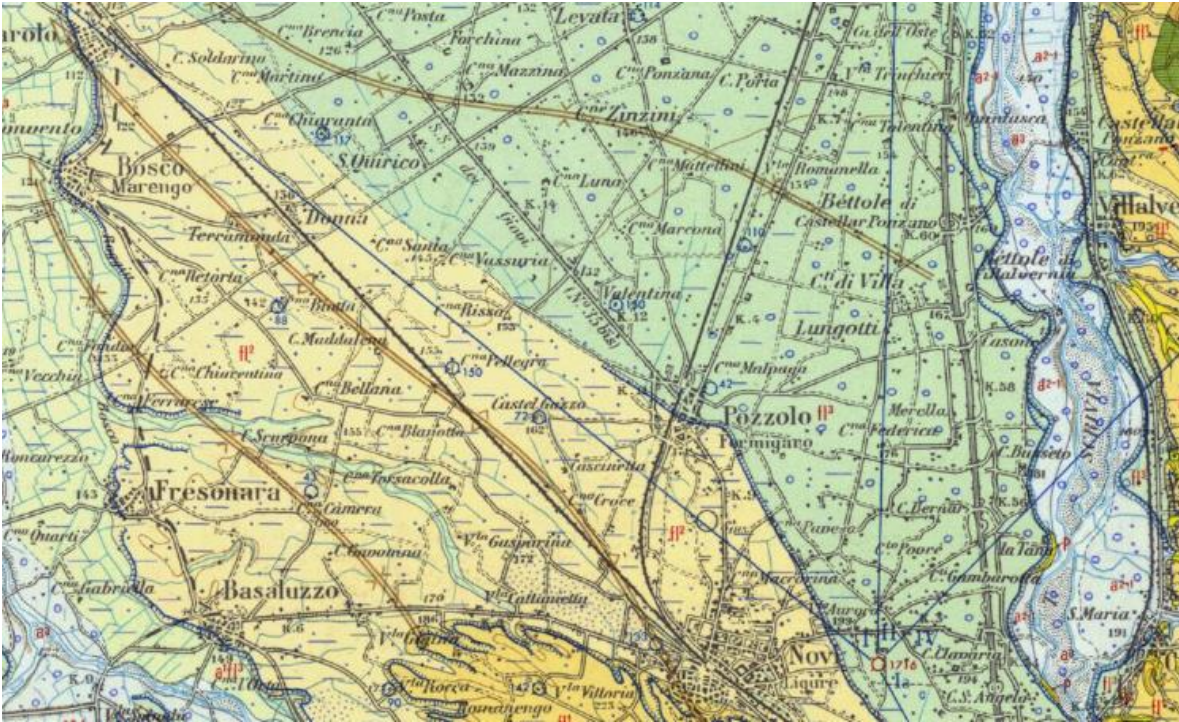


Figura 4-12 – Estratto da CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, in scala 1: 100.000, Foglio 70 "Alessandria"

La CARTA GEOLOGICA D'ITALIA, in scala 1: 100.000, Foglio 70 “Alessandria” mostra che l'area di studio del volume geologico significativo è sulle Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose, con moderata alterazione superficiale (FI3), di età Pleistocenica, FLUVIALE RECENTE.



Figura 4-13 – La formazione del Fluviale Recente, nei pressi della Cascina Cipollona, lotto est.

Tutta l'area del progetto, compresa la rete elettrica, insiste sulle tre formazioni pleistoceniche che costituiscono la conoide dello Scrvia:

fl3-Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose, con moderata alterazione superficiale. FLUVIALE RECENTE (Interglaciale Riss-Würm).

fl2-Alluvioni prevalentemente sabbioso-siltoso-argillose, con prodotti di alterazione di colore giallastro. FLUVIALE MEDIO (Glaciale Riss).

fl1-Alluvioni ghiaiose, sabbiose, siltoso-argillose, fortemente alterate, con prodotti di alterazione rossastri.

FLUVIALE E FLUVIO-LACUSTRE ANTICHI (Villafranchiano).

Secondo la CARTA GEOLOGICA del Piano Regolatore del Territorio di Pozzolo Formigaro Tavola 1D, il cui stralcio per l'area di studio è riportato nel capitolo 1.1.2, l'area dell'intervento in progetto è sul FLUVIALE RECENTE, costituito da ghiaie e ciottoli in sabbie grossolane e matrice fine limosa con modesta alterazione superficiale (Interglaciale Riss-Würm).

4.2.6 Caratteristiche idrogeologiche

Dal punto di vista idrogeologico, lo studio effettuato nel 2009 dalla Regione Piemonte et al. “*Geologia e idrostratigrafia profonda della Pianura Padana Occidentale*” mostra che l'area di progetto è nel Gruppo Acquifero A, corrispondente al sintema Q2, del Pleistocene medio-Olocene, in contesto deposizionale di tipo continentale “co” (comprensivo della piana alluvionale, piana costiera e deltizia).

Il Gruppo Acquifero è un corpo sedimentario complesso avente le seguenti caratteristiche:

- è costituito da gruppi di strati con geometria e litologia variabili, depositi in contesti deposizionali contigui ed in continuità di sedimentazione; i limiti di un Gruppo Acquifero, coincidono con le superfici di discontinuità stratigrafica a base ed a letto dei sintemi;
- mostra caratteristiche distintive a grande scala (distribuzione delle associazioni di facies, geometria esterna, giacitura, tessitura, geometria ed organizzazione interna, permeabilità) tali da comportare omogeneità nella risposta al flusso idrico nel modello idrogeologico concettuale.

Il Gruppo A è un tipo di acquifero superficiale, costituito da depositi fluviali, fluvio-glaciali, lacustri ed eolici di ambiente continentale. Nel Gruppo si distinguono tre Unità Idrogeologiche (UIG): AI, AII,

AIV. Nel Bacino di Alessandria buona parte della pianura è contraddistinta da aree a media e alta permeabilità (UI AI e All) passanti a zone a bassa permeabilità ai margini settentrionali (AIV).

Il “Sistema” è definito come *“un corpo sedimentario complesso delimitato da superfici di discontinuità stratigrafica, costituito da gruppi di strati con geometria e litologia variabili ma legati geneticamente, ossia depositi in contesti deposizionali diversi e contigui ed in continuità di sedimentazione. Le superfici di strato possono toccare ma non intersecare le superfici di discontinuità stratigrafica a base ed a letto dei sintemi.”*

La correlazione tra le successioni sepolte e quelle affioranti ha consentito di ricostruire il quadro stratigrafico-deposizionale del sottosuolo della Regione Piemonte ed in particolare di distinguere, all’interno dei depositi pliocenico-quadernari, cinque sintemi:

- sintema P1 (Pliocene inferiore, basale),
- sintema P2 (Pliocene inferiore-medio),
- sintema P3 (Pliocene medio-superiore),
- sintema Q1 (Pleistocene inferiore) e
- sintema Q2 (Pleistocene medio-Olocene).

Il Sistema Q2, inerente all’area di progetto, presenta caratteristiche deposizionali esclusivamente di tipo continentale e comprende i depositi fluviali, glaciali, fluvio-glaciali, lacustri, eolici cartografati nel Foglio Alessandria (estremità NE).

Lo studio succitato ha individuato otto differenti associazioni di litofacies “lf”. In particolare, l’area di progetto appartiene alla litofacies lf1, le cui caratteristiche sono riportate nello schema seguente.

Per una completa definizione del modello idrogeologico, un concetto fondamentale è quello di Unità Idrogeologica, che *“corrisponde ad una singola associazione di litofacies o a raggruppamenti (/associazioni) di associazioni di litofacies con caratteristiche idrogeologiche (grado e tipo di permeabilità) omogenee a scala regionale (Francani, 1985)”*.

In base al ruolo idrogeologico (acquifero monostrato, acquifero multistrato od acquitardo/acquicludo), lo studio della Regione ha definito quattro classi fondamentali di unità idrogeologiche, a diverso potenziale di sfruttamento idrico, decrescente dalla classe I alla classe IV, come illustrato nella seguente figura.

RELAZIONE GEOLOGICA

SIMBOLOGIA	Associazioni di Litofacies (If)	UNITA' IDROGEOLOGICHE (UI)	RUOLO IDROGEOLOGICO
	If 1 sabbie e ghiaie con subordinate intercalazioni pelliche (pelli 0-20%, sabbie 80-100%)	UI I	ACQUIFERO MONOSTRATO
	If 2 alternanze discontinue di sabbie e ghiaie prevalenti con peliti (pelli 20-40%, sabbie+ ghiaie 60-80%)		
	If 3 alternanze discontinue di peliti e sabbie e ghiaie (pelli 40-60%, sabbie+ ghiaie 40-60%)	UI II	ACQUIFERO MULTISTRATO DISCONTINUO
	If 4 alternanze discontinue di peliti prevalenti con sabbie e ghiaie (pelli 60-80%, sabbie+ghiaie 20-40%)		
	If 5 alternanze continue di sabbie e ghiaie prevalenti con peliti (pelli 20-40%, sabbie+ ghiaie 60-80%)	UI III	ACQUIFERO MULTISTRATO CONTINUO
	If 6 alternanze continue di peliti e sabbie e ghiaie (pelli 40-60%, sabbie+ ghiaie 40-60%)		
	If 7 alternanze continue di peliti prevalenti e sabbie (pelli 60-80%, sabbie 20-40%)		
	If 8 peliti con subordinate intercalazioni di sabbie e ghiaie (pelli 80-100%, sabbie 0-20%)	UI IV	ACQUITARDO / ACQUICLUDO
	If 9 depositi caotici a blocchi di evaporiti e carbonati immersi in una matrice pellica (pelli 60-70%)		
	If 10 alternanze di gessoruditi e gessareniti e peliti		

Figura 4-14 – Schema illustrante le corrispondenze fra associazioni di litofacies e le Unità Idrogeologiche, in base al ruolo idrogeologico (da "Geologia e idrostratigrafia profonda della Pianura Padana Occidentale", 2009). L'area di studio è in If1.

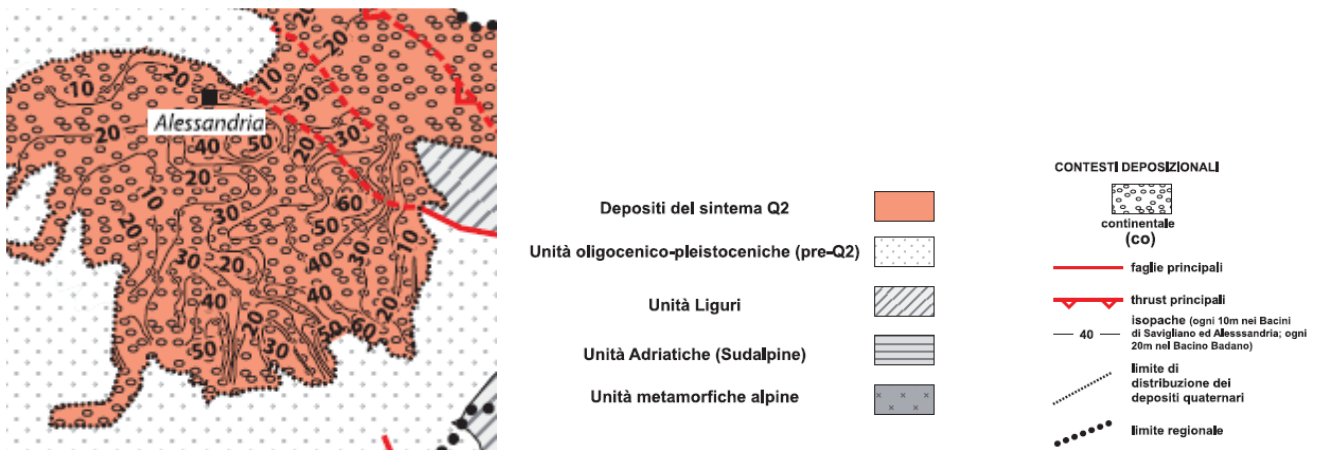


Figura 4-15 – Distribuzione di sottosuolo del sistema Q2 (Pleistocene medio-Olocene) nel Bacino di Alessandria, per l'area di studio. Sono riportate le isopache.

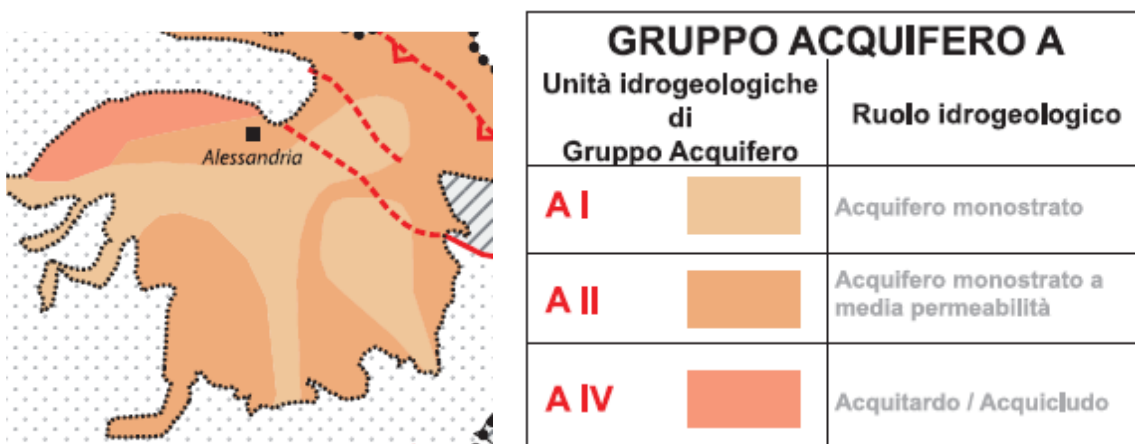


Figura 4-16 – Distribuzione di sottosuolo delle Unità idrogeologiche all'interno del Gruppo Acquifero A (sistema Q2 – Pleistocene medio-superiore / Olocene) nel Bacino di Alessandria, per l'area di progetto.

RELAZIONE GEOLOGICA

Dalla lettura della carta della Distribuzione di sottosuolo delle Unità idrogeologiche all'interno del Gruppo Acquifero A (sintema Q2 – Pleistocene medio-superiore / Olocene) nel Bacino di Alessandria, si evince che l'area di progetto è nell'Unità Idrogeologica A1, acquifero monostrato, a media permeabilità.

Nello STUDIO SUGLI ACQUIFERI PROFONDI NEL TERRITORIO DELL'ATO 6, prodotto nel 2019 da ENTE DI GOVERNO DELL'AMBITO TERRITORIALE OTTIMALE N°6 – ALESSANDRINO e GEO engineering S.r.l. di Torino, le proprietà idrogeologiche dell'acquifero A sono riportate nella tabella seguente.

Gruppo Idrogeologico e relativo significato	Kx,Ky (m/s)	Kz (m/s)
<u>Gruppo acquifero A</u>		
UIG AI (acquifero monostrato)	1 e-4 (UIG AI)	1 e-5 (UIG AI)
UIG AII (acquifero monostrato a media permeabilità,)	1 e-5 (UIG AII e AIV)	1 e-6 (UIG AII e AIV)
UIG A IV (acquitardo/acquicludo)		

Figura 4-17 – Proprietà idrogeologiche assegnate agli strati di calcolo da fonte citata, per l'acquifero nell'area di progetto.

La Carta Piezometrica della falda profonda, di cui si riporta lo stralcio nella seguente figura, mostra che nell'area orientale, presso la Cascina Cipollona, la superficie della falda profonda è a 125 m s.l.m. (ovvero a – 13 m dal piano campagna) e nell'area occidentale è a 118 m circa s.l.m. (ovvero a – 12 m dal piano campagna).

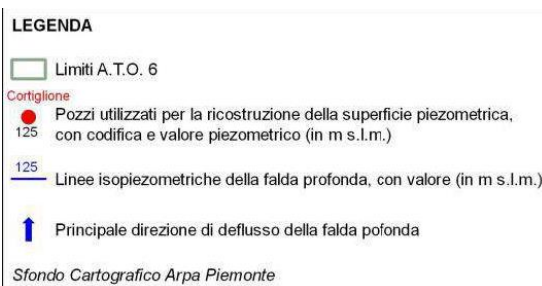
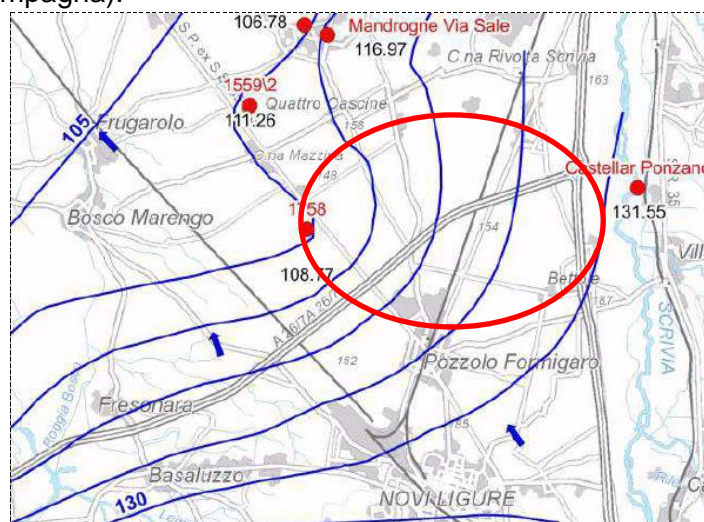


Figura 4-18 – Estratto da Carta piezometrica della falda profonda, da SUGLI ACQUIFERI PROFONDI NEL TERRITORIO DELL'ATO6 – CAPITOLO 5. Nel cerchio rosso è individuata l'area di progetto.

RELAZIONE GEOLOGICA

Dalla RELAZIONE GEOTECNICA del 2017 per il progetto del CAVALCAFERROVIA SP 152 LINEA III VALICO - ALLA PK38+765, redatto per il Consorzio Cociv, si ottiene un'indicazione di massima circa la permeabilità dei terreni del *Fluviale Recente fl3*, in zona prossima alla nostra area di progetto, derivata dalle prove idrauliche eseguite per il "Progetto Definitivo sui pozzi esplorativi eseguiti tra Pozzolo Formigaro e Tortona, Tali prove sono state effettuate in trincee scavate fino ad una profondità di 1.5 m da pc. Le prove realizzate indicano una permeabilità compresa tra 2×10^{-4} m/s e 8×10^{-4} m/s. ... Per quanto riguarda il livello inferiore dei depositi fl3, le prove Lefranc eseguite nell'ambito del Progetto Definitivo definiscono un intervallo piuttosto ampio di valori, compresi tra 1×10^{-6} e 1×10^{-3} m/s".

La Relazione Geologica del PRG di Pozzolo Formigaro, indica che:

- "I terreni ascritti al fluviale recente (ghiaie e ciottoli immersi in matrice sabbioso-limosa) sono generalmente definiti da buona permeabilità sia verticale che orizzontale" con k compreso tra 10^{-3} e 10^{-6} m/s.

- "la falda libera che si estende soprattutto in sinistra orografica del torrente Scrivia risulta convergente a ovest verso la falda Orba-Bormida".

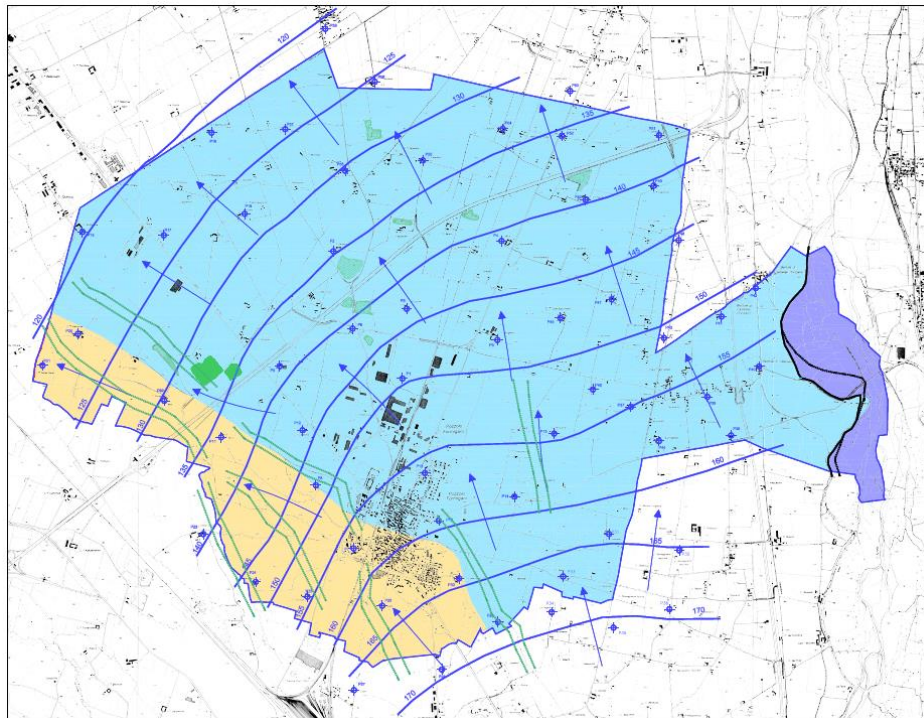
Nel mese di settembre 2002, la misura dei livelli statici della falda, ha fornito i seguenti dati per i pozzi in area di studio:

Pozzo	Ubicazione	Quota P.C. (m)	Soggiacenza (m)	piezometria assoluta (m s.l.m.)
51	C. Cipollona	151.0	13.0	138.0
56	C.ne Zinzini	145.0	14.6	130.4

Questi dati sono confrontabili con quelli riportati dallo studio sull'ATO 6, citato.

La CARTA GEOIDROLOGICA della Variante Strutturale al Piano Regolatore Generale di Pozzolo Formigaro, riportata di seguito, mostra la direzione di flusso delle acque sotterranee e la profondità del livello di falda.

RELAZIONE GEOLOGICA



Depositi alluvionali del fluviale recente
Ghiaie e ciottoli in sabbie grossolane e matrice fine limosa
con modesta alterazione superficiale
permeabilità da discreta a buona $k=10^{-3} \text{ a } 10^{-6}$ m/s

Figura 4-19 – Tratto da CARTA GEIDROLOGICA della Variante Strutturale al Piano Regolatore Generale di Pozzolo Formigaro.

Dalla lettura della carta si vede che, nella zona di progetto occidentale, la superficie della falda è a -15 m circa dal piano di campagna, da dati ottenuti prima del 2002, ma ora la superficie della falda potrebbe essere anche una decina di metri più profonda. Anche nella zona orientale di progetto, presso la cascina Cipollona, la profondità della superficie freatica è -13 m circa, ma, in linea con quanto affermato dai proprietari dei terreni, ora è sensibilmente più profonda.

La Provincia di Alessandria, Servizio Concessioni idriche, ha permesso di consultare la stratigrafia dei seguenti pozzi, eseguite molti anni fa, localizzati nella seguente figura e riportati nelle figure che seguono.

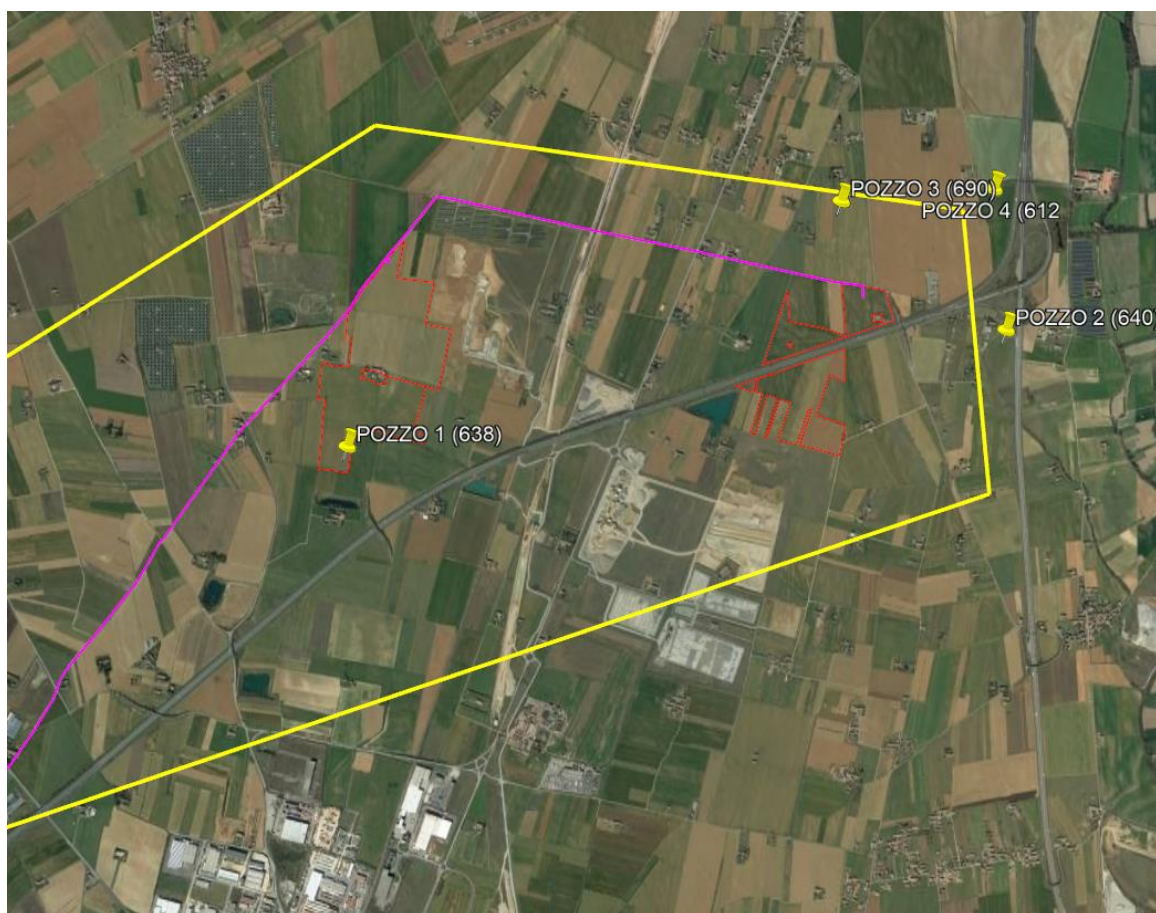


Figura 4-20 – Localizzazione delle stratigrafie dei pozzi, fornite dalla provincia di Alessandria

Dal pozzo n. 1 (classificato al n. 638 dell'archivio provinciale), del 1965, si ricava il livello statico dell'acqua (-12 m dal piano di campagna), il livello dinamico (-17 m) e la portata, sui 50 l/s.

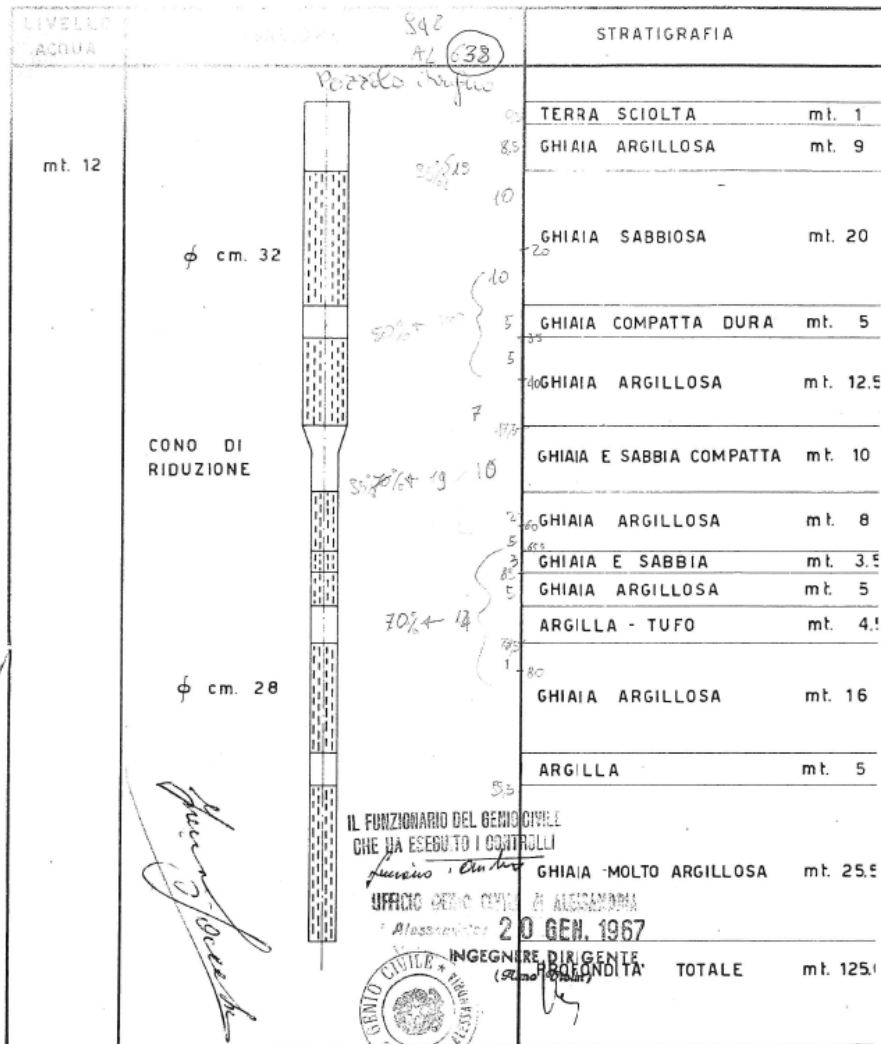
Dal pozzo n. 2 (classificato al n. 640 dell'archivio provinciale), del 1968, si ricava il livello statico dell'acqua (-7,80 m dal piano di campagna), il livello dinamico (-17 m) e la portata, sui 3,7 l/s.

Dal pozzo n. 3 (classificato al n. 690 dell'archivio provinciale), si ricava il livello statico dell'acqua (-12,00 m dal piano di campagna), il livello dinamico (-17 m) e la portata, sui 7 l/s.

Dal pozzo n. 4 (classificato al n. 612 dell'archivio provinciale), si ricava il livello statico dell'acqua (-4,15 m dal piano di campagna), il livello dinamico (-4,30 m) e la portata, sui 60-70 l/s.

RELAZIONE GEOLOGICA

POZZO AD USO IRRIGAZIONE PROPR. MARENCO BIAGI
"CASCINA BIANCA" IN COMUNE DI POZZOLO FORMIGAR



PROVE DI PORTATA ESEGUITE IL GIORNO 15 APRILE 1965 -
 LIVELLO ACQUA STATICO mt. 12 — PORTATA AL PRIMO LITRI 50
 LIVELLO ACQUA DINAMICO mt. 40 — POMPA SOMMERSA A mt. 5

Figura 4-21 – Stratigrafia del POZZO 1 (638) presso gli archivi della provincia di Alessandria

RELAZIONE GEOLOGICA

I terreni attraversati sono di costituzione di
terre argillose sino alla profondità di ml.0,70
dal p.c. -
- da ml. 0,70 a ml. 7,00 ghiaia ed argilla 3
- da ml. 7,00 a ml.12,00 argilla gialla e ghiaia 25
- da ml.12,00 a ml.16,50 ghiaia semipulita con argilla
- da ml.16,50 a ml.20,00 argilla gialla
- da ml.20,00 a ml.31,00 ghiaia ed argilla compatta 4

Figura 4-22 – Stratigrafia del POZZO 2 (640), consultata presso gli archivi della Provincia di Alessandria.

- da ml. 31,00 a ml. 35,00 argilla compatta e ghiaia
- da ml. 35,00 a ml. 40,00 ghiaia compatta con argilla
da ml 13 a ml 15 ghiaia ed argilla
da ml 15 a ml 15,30 manna argillosa compatta
da ml 15,30 a ml 17 ghiaia ed argilla.

Figura 4-23 – Stratigrafia del POZZO 3 (690), consultata presso gli archivi della Provincia di Alessandria.

da ml. 0,00 a ml 0,50 - terreno vegetale -
da ml 0,50 a ml 3,00 - ghiaia e sabbia - 25
da ml 3,00 a ml 4,50 - ghiaia con argilla - 1
da ml 4,50 a ml 10,80 - ghiaia con argilla e ciottoli
da ml 10,80 a ml 12 - argilla gialla con ghiaia
e ciottoli -
da ml 12 a ml 16 - ghiaia semipulita - 4
da ml 16 a ml 18,30 - argilla gialla con ghiaia
e ciottoli -
da ml 18,30 a ml 24,00 - argilla gialla compatta -
da ml 24,00 a ml 30,00 - ghiaia e ciottoli pulita
(molto acquifera)
da ml 30,00 a ml 40,50 - argilla gialla -

Figura 4-24 – Stratigrafia del POZZO 4 (612), consultata presso gli archivi della Provincia di Alessandria.

In conclusione, non è stata evidenziata, nell'area e nella zona circostante, la presenza di emergenze idriche (sorgenti), mentre si segnalano alcuni punti di captazione di acque sotterranee, pozzi, il cui archivio è consultabile presso la Provincia di Alessandria.

I terreni presenti nel sito in esame presentano le caratteristiche di un acquifero in grado di ospitare una falda di tipo freatico, in quanto i litotipi, di origine alluvionale, sono caratterizzati da un grado di permeabilità medio - elevato.

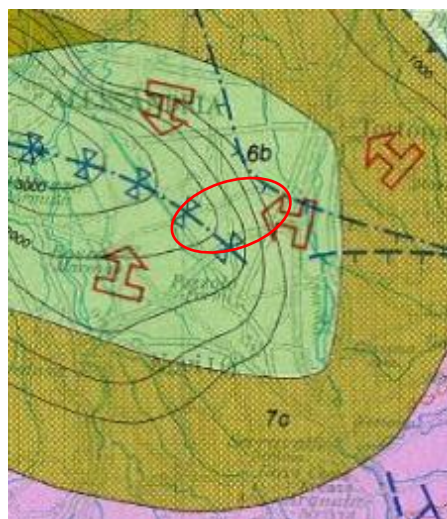
L'assetto geologico e geomorfologico del territorio costituisce un elemento di controllo sulla distribuzione delle acque nel suolo: in particolare, si evidenzia che la falda ospitata nei terreni in esame, avente carattere superficiale, risulta direttamente connessa con il locale reticolo idrografico.

La superficie libera della falda può subire moderate variazioni di livello durante l'anno, a causa dei differenti apporti meteorici e a causa delle attività agricole, stabilizzandosi, nell'area d'intervento, ad una quota che oscilla tra -15 m e -25 m da p.c.

Secondo quanto dedotto dall'indagine eseguita a scala locale, nonché sulla base degli elaborati progettuali disponibili, si deduce che le opere fondazionali dei manufatti in progetto non intercettano le acque di falda, in quanto questa presenta una soggiacenza superiore rispetto alla quota di fondazione: alla luce di tale considerazione, si evidenzia quindi che i manufatti in progetto non interferiranno con il locale assetto idrogeologico.

4.2.7 Caratteristiche tettoniche

L'area di studio, secondo la Neotectonic Map of Italy, è in sprofondamento continuo, dal Pliocene al Quaternario Antico, dovuta alla presenza di una sinclinale con asse nord ovest-sud-est, modellata sui terreni marini terziari, caratterizzata da elementi deformativi moderati, quali pieghe e localmente faglie.



Generally intense lowering. Moderate deformations mainly by folds, locally by thrusts.

Figura 4-25 – Estratto da Neotectonic Map of Italy, Foglio 1. L'area di studio è nel cerchio rosso.

Il Modello Strutturale d'Italia conferma quanto indicato dalla carta di neotettonica, ovvero la presenza di una sinclinale che interessano formazioni plioceniche, a profondità di oltre 1.000 m dal piano di campagna.

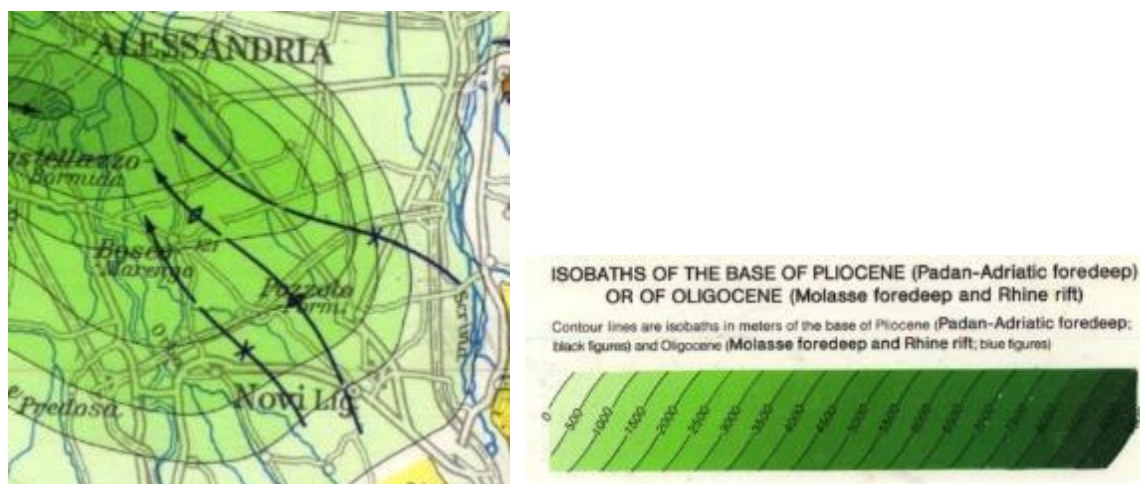


Figura 4-26 – Estratto da STRUCTURAL MODEL OF ITALY, scala 1: 500.000, Sheet n. 1

4.2.8 Pericolosità geologica e geomorfologica

Sulla base di un'approfondita ricerca bibliografica e di un attento rilievo geomorfologico di campagna, sono stati definiti i processi geomorfologici rilevanti che caratterizzano il settore di territorio, in cui ricade l'area di interesse, e quelli che si ritiene possano evolvere in tempi confrontabili con quelli di vita nominale dell'opera.

Al fine di verificare la congruenza delle valutazioni, sono stati analizzati i contenuti degli strumenti normativi a scala di bacino (P.A.I.) e i documenti del Piano Regolatore Comunale, ove ricadono le opere in progetto, da cui risulta che l'area è da ritenersi complessivamente stabile, escludendo, al momento dell'indagine, fenomeni morfologici di dissesto, in atto o potenziali, di particolare entità.

Dal punto di vista geologico non sussistono problematiche litologico-strutturali che possano compromettere la realizzazione dell'intervento in progetto.

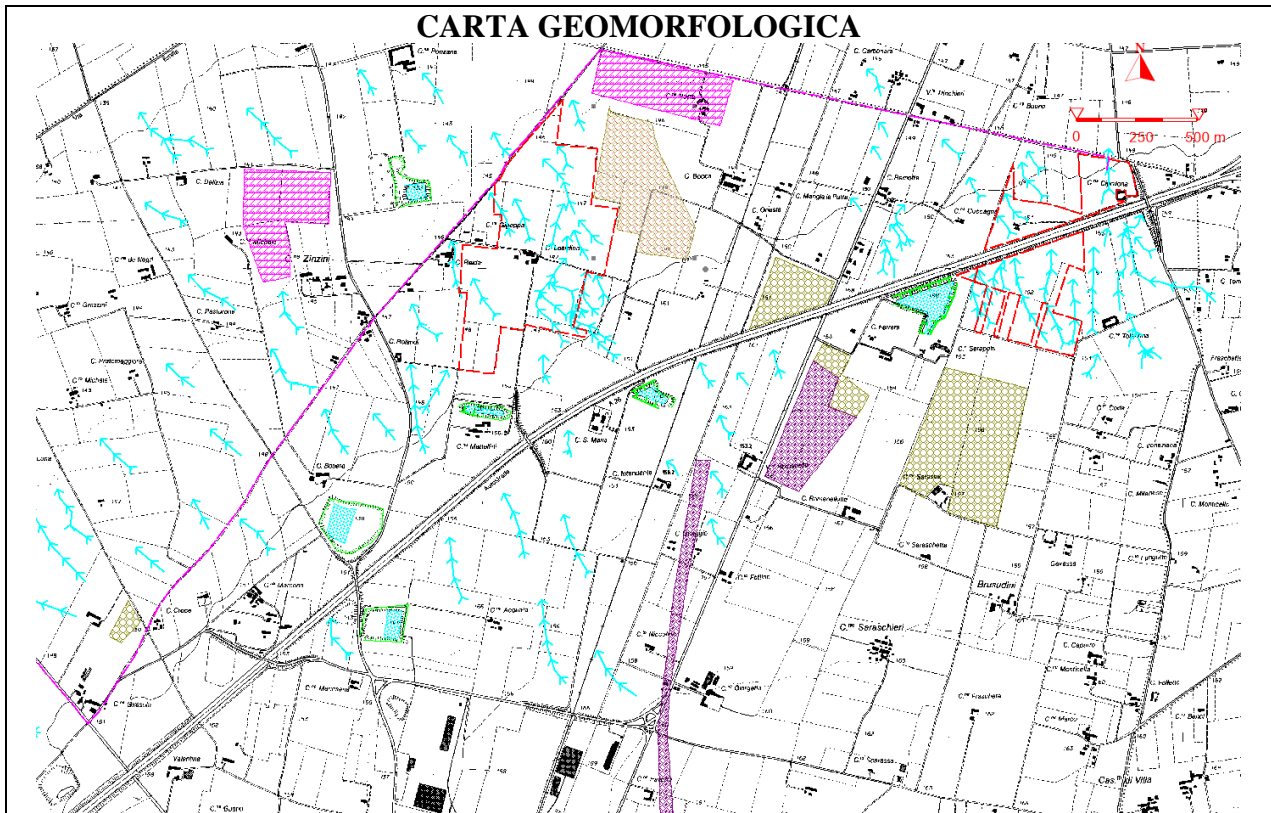
4.3 Allegati cartografici

Si allegano la CARTA GEOMORFOLOGICA e la CARTA GEOLOGICA redatte per l'area di progetto, nel volume geologico significativo.

4.3.1 Carta geomorfologica

La CARTA GEOMORFOLOGICA, riportata di seguito, è su base CTR 177140_G.

La legenda riporta gli elementi geomorfologici individuati dal rilievo, dallo studio cartografico e fotointerpretativo, nel volume geologico significativo.



ELEMENTI MORFOLOGICI NATURALI



Incisioni di scorrimento idrico superficiale

Terrazzi/scarpare morfologiche naturali

ELEMENTI MORFOLOGICI ARTIFICIALI



Bacini idrici artificiali (affioramento falda)

Impianti fotovoltaici

Cave di inerti

Cantiere alta velocità

Area di progetto del parco fotovoltaico

Traccia del cavidotto interrato

Figura 4-27 – Carta geomorfologica dell'area dell'impianto fotovoltaico.

4.3.2 Carta geologica

La **CARTA GEOLOGICA**, elaborata nel volume geologico significativo, contiene le formazioni litologiche identificate.

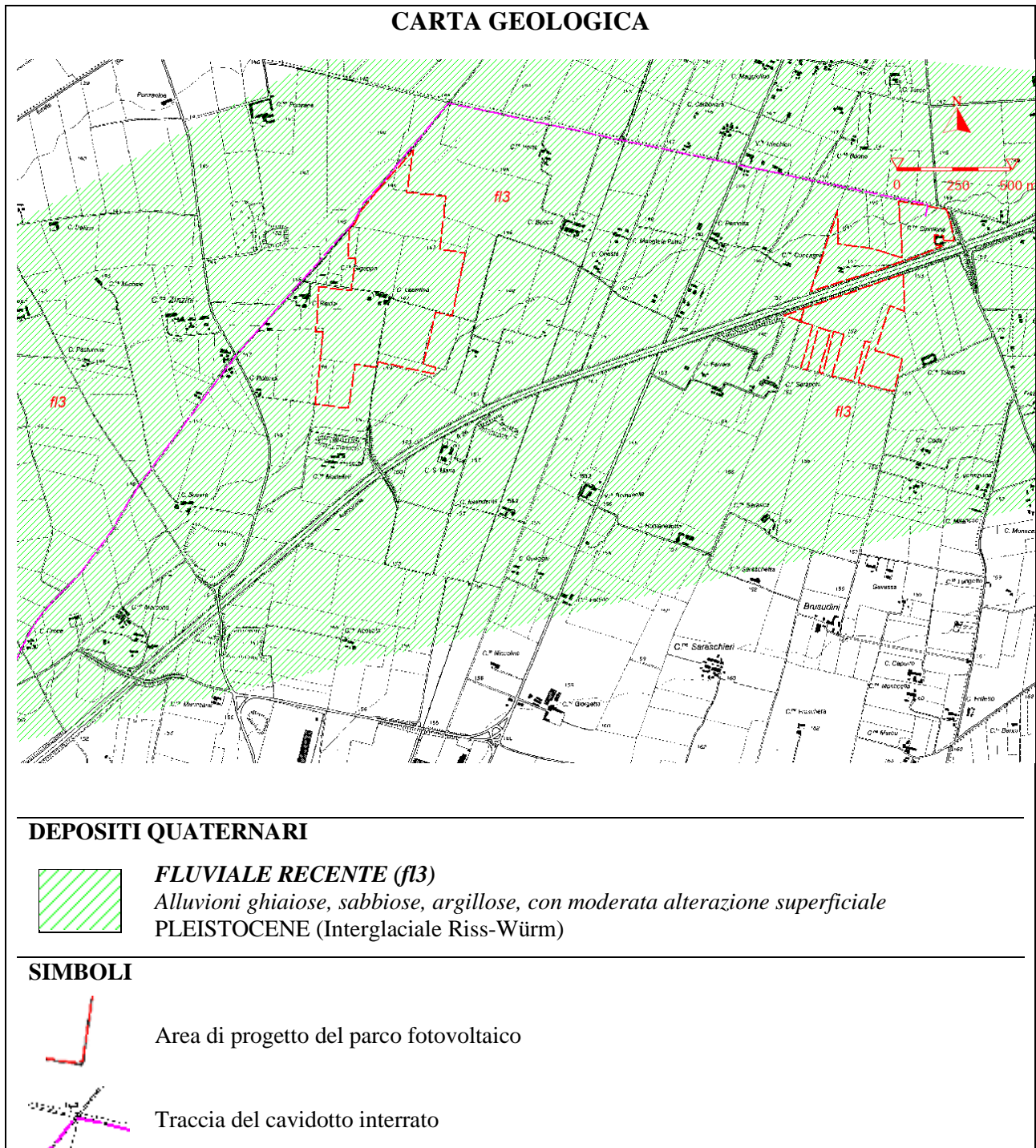


Figura 4-28 – Carta geologica dell'area dell'impianto fotovoltaico.

5 Caratterizzazione geotecnica

La Relazione geotecnica comprende, come richiesto dal D.M. 14/01/2008, aggiornato con le NTC 2018, i seguenti argomenti:

1. scelte progettuali,
2. programma e i risultati delle indagini,
3. caratterizzazione e modellazione geotecnica,
4. analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere,
5. scavi e riporti,
6. piani di controllo e monitoraggio,

5.1 Considerazioni geologico – tecniche sulle scelte progettuali

Il progetto prevede la realizzazione di un parco fotovoltaico che andrà ad occupare due lotti in un'area a cavallo del Raccordo Autostradale A26, in Comune di Pozzolo Formigaro, costituito da moduli fotovoltaici posizionati su inseguitori solari monoassiali, la costruzione di cabine di smistamento, posizionate all'interno dell'area di impianto che ospiteranno i quadri a 36 kV collettori delle linee in arrivo dai vari sottocampi e di partenza della linea a 36 kV verso la nuova SE e la posa delle linee sotterranee di collegamento.

Ciascun inseguitore sarà adatto al posizionamento di 24/48 moduli fotovoltaici e sarà installato tramite un sistema di posa su pali di fondazione in acciaio zincato, infissi nel terreno, fino ad un massimo di circa 4 metri rispetto al piano campagna, senza necessità di opere in calcestruzzo, tramite un sistema di posa a battuta.

Le cabine di smistamento avranno una dimensione in pianta pari a 813 cm x 242 cm e saranno poste al di sopra di fondazioni realizzate con piastre in calcestruzzo armato costruite sopra un letto di ghiaia compattata.

Per quanto riguarda la verifica alla liquefazione questa può essere omessa in quanto la litologia della zona evidenzia la presenza di terreni con frazione ghiaiosa dominante; la frazione sabbiosa risulta generalmente molto bassa, per cui si esclude la possibilità che si possano generare fenomeni di liquefazione in caso di evento sismico.

5.2 Programma e risultati delle indagini

Le indagini geognostiche sono state effettuate sia durante il rilievo geologico e geomorfologico che con prove penetrometriche e prospezioni sismiche, dal Dott. Geol. Andrea Cavalli di Valenza, tra agosto e settembre 2023, i cui risultati sono riportati in allegato.

5.3 Caratterizzazione e modellazione geotecnica

La ricostruzione stratigrafica di dettaglio e la parametrizzazione meccanica dei terreni, costituenti il sedime dell'area d'intervento, sono state effettuate in base ai riscontri desunti dal rilievo geologico/geomorfologico e dal confronto con i risultati delle indagini geognostiche condotte dal Geol. Dott. A. Cavalli.

5.3.1 Modello geotecnico del sottosuolo

La caratterizzazione litotecnica dell'area di intervento progettuale è la seguente.

Depositi Alluvionali recenti

Sono costituiti da terreni granulari sciolti o poco addensati a prevalenza sabbiosa, con depositi clastici di natura estremamente varia, sia per caratteristiche granulometriche che per la provenienza dei clasti; in generale sono costituiti da ghiaie, ciottoli e limi, con frazione fine irregolare, potenti fino a 8÷10 m.

Schematicamente la sequenza stratigrafica, desunta dalle prove penetrometriche, è la seguente:

-lotto est (nord del Raccordo) (P1, P2)

da 0,00 a -0,60/0,80 m	suolo limoso sabbioso con molta ghiaia e ciottoli
da -0,60/0,80 a -2,80/4,60 m	ghiaie addensate molto resistenti
da -2,80/4,60 a -7,00 m	ghiaie in matrice sabbiosa meno addensate

-lotto est (sud del Raccordo) (P3, P4)

da 0,00 a -0,40 m	suolo limoso sabbioso con molta ghiaia e ciottoli
da -0,40 a -2,80/4,60 m	ghiaie addensate
da -2,80/4,60 a -5,00/6,80 m	ghiaie in matrice sabbiosa meno addensate

-lotto ovest (parte sud) (P5, P6, P7, P8)

da 0,00 a -0,60/0,80 m	suolo limoso sabbioso con molta ghiaia e ciottoli
da -0,60/0,80 a -2,40/5,00 m	ghiaie addensate
da -2,40/5,00 a -6,00/7,20 m	ghiaie in matrice sabbiosa meno addensate

-lotto ovest (parte nord) (P9, P10, P11, P12)

da 0,00 a -0,60/0,80 m	suolo limoso sabbioso con molta ghiaia e ciottoli
da -0,60/0,80 a -2,00/4,20 m	ghiaie addensate
da -2,00/4,20 a -6,60/7,00 m	ghiaie in matrice sabbiosa meno addensate

RELAZIONE GEOLOGICA

I parametri geotecnici, riportati nella seguente tabella riassuntiva, riferiti al livello di ghiaie addensate (da -0,60/0,80 a -5,00 m circa), ovvero quelli interessati dall'installazione del progetto, sono:

PARAMETRI	lotto est (nord del Raccordo) (P1, P2)	lotto est (sud del Raccordo) (P3, P4)	lotto ovest (parte sud) (P5, P6, P7, P8)	lotto ovest (parte nord) (P9, P10, P11, P12)
γ (Kg/mc)	1800÷1900	1800÷1900	1800÷1900	1800
Σ (Kg/mc)	0,524÷0,823	0,281÷0,559	0,446÷0,816	0,357÷0,754
Cu (Kg/cm ^q)	-	-	-	-
Mv (cmq/Kg)	0,005297÷0,006781	0,005732÷0,005952	0,005495÷0,009913	0,006515÷0,011278
Φ (°)	37÷41	40÷44	36÷42	35÷41
Dr (%)	71÷88	84÷95	61÷89	55÷82
Perm (cm/sec)	5,70÷5,72E-02	5,71E-02	5,70÷5,75E-02	5,72E-02÷5,76E-02
K orizz. (Kg/cm ^c)	4,9158÷6,2923	5,6154	3,3625÷6,0667	1,3143÷5,1167

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche							
γ = peso di volume	Korizz = moulo reaz. orizz.						
γ' = peso di volume	Φ = angolo attrito						
Σ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume						
Cu = coesione non drenata	Dr = densità relativa						
Dr = densità relativa (%)							

Tabella 5-1 – Parametri geotecnici

5.4 Analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere

In corso d'opera il progettista e il Direttore dei Lavori potranno richiedere delle analisi specifiche nel terreno interessato dalla realizzazione del progetto.

5.5 Scavi e riporti

I volumi di materiale granulare alluvionale, che si prevede di movimentare per la realizzazione dell'intervento in progetto sono riportati nella seguente tabella:

Attività	Superficie scavo [m ²]	Profondità scavo [m]	(A) Volume scavato [m ³]	(B) Reinterri con materiale proveniente dal sito [m ³]	Riempimento con materiale proveniente da siti esterni [m ³]	(A-B) Esubero materiale scavato [m ³]	Gestione esubero
Sistemazione del terreno/scotico/rimozione vegetazione	521071	0,05	26054	48824	0	-22770	Recupero Terre e rocce da altre attività
Opere minori (recinzioni, pali illuminazione...)	1781	0,2-2,5	1041	861	0	181	Utilizzo in sistemazione terreno
Mitigazioni/arboricoltura	3528	0,40	1414	1414	0	0	-
Viabilità interna	38098	0,45	17144	0	17144	17144	Utilizzo in sistemazione terreno
N 4 x cabina uso generico	127	0,30	38	0	38	38	Utilizzo in sistemazione terreno
N. 4 x cabina ausiliari	82	0,30	25	0	25	25	Utilizzo in sistemazione terreno
N. 4 x cabina di smistamento	127	0,30	38	0	38	38	Utilizzo in sistemazione terreno
N.12 x power station	291	0,35	102	0	102	102	Utilizzo in sistemazione terreno
Scavo opere di drenaggio	10664	0,1-0,2	1872	0	0	1872	Utilizzo in sistemazione terreno
Posa cavidotti interni all'area di impianto	6723	0,55-1,30	6020	2650	3370	3370	Utilizzo in sistemazione terreno
Posa cavidotto AT 36 kV di collegamento 2 lotti impianto	1655	1,3-1,6	2393	995	1397	1397	Rifiuto
Posa cavidotto AT 36 kV smistamento-SE HP2	12267	1,60	19627	9200	10427	10427	Rifiuto
Stazione Elettrica SE	58870	1,00	58870	52709	6161	6161	Rifiuto
TOTALE			134638	116653	38702	17985	

Tabella 5-2 – Volumetrie TRS scavi e riporti.

Inoltre, saranno necessari i seguenti metri cubi di materiale per la realizzazione del progetto:

TOTALE SABBIA	8939
TOTALE GHIAIA	972
TOTALE MISTO GRANULARE	12636
TOTALE INERTE/PIETRISCO	7660
TOTALE CALCESTRUZZO	7460
TOTALE BINDER	724
TOTALE CONGLOMERATO BITUMINOSO	310
TOTALE	38702
TOTALE ARROTONDATO	38800

Tabella 5-3 – Volumi di materiale da apportare all'interno del cantiere [m3].

5.6 Piano di controllo e monitoraggio

Il monitoraggio ha come scopo la verifica del mantenimento delle condizioni iniziali ambientali, la verifica del buon funzionamento dell'intervento.

Per quanto riguarda l'intervento in progetto non si prevede monitoraggio geologico.

6 Caratterizzazione sismica

6.1 Risposta sismica locale (RSL) e rischio sismico

Gli eventi sismici che si verificano nel territorio italiano sono dovuti a movimenti strutturali/cinematici della penisola e delle aree circostanti, che generano strutture profonde e superficiali, responsabili dei terremoti. L'area di studio è al margine del fronte appenninico settentrionale.

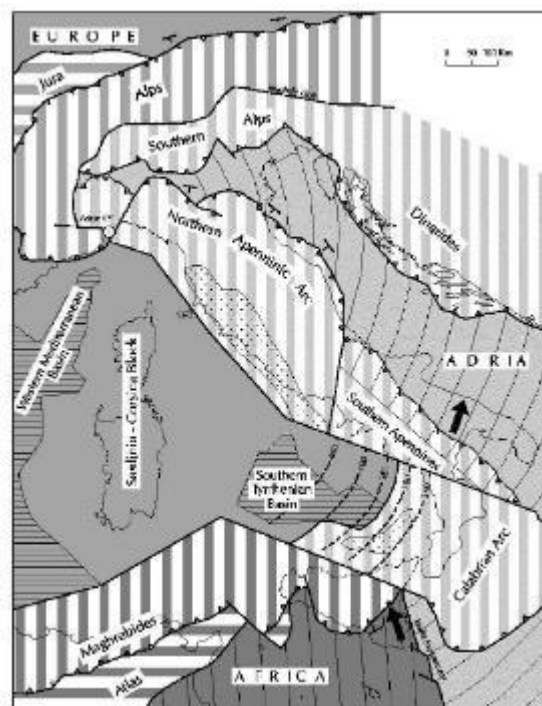
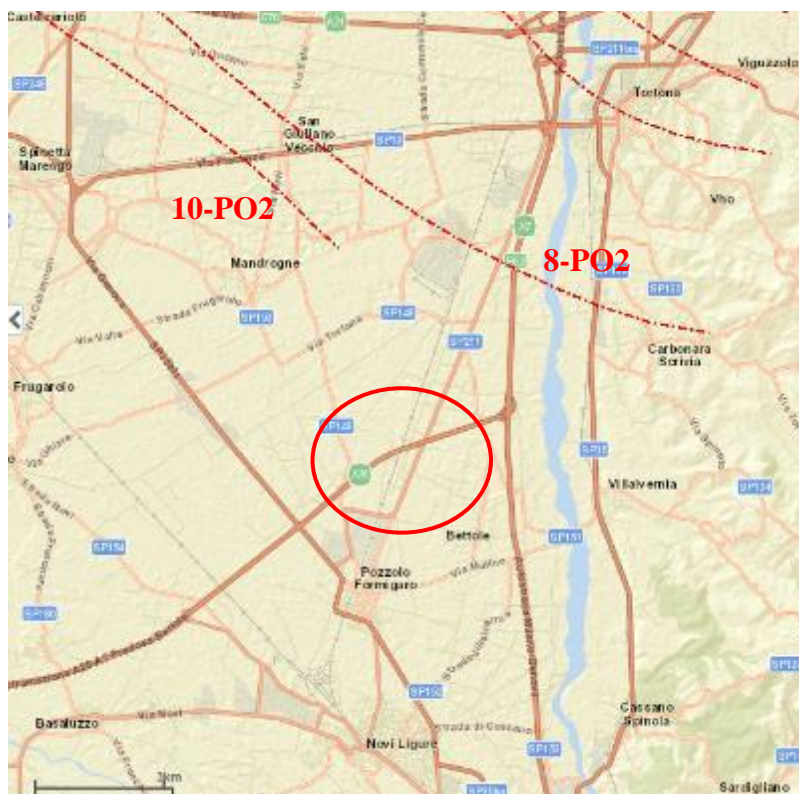


Figura 6-1 – Schema strutturale/cinematico dell'Italia e aree circostanti, che mostra la traccia degli slip-vettori della rotazione della placca africana rispetto a quella europea e della microplacca adriatica rispetto all'Europa (da Meletti et al., 2000a).

Sia le strutture profonde, che quelle superficiali, sono alla base della zonazione sismotettonica che deriva dalla modellazione cinematica delle principali unità tettoniche attive nei tempi più recenti (Scandone et al., 1990). Ciò porta ad individuare zone omogenee sotto il profilo del comportamento geodinamico e dei meccanismi di rottura, causa dei terremoti. Nell'area di studio le strutture sepolte sono principalmente anticlinali e sinclinali, due faglie inverse, di cui una chiamata 8-PO2 (distante 3.600 m circa dall'area di progetto) e la seconda 10-po2 (distante circa 5 km dall'area di progetto), a nord dell'area di studio, segnalate dal sito ITHACA (<https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>) e di seguito descritte.

La faglia 8-PO2 è una struttura con cinematica inversa appartenente al "Padan Thrust Front", un sistema tettonico che comprende diverse faglie orientate N-NE che incidono sulla successione del Bacino Piemontese Terziario e ne controllano la sovrapposizione sulla Pianura Padana. Il nome della faglia deriva dalle rilevazioni geofisiche effettuate nell'area dall'ENEL (1984, 1985), in cui sono visibili a una profondità massima di circa 5 km diverse faglie inverse, con flessione da 20.000 m in su fino a 55.000 m; alcune di esse culminano molto vicino alla superficie, ad una profondità minima di 10-30 m (ENEL, 1985). La faglia 8-PO2 si estende per alcuni chilometri sotto l'Altopiano di Valenza e la sua dorsale collinare meridionale prosegue sotto la terminazione settentrionale del Bacino di Alessandria e termina nella zona collinare a sud di Tortona, in prossimità di Villaromagnano. Nella

zona pianeggiante del bacino di Alessandria, la faglia 8-PO2 termina in prossimità della superficie topografica (circa 25 m di profondità). Questa faglia deforma l'unità A-A0 fatta di depositi alluvionali grossolani riferibili al Pleistocene medio -sup.(?). (ENEL, 1985). Nella zona pianeggiante vicina ai rilievi del Monferrato la faglia deforma la parte superiore della sequenza stratigrafica interessando anche la superficie soprastante corrispondente all'orizzonte A0. La faglia 8-PO2 fu considerata attiva fino al Pleistocene superiore. La mancanza di determinazioni di età per la parte superiore della sequenza stratigrafica e l'incerta chiusura superiore della struttura non permettono di escludere la sua attivazione in tempi più recenti. La limitata disponibilità e risoluzione delle sezioni geologiche e geofisiche richiede indagini più specifiche per valutare adeguatamente la capacità della faglia.



**Figura 6-2 – Faglie individuate da ITHACA nei pressi dell’area di progetto (nel cerchio rosso) da
(<https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>).**

Anche la faglia 10-PO2 è una struttura con cinematica inversa appartenente al “*Padan Thrust Front*”, ottenuta dalle rilevazioni geofisiche effettuate nell’area dall’ENEL (1984, 1985). La faglia 10-PO2 si estende per alcuni chilometri al di sotto dell’estremità settentrionale del bacino di Alessandria, nella zona compresa tra Mandrogne e Pietra Marazzi, quest’ultima situata ai piedi del rilievo del Monferrato. La faglia 10-PO2 termina ad una profondità di circa 900 m, ma deforma l’intera sequenza stratigrafica caratterizzata da una flessione legata alla crescita di un’antiforme, interessando anche i depositi alluvionali grossolani riferibili al Pleistocene medio - Sup.(?) (orizzonte A-A0. ENEL, 1985). La faglia 10-PO2 fu considerata attiva fino al Pleistocene medio. La mancanza di determinazioni di età per la parte superiore della sequenza stratigrafica e l’incerta chiusura superiore della struttura non permettono di escludere la sua attivazione in tempi più recenti. La limitata disponibilità e risoluzione delle sezioni geologiche e geofisiche richiede indagini più specifiche per valutare adeguatamente la capacità della faglia.

Dal sito DISS dell'INGV <https://ingvterremoti.com/2019/01/16/diss-ovvero-il-database-delle-sorgenti-sismogenetiche-italiane/>, si nota che la sorgente sismogenetica individuale ITCS180 “Eastern Monferrato”, è a circa 10,25 km a nord-est dell’area di studio.

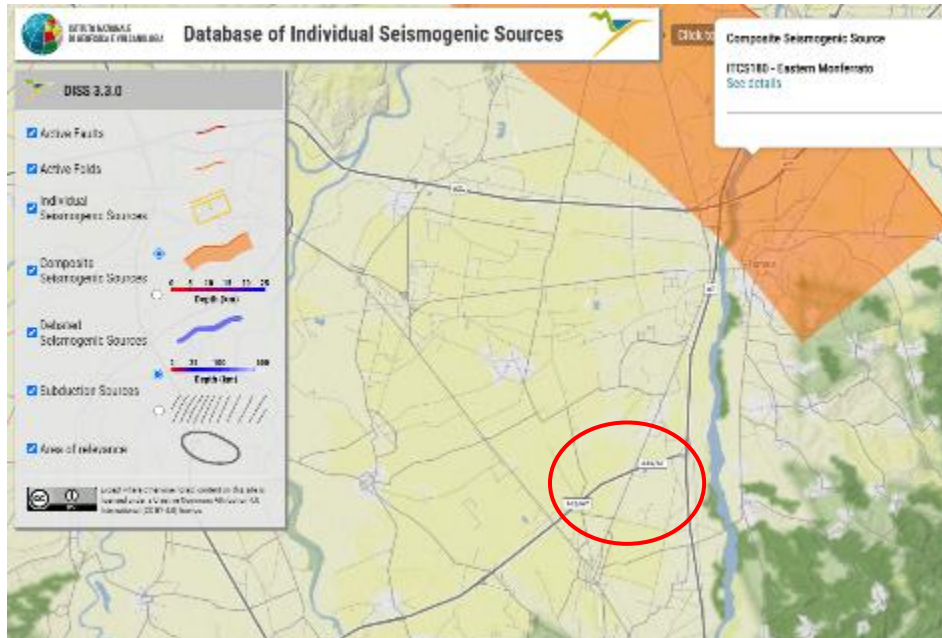


Figura 6-3 – Estratto dal Database delle sorgenti sismogenetiche individuali (DISS) per l’area di studio (nel cerchio rosso).

Le caratteristiche della sorgente sono:

GENERAL INFORMATION			
DISS-ID	ITCS180		
Name	Eastern Monferrato		
Compiler(s)	Burrato P.(1)		
Contributor(s)	Burrato P.(1)		
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy		
Created	20/04/2016		
Updated	20/04/2016		
Display map			
Related sources			
PARAMETRIC INFORMATION			
	Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	1.0	LD	Based on subsurface geological and geophysical data.
Max depth [km]	8.0	EJ	Inferred from geological considerations.
Strike [deg] min... max	115...150	LD	Based on geological observations.
Dip [deg] min... max	40...50	EJ	Inferred from geological considerations.
Rake [deg] min... max	80...120	EJ	Inferred from geological and tectonic considerations.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 0.5000	EJ	Derived from geological data concerning adjacent structures.
Max Magnitude [Mw]	6.4	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

RELAZIONE GEOLOGICA

Dal catalogo INGV dei terremoti italiani (DBMI15), risultano 3 eventi verificatisi tra il 1828 e il 2001, con magnitudo compresa tra 4,23 e 5.72, avvertiti a Pozzolo Formigaro, riportati nella tabella che segue:

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1828	10	09	02	20		Oltrepò Pavese	110	8	5.72
3	2000	08	21	17	14		Monferrato	595	6	4.94
NF	2001	07	18	22	47	1	Monferrato	253	5	4.23

Nel raggio di 10 km da Pozzolo Formigaro, i principali eventi sismici sono riportati nella lista che segue:

Località	EQs	Distanza (km)
Novi Ligure	37	3
Pasturana	3	6
Villalvernia	8	6
Cassano Spinola	4	7
Basaluzzo	5	7
Tassarolo	4	8
Fresonara	4	8
Francavilla Bisio	5	8
Gavazzana	3	8
Spineto Scrivia	4	8
Paderna	3	9
Bosco Marengo	6	9
Carbonara Scrivia	2	9
Carezzano (Carezzano Maggiore)	5	9
Frugarolo	5	10
Serravalle Scrivia	8	10
Podigliano	1	10
Carezzano Superiore	3	10
Stazzano	10	10
Sardigliano	6	10

Dal Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 (<https://esse1-gis.mi.ingv.it/>) risultano due parametri dello scuotimento: **PGA** (Peak Ground Acceleration, picco di accelerazione orizzontale del suolo, definita anche come a(g) dall'OPCM 3519/2006) e **SA** (accelerazione in funzione del periodo di vibrazione, definito Se(T) in NTC08); l'unità di misura è g, vale a dire l'accelerazione di gravità, corrispondente a 9.8 m/sec².

Di seguito si riportano i valori ottenuti dal modello.

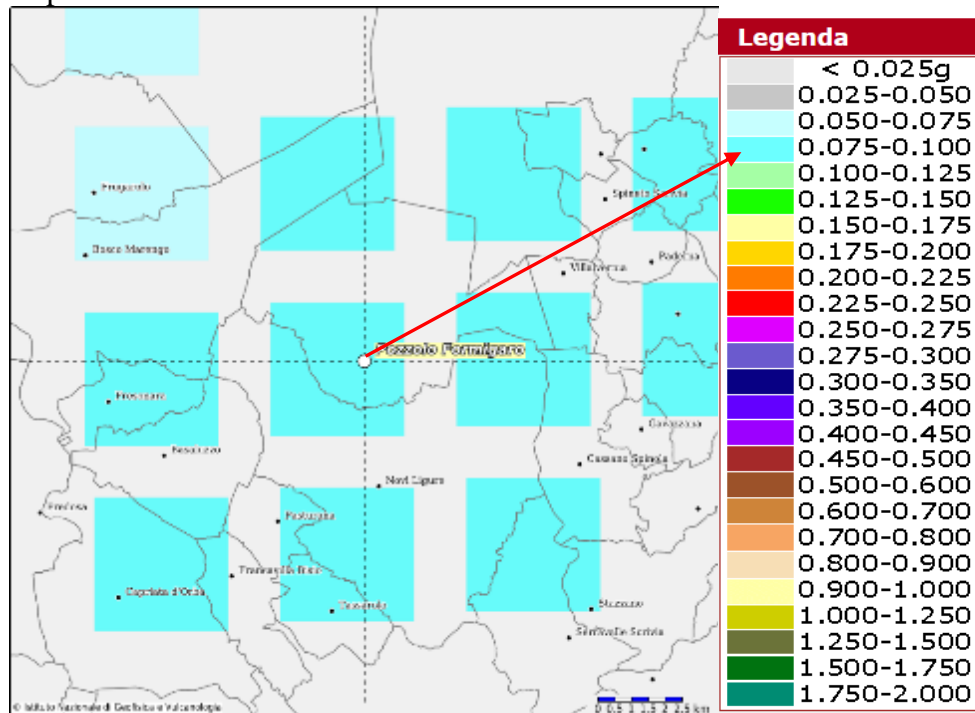


Figura 6-4 – Estratto, per l'area di studio, da <https://esse1-gis.mi.ingv.it/>, determinazione del parametro dello scuotimento PGA, probabilità di superamento del 10% in 50 anni, percentile 50°.

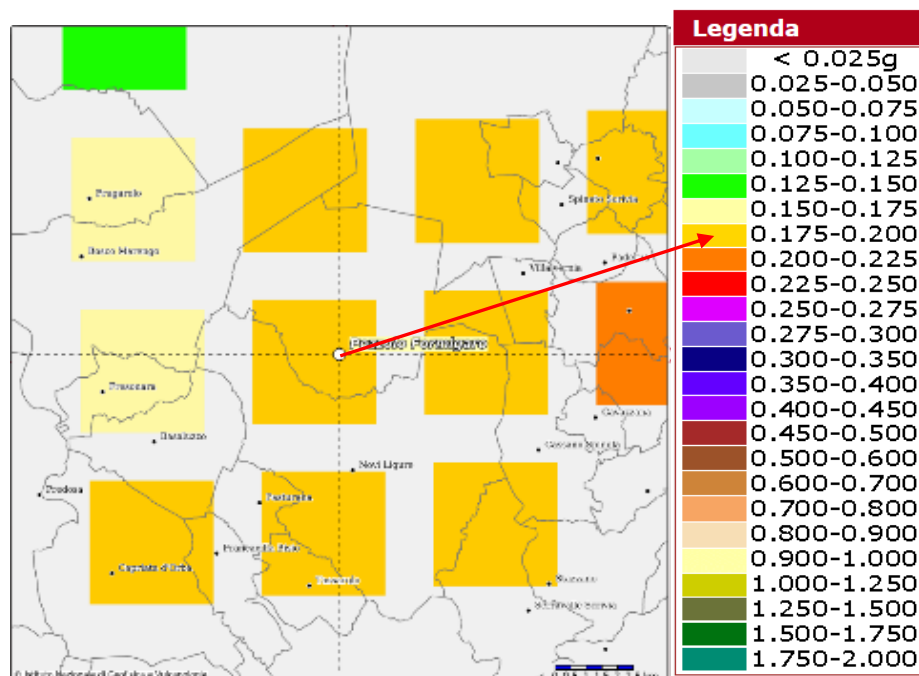


Figura 6-5 – Estratto, per l'area di studio, da <https://esse1-gis.mi.ingv.it/>, determinazione del parametro dello scuotimento SA, probabilità di superamento del 10% in 50 anni, percentile 50°, periodo spettrale (sec) 0.10.

6.2 Azione Sismica (Ordinanza D.M. del 17/01/2018)

Il territorio comunale di Pozzolo Formigaro è in Zona sismica 3, a pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a forti terremoti, ma rari. Come sopra riportato, l'area di Pozzolo Formigaro

RELAZIONE GEOLOGICA

rientra tra le celle contraddistinte da valori di ag di riferimento compresi tra 0,075 e 0,100 (Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento ag; probabilità in 50 anni 10%; Percentile 50).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si è fatto riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento e sulle condizioni topografiche (Capitolo 3.2.2 - Tab. 3.2.II e 3.2.III - del D. M. 17/01/2018), da cui risulta che il terreno di intervento appartiene alla categoria di sottosuolo **B**, determinata dai risultati delle prove MASW e dall'indagine sul terreno, essendo sulla formazione alluvionale quaternaria ghiaiosa, e alla categoria topografica **T1**, su area pianeggiante.

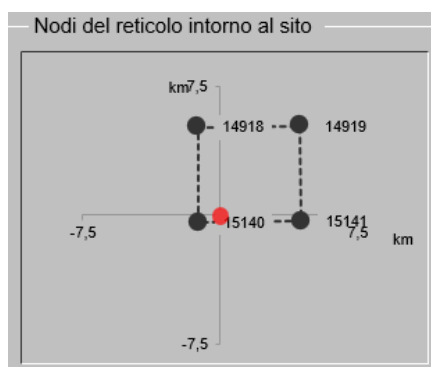
Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

L'individuazione della pericolosità del sito, nella **Fase 1** del programma fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, valutata per il Comune di Pozzolo Formigaro, mostra i nodi del reticolo intorno al sito, i valori di ag, F₀, T_c elaborati attraverso gli spettri di risposta NTC ver. 1.03.

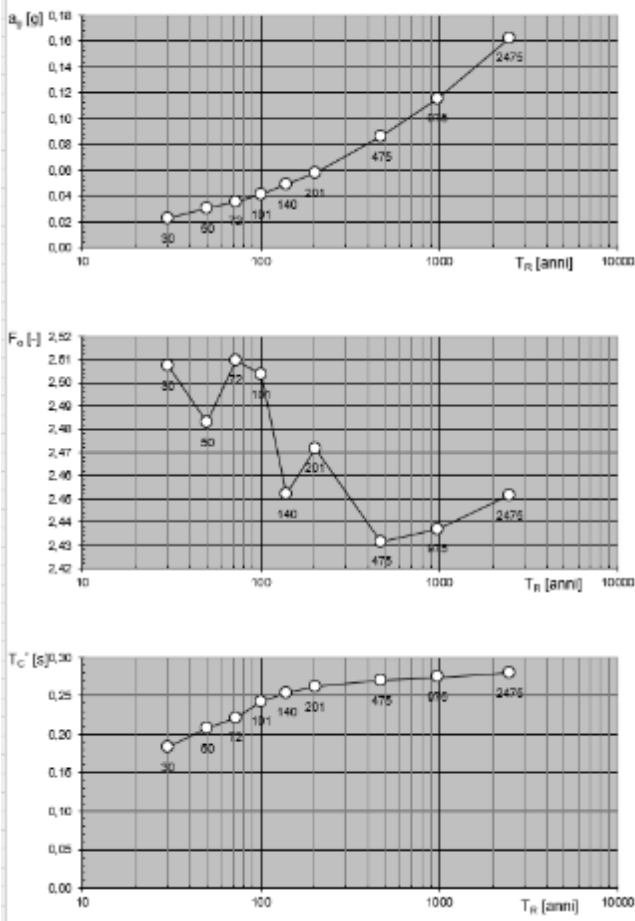


Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

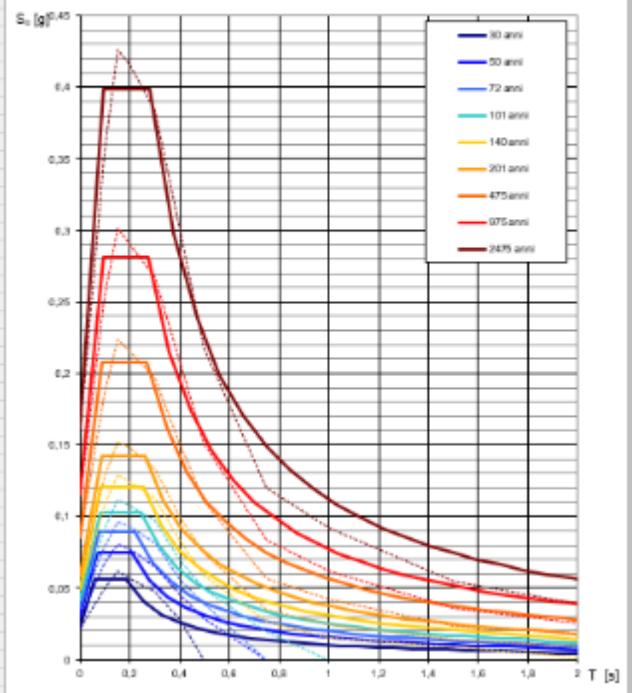
T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,022	2,507	0,183
50	0,030	2,483	0,208
72	0,036	2,510	0,222
101	0,041	2,503	0,243
140	0,049	2,452	0,254
201	0,058	2,472	0,262
475	0,086	2,432	0,270
975	0,116	2,437	0,274
2475	0,163	2,451	0,280

I grafici della variabilità dei valori dei parametri, e gli spettri di risposta per periodi di ritorno T_R di riferimento, sono:

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



Spettri di risposta elastica per i periodi di ritorno T_R di riferimento



Gli spettri di risposta elastica per i diversi stati limite, nella **FASE 2 – SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE** sono i seguenti, considerando che la vita nominale della costruzione è ≥ 50 anni, la Classe d'Uso è la I, il coefficiente C_u è 0,7:

RELAZIONE GEOLOGICA

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VE} = 81\% \\ \text{SLD} - P_{VE} = 63\% \end{array} \right.$

Stati limite ultimi - SLU $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VE} = 10\% \\ \text{SLC} - P_{VE} = 5\% \end{array} \right.$

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

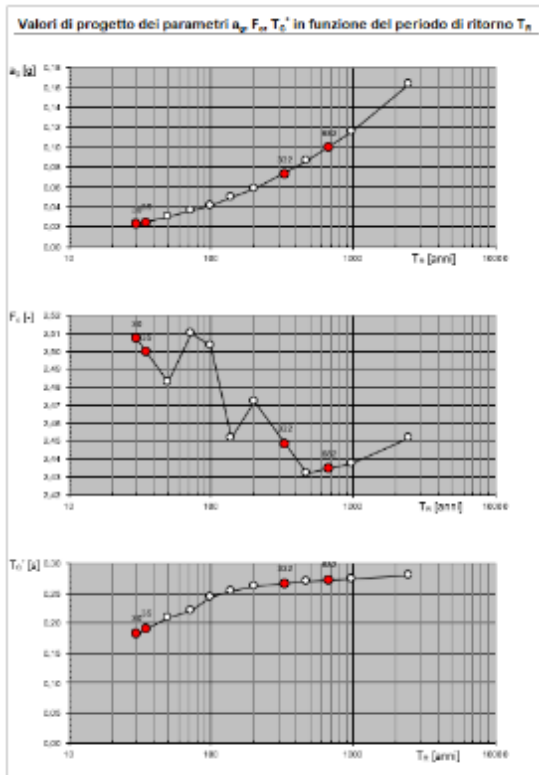
--- Strategie per costruzioni ordinarie

--- Strategie scelte

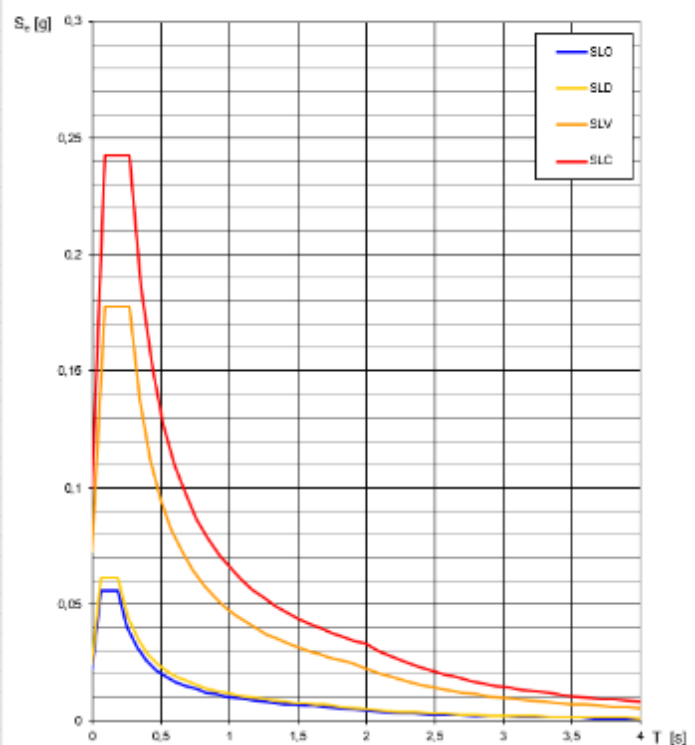
Strategie di progettazione

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,022	2,507	0,183
SLD	35	0,024	2,500	0,190
SLV	332	0,073	2,448	0,266
SLC	682	0,100	2,434	0,272



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



RELAZIONE GEOLOGICA

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

Gli **stati limite di esercizio**, considerati nella **FASE 3** sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO)

- Stato Limite di Danno (SLD).

Gli **stati limite ultimi** considerati sono:

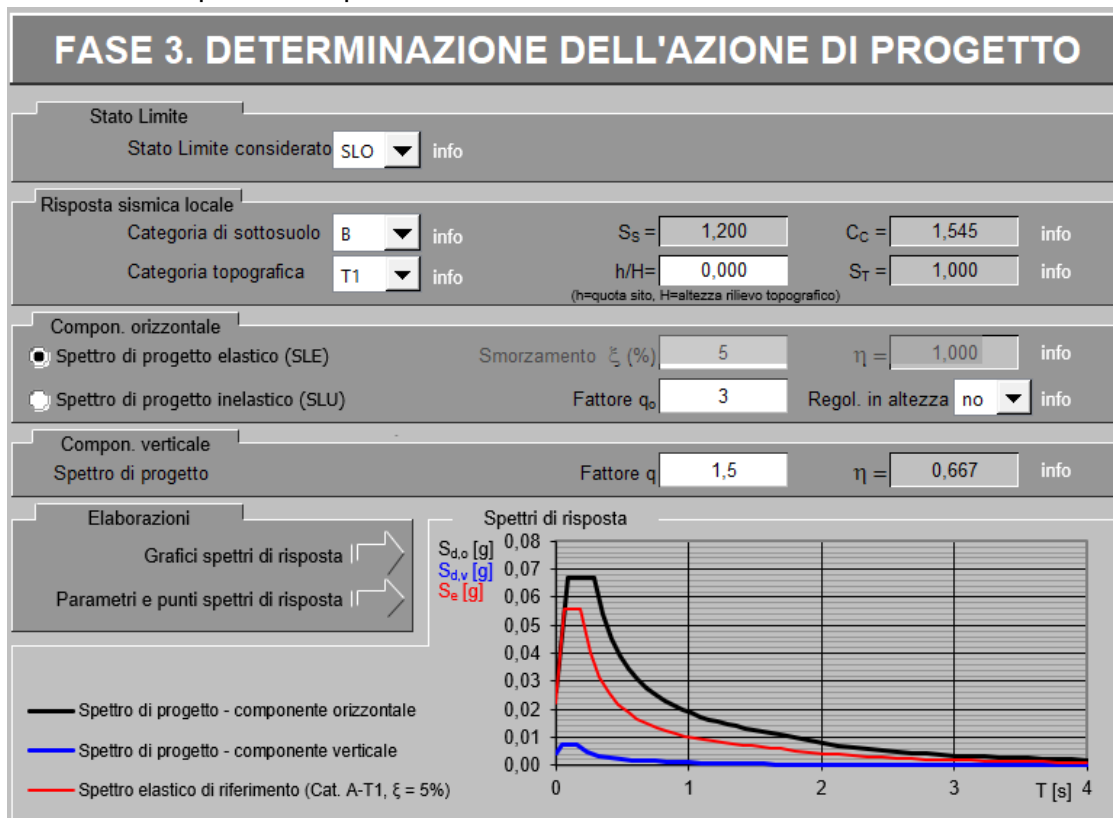
- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)

- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui ci siamo riferiti per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.1 delle NTCT:

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

Nella determinazione dell'azione di progetto, per gli Stati limite di esercizio (SLE), per la componente orizzontale viene mostrato lo spettro di risposta elastico, mentre, per gli Stati Limite Ultimi (SLU), viene mostrato lo spettro di risposta inelastico.



RELAZIONE GEOLOGICA

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **B** info

$S_S = 1,200$

$C_C = 1,533$ info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0,000$

$S_T = 1,000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1,000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3**

Regol. in altezza **no** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1,5**

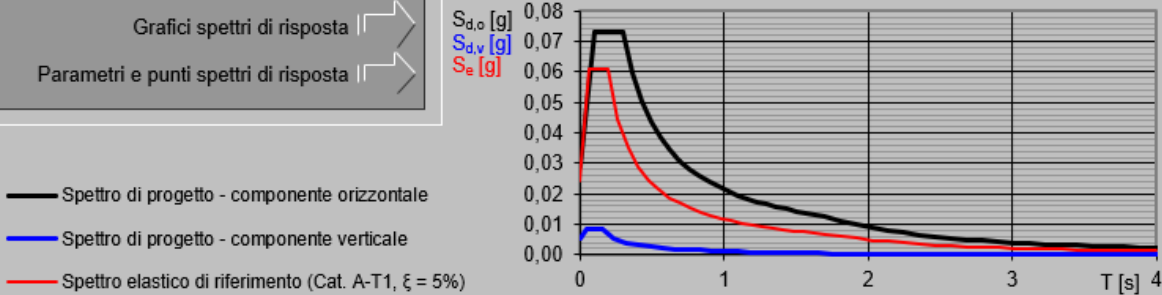
$\eta = 0,667$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **B** info

$S_S = 1,200$

$C_C = 1,433$ info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0,000$

$S_T = 1,000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1,000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **3**

Regol. in altezza **no** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1,5**

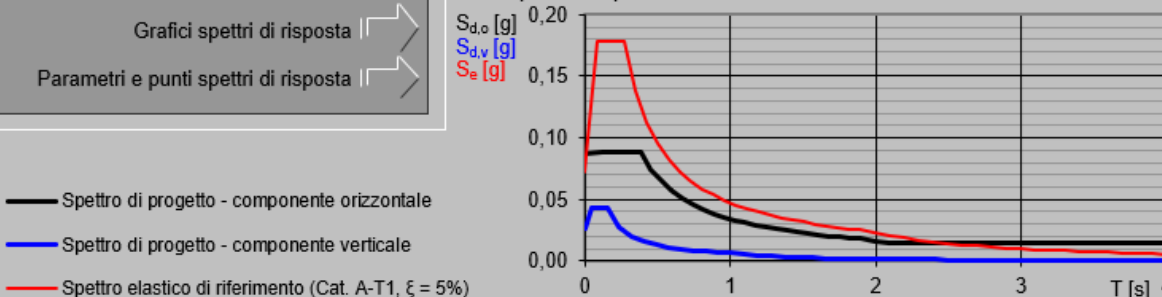
$\eta = 0,667$ info

Elaborazioni

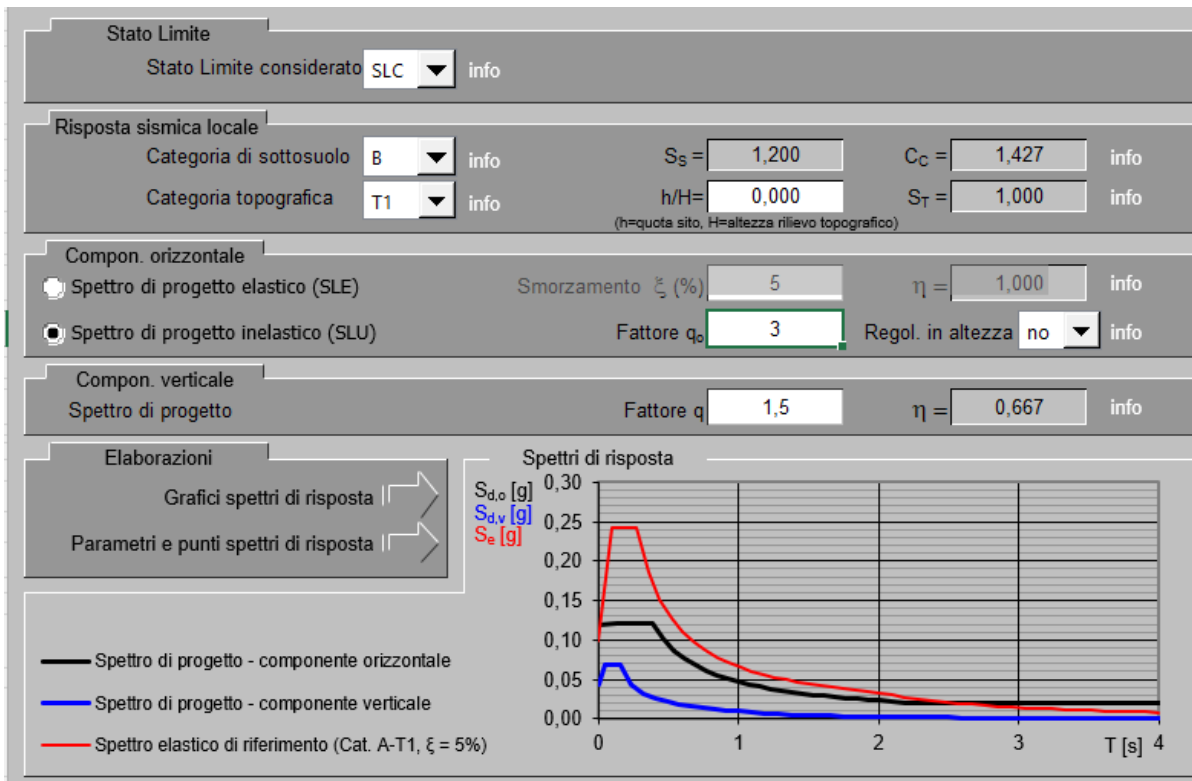
Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



RELAZIONE GEOLOGICA



7 CONCLUSIONI

Gli interventi in progetto sono localizzati principalmente in Comune di Pozzolo Formigaro (AL), a nord-est del concentrico del territorio comunale. Sull'area di progetto non gravano i vincoli.

L'area di intervento è in Classe I di stabilità geomorfologica, ciò non pregiudica la realizzazione del progetto.

Dall'analisi del Piano Regolatore del Territorio Comunale, del Piano Tutela delle Acque, del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, del Piano Urbanistico Territoriale della Regione Piemonte, del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) risulta che l'intervento in progetto è compatibile con la pianificazione territoriale vigente. Il rilievo geologico e geomorfologico sul terreno ha permesso di identificare le caratteristiche geomorfologiche e le formazioni geologiche dell'area di intervento.

L'elemento geomorfologico dominante nell'area di studio è la pianura, costituita dai sedimenti alluvionali portati dal torrente Scrivia durante la sua lenta migrazione da ovest verso est, che costituiscono il conoide quaternario dello Scrivia.

La formazione geologica, individuabile nell'area di intervento progettuale, è di tipo alluvionale, quaternaria, identificabile come "Fluviale Recente (fl3)".

Dal punto di vista idrogeologico, l'intervento in progetto è situato nelle Unità idrogeologiche all'interno del Gruppo Acquifero A (sintema Q2 – Pleistocene medio-superiore / Olocene) nel Bacino di Alessandria, in particolare nell'Unità Idrogeologica A1, acquifero monostrato, a media permeabilità.

RELAZIONE GEOLOGICA

Secondo lo Schema tettonico, l'area è in sprofondamento continuo, dal Pliocene al Quaternario Antico, dovuto alla presenza di una sinclinale con asse nord ovest-sud-est, modellata sui terreni marini terziari, caratterizzata da elementi deformativi moderati, quali pieghe e localmente faglie.

Le indagini geognostiche sono state effettuate sia durante il rilievo geologico e geomorfologico che con prove penetrometriche e prospezioni sismiche, dal Dott. Geol. Andrea Cavalli di Valenza, tra agosto e settembre 2023, i cui risultati sono riportati in allegato.

La caratterizzazione litotecnica dell'area di intervento progettuale definisce "Depositi Alluvionali recenti" i materiali granulari sciolti o poco addensati a prevalenza sabbiosa, che occupano tutta l'area di studio. Si tratta essenzialmente di depositi clastici di natura estremamente varia, sia per caratteristiche granulometriche che per la provenienza dei clasti; in generale costituiti da ghiaie, ciottoli e limi, con frazione fine irregolare, potenti fino a 8÷10 m.

I volumi di materiale granulare alluvionale, che si prevede di movimentare per la realizzazione dell'intervento in progetto sono riportati nella tabella nel paragrafo 2.5.

L'area di Pozzolo Formigaro è in Zona Sismica 3.

In riferimento alla tipologia dell'intervento in progetto, sulla base dei risultati ottenuti con le indagini e considerando il contesto logistico, geologico, geomorfologico ed idrogeologico del sito, si può concludere che non esiste nessuna pregiudiziale o problematica di carattere geologico e geotecnico che possa pregiudicarne la realizzazione, per cui l'intervento è fattibile sotto l'aspetto geologico.

Dott. Geol. Laura Marchetti





**Impianto fotovoltaico con agricoltura
integrata "La Cipollona"
Comune di Pozzolo Formigaro (AL)**



RELAZIONE GEOLOGICA



NOVICONCONSULT s.a.s.

Via Novi 70/A - 15060 Basaluzzo (AL)

noviconsult@pec.noviconsult.it

+39 0143 487735 P.IVA 01942220060

