



Engineering & Construction

GOLDER



GRE CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.030.01

PAGE

1 di/of 59

TITLE: Relazione Geologica

AVAILABLE LANGUAGE: IT

RELAZIONE GEOLOGICA (Inquadramento) "Spinetta Marengo FV" Alessandria (AL)



File: GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.030.01_Relazione geologica (inquadramento)

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
01	13/04/2022	Rev.01	A.Duca	A.Fata M. Gallina	V.Bretti
00	15/07/2021	Emissione Definitiva	D.Alessi A.Duca	A. Fata	V. Bretti

EGP VALIDATION

Name (EGP)	Discipline EGP	PE EGP
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATE BY

PROJECT / PLANT Spinetta Marengo FV (13131)	EGP CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	R	2	7	I	T	P	1	3	1	3	1	0	0	0	3	0	0

CLASSIFICATION For Information or For Validation	UTILIZATION SCOPE Basic Design, Detailed Design, Issue for Construction, etc.
---	--

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

Indice

1.0	INTRODUZIONE.....	3
1.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.0	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3.0	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	11
3.1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'IMPIANTO	11
3.2	FASE DI CANTIERE	14
3.3	FASE DI ESERCIZIO	21
3.4	DISMISSIONE DELL'IMPIANTO A FINE VITA, OPERAZIONI DI MESSA IN SICUREZZA DEL SITO E RIPRISTINO AMBIENTALE.....	22
4.0	GEOMORFOLOGIA.....	23
4.1	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	23
4.2	CARATTERI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA DI PROGETTO.....	23
5.0	IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	24
5.1	IDROGRAFIA.....	24
5.2	CARATTERI IDROGEOLOGICI DELL'AREA DI PROGETTO	26
5.3	LIVELLO PIEZOMETRICO NELL'AREA DI INTERVENTO.....	28
6.0	GEOLOGIA.....	30
6.1	INQUADRAMENTO REGIONALE	30
6.2	CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA DI PROGETTO	32
6.3	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	34
6.4	MODELLO GEOLOGICO TECNICO.....	36
6.5	CLASSIFICAZIONE SISMICA E SISMICITÀ STORICA.....	38
7.0	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA	48
7.1	PERICOLOSITÀ GEOLOGICA: PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO REGIONALE (P.A.I.).....	49
7.2	PERICOLOSITÀ SISMICA.....	52
8.0	COMPATIBILITA' DEL PROGETTO CON I CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA.....	55
8.1	ATTIVITÀ PREVISTE IN FASE DI CANTIERE.....	55
9.0	CONCLUSIONI.....	58

1.0 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la Relazione Geologica redatta nell'ambito del progetto proposto da Enel Green Power Italia Srl, nella frazione di Spinetta Marengo - Comune di Alessandria (AL), all'interno di n° 2 aree denominate "La Bolla" e "Guarasca" situate a c.ca 2,5 km a ovest del Comune di Spinetta Marengo e a 4,8 km a sud-est dal Comune di Alessandria, che ha come oggetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico con potenza nominale massima pari a 11.804,10 kWp e di un annesso impianto BESS della taglia di 3.900,00 kW .

L'impianto sarà realizzato con moduli fotovoltaici bifacciali provvisti di diodi di by-pass e ciascuna stringa di moduli farà capo ad una String box dotata di fusibili sia sul polo positivo che sul negativo e di un sezionatore in continua. Esso sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

I criteri generali adottati per lo sviluppo del presente progetto sono in linea con le prescrizioni contenute nel quadro normativo di riferimento per tali interventi.

Il presente studio geologico è redatto in conformità alla seguente normativa:

- D.M. LL. PP. 11 marzo 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione e successive istruzioni riportate nel D.M. LL.PP.16.01.1996 (Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche);
- O.P.C.M. 3274 (2003) -O.P.C.M. 3431 (2005) Norme per edifici;
- Decreto Ministeriale 17/01/18 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 18) e Circolare sulle Istruzioni - C.S. LL.PP.

Le Norme tecniche per le costruzioni sono emesse ai sensi delle leggi 5 novembre 1971, n. 1086, e 2 febbraio 1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 80, e dell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n.136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii.. Esse raccolgono in un unico organico testo le norme prima distribuite in diversi decreti ministeriali.

Esse definiscono¹ i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità, forniscono quindi i criteri generali di

¹ Tratto da: Dispense Corso itinerante specialistico di approfondimento sulle NTC 2018 – Sito web dell'Ordine dei Geologi del Lazio - Analisi della norma (di E.Aiello).

sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone, o comportare la perdita di beni, o provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- sicurezza antincendio: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto;
- durabilità: capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- robustezza: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

In fase di progettazione esecutiva saranno eseguite indagini geognostiche opportunamente localizzate in modo da rilevare la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs) e, quindi, poter effettuare la microzonazione sismica e definire gli effetti locali sulla modalità di propagazione delle onde sismiche attribuendo la corretta categoria di sottosuolo.

In riferimento alle norme citate l'analisi geologica, idrogeologica e geomorfologica contenuta nel presente documento, deriva dall'esame accurato dei dati bibliografici esistenti in letteratura e studi geologici precedenti specifici per l'area di progetto, e dai sopralluoghi effettuati sul campo.

Lo scopo del documento è quello di fornire i seguenti elementi:

- inquadramento geologico, morfologico e idrogeologico dell'area di progetto;
- assetto sismico dell'area di progetto;
- parere di fattibilità riguardo alle opere in progetto;
- indicazioni utili alle successive fasi di progettazione per l'esecuzione di un piano mirato di indagini geognostiche.

La presente relazione fa parte, inoltre, della documentazione a corredo dell'istanza di Verifica di assoggettabilità alla VIA relativa al progetto dell'impianto fotovoltaico citato secondo il

DLgs.152/06 e s.m.i. (come modificato dal D.lgs. 104/2017) parte II (Artt. 19, 20, 21).

Per gli aspetti progettuali più dettagliati si farà riferimento agli elaborati specifici richiamando nel presente documento solo le caratteristiche utili alla valutazione complessiva di compatibilità delle opere nel contesto.

Per la descrizione degli interventi fare riferimento all'elaborato GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.014_Relazione Tecnica.

1.1 Documenti di riferimento

Nel presente studio si è fatto riferimento a documentazione bibliografica di letteratura e di pianificazione territoriale.

Elenco dei documenti consultati:

1. Autorità di Bacino del Fiume Po - Piano per l'assetto idrogeologico (PAI) - Relazione Generale
2. Comune di Alessandria - Tavole di sintesi delle classi di pericolosità geomorfologica -
3. ISPRA: "Carta Geologica d'Italia", scala 1:100.000, Foglio 70 Alessandria.
4. ISPRA: Progetto IFFI Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - <https://idrogeo.isprambiente.it/app/>.
5. ISPRA: Pericolosità e rischio idrogeologico - <https://idrogeo.isprambiente.it/app/>;
6. Zonazione sismogenetica ZS4 adottata dal GNDDT nel 1996 e relativa legenda (fonte: http://emidius.mi.ingv.it/GNDDT/ZONE/zone_sismo.html).
7. Allegati tecnici all'Ipotesi di Approfondimento fondo scavo relativo alla "Cava di Sabbia e Ghiaia in località c.na La Bolla Autorizzata con Determina Dirigenziale n°2011 del 15/07/2003 e n°788 del 21/03/2008".
8. Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 "Presenza d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656".
9. Inquadramento idrogeologico della Relazione Geologica redatta dal Dott. Geol. Andrea Fossati Luglio 2013 per l'istanza di autorizzazione per la gestione di rifiuti (art. 208 D.lgs 152/2006) e contestuale domanda di pronuncia di compatibilità ambientale (art. 12 LR 40/1998) per la realizzazione di una discarica per rifiuti inerti e assimilabili agli inerti secondo le specifiche del D.lgs 36/2003 in frazione Spinetta Marengo località c.na Guarasca.
10. Inquadramento geologico ed idrogeologico della Relazione Geologica redatta dal Dott. Geol. Gabriele Anselmi - Luglio 2019 per il progetto di recupero ambientale del sito di cava in località c.na guarasca 2 nel comune di Alessandria (AL).



Engineering & Construction

GOLDER | wsp

CODICE - CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.030.01

PAGINA - PAGE

6 di/of 59

11. "Studio idrogeologico per individuare nuove zone di approvvigionamento idrico potabile nel territorio compreso fra Spinetta e Frugarolo" eseguito da S.G.A. Srl di Milano
12. Baroni, Cotta Ramusino, Peloso del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Universita di Pavia: "La falda freatica nella pianura oltrepadana pavese e in quella alessandrina: considerazioni sulla vulnerabilità potenziale" - Atti Tic. Sc. Terra 31 (1987/88), pagg. 351-376.

2.0 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito estrattivo in oggetto è situato a c.ca 2,5 km a ovest del Comune di Spinetta Marengo ed a 4,8 km a sud-est dal Comune di Alessandria, in un'area agricola oggetto di coltivazione posta a sud di un grande stabilimento di produzione di polimeri fluorurati.

Le aree ove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico occupano una superficie complessiva di circa 14 ha.

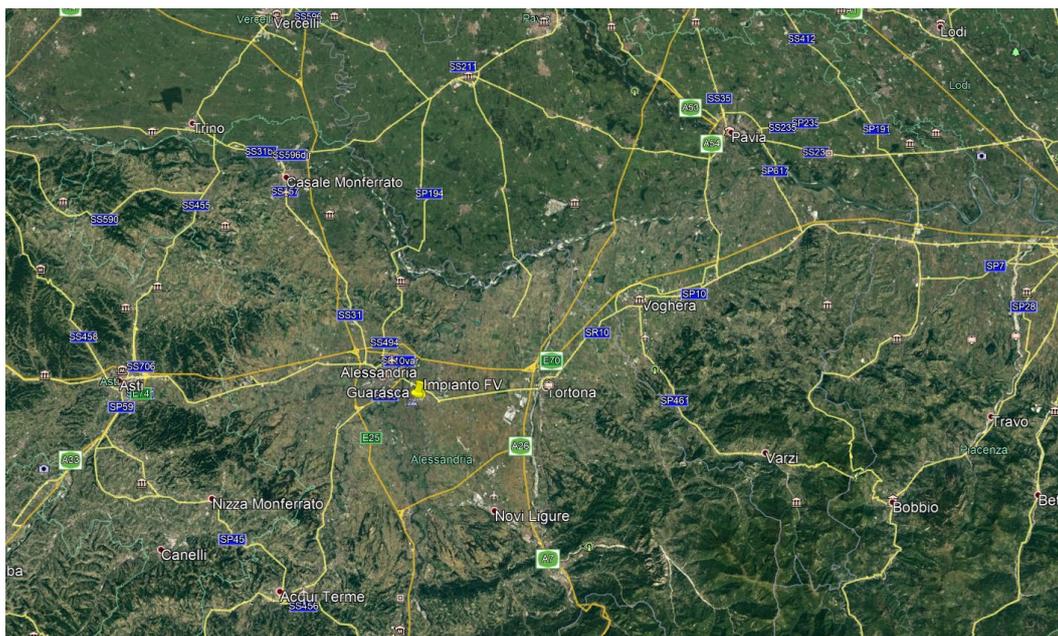


Figure 1 - Ortofoto localizzazione dell'impianto di Spinetta Marengo

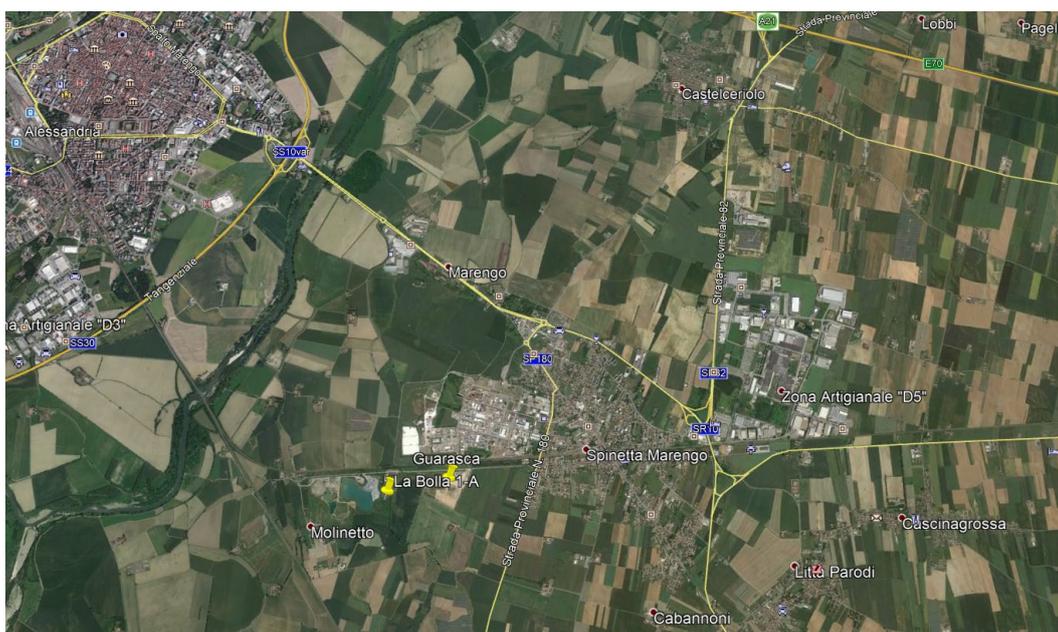


Figure 2 - Inquadramento dell'area di progetto e della frazione di Spinetta Marengo e del Comune di Alessandria (Fonte: Google Earth)



Figure 3 - Inquadramento generale delle aree di interesse. In rosso la perimetrazione del lotto a disposizione (Fonte: Google Earth)

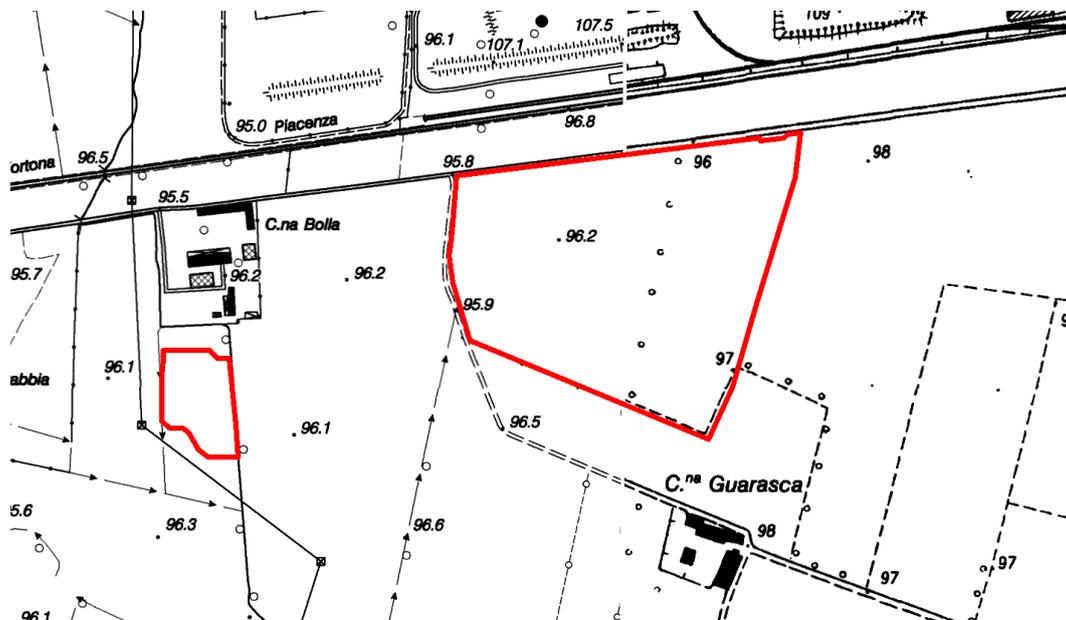


Figure 4 - - Inquadramento generale delle aree di interesse. In rosso la perimetrazione dei lotti a disposizione (CTR della Regione Piemonte "Spinetta Marengo", 1:10.000)

Il sito ove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico è accessibile dalla Str. Bolla; la morfologia risulta prevalentemente pianeggiante, inoltre, l'esposizione e l'andamento del terreno sono tali da non pregiudicare la realizzazione dell'impianto.

L'area dell'impianto in progetto coinvolge, anche solo parzialmente, le seguenti particelle catastali del Comune di Alessandria:

- Foglio 217: particella 130
- Foglio 218: particella 60

Per quanto riguarda le opere di connessione alla rete e le servitù di passaggio del sottocampo "La Bolla" verranno ulteriormente coinvolte le particelle:

- Foglio 217: particelle 113, 139, 140, 143, 144, 147, 148.

Nel caso invece delle opere di connessione alla rete e delle servitù di passaggio del sottocampo "Guarasca" saranno interessate le particelle:

- Foglio 127: particelle 6, 339, 360, 465, 508, 509;
- Foglio 194: particelle 12, 90, 93;
- Foglio 207: particella 22;
- Foglio 209: particelle 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97;
- Foglio 210: particelle 69, 126, 128, 132, 134, 177;
- Foglio 212: particelle 192, 196, 208, 244;
- Foglio 218: particella 59.

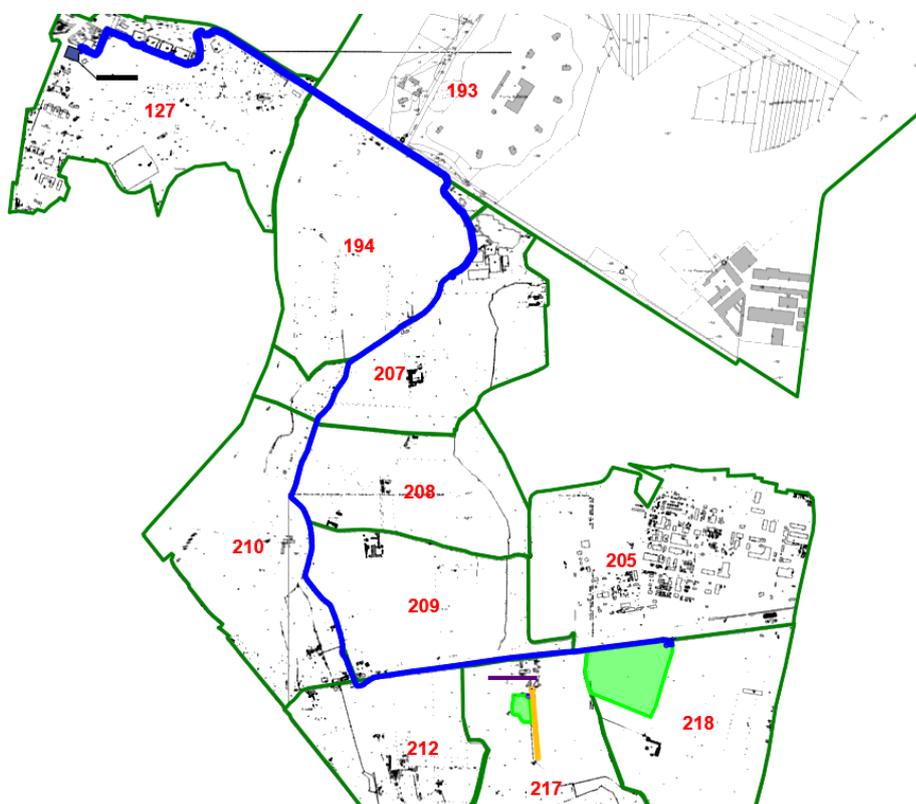


Figura 1 – Inquadramento su base catastale dell'area di impianto (in verde) e delle relative opere di connessione alla rete (in blu).

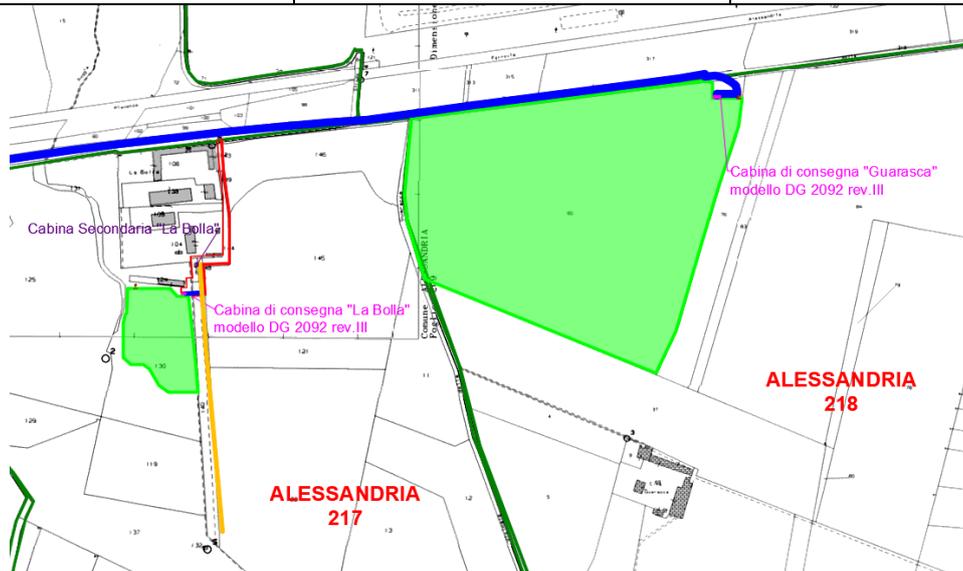


Figura 2 - Dettaglio di inquadramento su base catastale dell'area di impianto (in verde) e delle relative opere di connessione alla rete (in blu).

Qualora l'installazione a posa ribassata non risulti essere attuabile o tecnicamente non percorribile (tenendo conto di eventuali prescrizioni costruttive da parte dell'ente gestore del ponte), il progetto include un tracciato alternativo dei cavidotti che prevede l'attraversamento in subalveo del fiume Bormida mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), seguendo il tracciato riportato nelle due immagini a seguire.

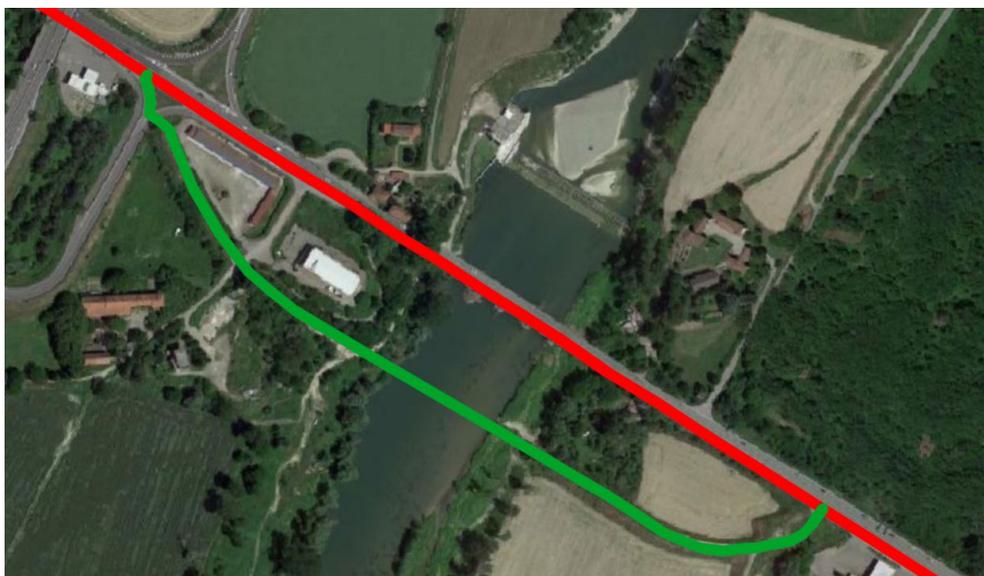


Figura 3 - Sovrapposizione su base ortofoto del tracciato alternativo dei cavidotti di connessione alla rete (in verde) per l'attraversamento in subalveo del fiume Bormida

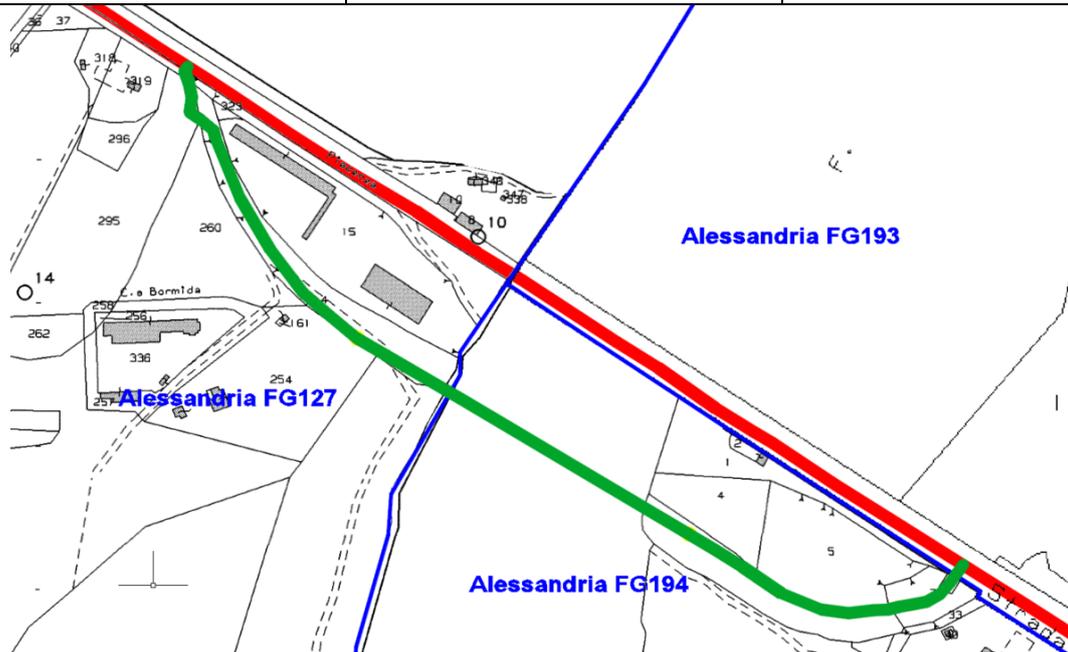


Figura 4 - Sovrapposizione su base catastale del tracciato alternativo dei cavidotti di connessione alla rete (in verde) per l'attraversamento in subalveo del fiume Bormida

Nel caso in cui si renda necessaria adottare il secondo tracciato proposto, le opere di connessione del sottocampo Guarasca interesseranno, **in aggiunta** alle particelle menzionate in precedenza:

- Foglio 127: particelle 14, 84, 295;
- Foglio 194: particelle 6, 7, 8.

3.0 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

3.1 Inquadramento generale dell'impianto

Il progetto proposto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza nominale massima di **11.804,10 kWp**, da realizzarsi nella frazione di Spinetta Marengo - Comune di Alessandria (AL).

Nello specifico il progetto proposto si compone di due sottocampi denominati "Guarasca", della potenza nominale massima di **11.172,00 kWp** e "La Bolla", della potenza nominale massima di **632,10 kWp**, mentre il progetto BESS proposto si compone di due lotti. Il progetto dell'impianto fotovoltaico e BESS insiste su aree di cava impiegate come destinazione delle terre e rocce da scavo, conformi ai limiti previsti dal d.lgs 152/06, provenienti dai lavori di realizzazione del "Terzo Valico dei Giovi" (per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.014_Relazione Tecnica").

A sua volta l'area "Guarasca" sarà suddivisa elettricamente in due lotti:

- 1) lotto A (potenza nominale massima pari a **5.586,00 kWp**)

2) lotto B (potenza nominale massima pari a **5.586,00 kWp**)

L'impianto sarà realizzato con moduli fotovoltaici bifacciali provvisti di diodi di by-pass e ciascuna stringa di moduli farà capo ad una String box dotata di fusibili sia sul polo positivo che sul negativo e di un sezionatore in continua. Esso sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Ciascun sottocampo verrà connesso alla rete di distribuzione dell'energia elettrica mediante due diverse soluzioni di connessione: per il sottocampo "Guarasca" è previsto il collegamento alla Cabina Primaria AT/MT "Alessandria Sud" tramite la costruzione n. 2 linee MT in cavo interrato da unica cabina di consegna MT, allestita con doppia sbarra MT e con congiuntore MT. È richiesta contestualmente la costruzione di una nuova cabina MT di sezionamento intermedia, da posizionare indicativamente nei pressi dell'incrocio tra ex S.S. 10 e via della Stortigliona; per il sottocampo "La Bolla" è previsto invece il collegamento alla rete per mezzo di una nuova cabina di consegna collegata in entra-esce su linea MT esistente "Moietta", uscente dalla Cabina Primaria "Aulara".

Il generatore fotovoltaico, sarà costituito da n. **22.484 moduli fotovoltaici** bifacciali o equivalenti, ciascuno con potenza pari a **525 Wp** e la cui potenza complessivamente installabile risulta essere pari a **11.804,10 kWp**.

L'impianto sarà dotato di un'apparecchiatura di monitoraggio della quantità di energia prodotta dall'impianto e delle rispettive ore di funzionamento.

Nell'ambito del presente intervento verrà inoltre realizzato un Battery Energy Storage System (detto BESS), ovvero un impianto di accumulo elettrochimico di energia costituito da sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all'immagazzinamento dell'energia ed alla conversione bidirezionale della stessa in energia elettrica in media tensione. Tale impianto presenterà una potenza nominale massima di 3.900,00 kW ed è destinato ad essere installato all'interno del sottocampo "Guarasca", in prossimità dell'ingresso principale. Anche per l'impianto BESS è prevista una suddivisione in lotti:

3) lotto 1 (potenza nominale massima pari a 1.300,00 kW);

4) lotto 2 (potenza nominale massima pari a 2.600,00 kW).

Entrambi i lotti verranno collegati alla cabina di consegna prevista per il sottocampo "Guarasca", sfruttando così le medesime opere elettriche e civili, pur presentando punti di connessione separati.

Al fine di poter connettere l'impianto fotovoltaico alla rete di distribuzione nazionale, considerata la potenza da installare di 11.804,10 kWp per l'impianto fotovoltaico e di 3.900 kW per l'impianto BESS, e quanto previsto dalle normative vigenti (CEI 0-16), è necessario innalzare il livello di tensione in uscita dai convertitori statici a 15.000V.

Verranno utilizzati trasformatori bt/MT, della tipologia in resina o in olio (in quest'ultimo caso i

cabinati prefabbricati saranno conformi alle normative antincendio vigenti).

Tutte le apparecchiature lato c.a. previste nel progetto, ad eccezione degli inverter, trovano posto nel quadro elettrico QCA.

Il quadro elettrico, di dimensioni adeguate, dovrà essere certificato e marchiato dal costruttore secondo le norme CEI 17-11 dove applicabili e sarà costituito da un contenitore da parete con grado di protezione non inferiore a IP44 con struttura in poliestere rinforzata con fibra di vetro o di metallo, completo di porta cieca, pannello posteriore, montanti, telaio, base, pannelli laterali, pannelli finestrati e ciechi.

I quadri "QCA", saranno equipaggiati con i seguenti componenti e apparecchiature (soluzione minima):

- Dispositivi di interruzione (dispositivi di generatore): interruttori tripolari magnetotermici lato bt trasformatore;
- Staffe per fissaggio su profilato DIN per interruttore;
- Scaricatore di corrente da fulmine attacco su guida DIN;

I Quadri QCA saranno ubicati all'interno della cabina di sottocampo.

È previsto il posizionamento di:

- n. 6 prefabbricati per l'alloggio degli inverter, quadri elettrici dei QGBT/MT, trasformatori MT/BT di tipo prefabbricato, di dimensioni 8,3 x 2,4 x 3,2 m, da installare nel sottocampo "Guarasca";
- n. 1 prefabbricati per l'alloggio degli inverter, quadri elettrici dei QGBT/MT, trasformatori MT/BT di tipo prefabbricato, di dimensioni 6,5 x 2,4 x 3,2 m, da installare nel sottocampo "La Bolla";
- n. 2 cabina utente prefabbricata di tipo "DG2092 rev.III", di dimensioni 6,7 x 2,5 x 2,7 m circa, una per ciascun sottocampo dell'impianto fotovoltaico;
- n.3 cabina utente prefabbricata di tipo "DG2061 rev.VIII", di dimensioni 5,3 x 2,5 x 2,7 m circa, da installare nel sottocampo "Guarasca";
- n. 1 cabina di consegna prefabbricata di tipo "DG2092 rev.III", di dimensioni 6,7 x 2,5 x 2,7 m circa, da installare nel sottocampo "La Bolla";
- n. 1 cabina di consegna prefabbricata di tipo "DG2092 rev.III", di dimensioni 9,0 x 2,5 x 2,7 m circa, da installare nel sottocampo "Guarasca";
- n. 1 cabina di sezionamento prefabbricata di tipo "DG2061 rev.VIII", di dimensioni 5,3 x 2,5 x 2,7 m circa,, da installare nel sottocampo lungo il tracciato dei cavidotti di connessione alla rete del sottocampo "Guarasca";

Detti edifici saranno di tipo prefabbricato, posizionati su getto di magrone in CLS gettato in opera e ad esse ancorati, avranno una destinazione d'uso esclusivamente tecnica e serviranno ad alloggiare gli inverter, il trasformatore MT/BT, i quadri di parallelo in corrente alternata, le

apparecchiature del sistema di telecontrollo, la cabina di consegna e le apparecchiature di misura e di collegamento alla rete ENEL.

Relativamente all'impianto BESS è previsto invece il posizionamento di:

- n. 7 container metallici, di dimensioni 12,19 x 2,44 x 2,89 m circa;

Detti edifici saranno di tipo prefabbricato, con struttura del tipo autoportante metallica, per stazionamento all'aperto, costruita in profilati e pannelli coibentati. I container verranno installati su una platea in CLS fuori terra debolmente armata, gettato in opera e ad esse ancorati. Tali locali avranno una destinazione d'uso esclusivamente tecnica e serviranno ad alloggiare batterie, convertitori, quadri elettrici, le apparecchiature a servizio del sistema di telecontrollo e dei servizi ausiliari BESS.

Infine, i n.3 gruppi di conversione MT/BT composti da quadri inverter e relativo trasformatore, con ingombro in pianta di circa 9,00 x 3,00 m verranno posizionati su una platea in CLS fuori terra debolmente armata, gettato in opera e ad esse ancorati.

3.2 Fase di cantiere

Con riferimento all'elaborato progettuale "GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.022 - Cronoprogramma", per le attività di cantiere relative alla costruzione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, sono previste tempistiche di circa 12 mesi.

Per la realizzazione dell'impianto si prevedono le seguenti fasi di lavoro:

Accantieramento

Prevede la realizzazione di varie strutture logistiche in relazione alla presenza di personale, mezzi e materiali. La cautela nella scelta delle aree da asservire alle strutture logistiche mira ad evitare di asservire stabilmente o manomettere aree non altrimenti comunque già trasformate o da trasformare in relazione alla funzionalità dell'impianto che si va a realizzare. Verranno utilizzati gli impianti tecnologici già esistenti e funzionali per derivarne le utilities in fase di cantiere. Nell'allestimento e nella gestione dell'impianto di cantiere saranno rispettate le norme in vigore all'atto dell'apertura dello stesso, in ordine alla sicurezza (ai sensi del D.lgs. 81/08 e s.m.i.), agli inquinamenti di ogni specie, acustico ed ambientale.

Preparazione dei suoli

Per la preparazione del suolo si prevede il taglio raso terra di vegetazione erbacea e arbustiva con triturazione senza asportazione dei residui, seguito da minimi livellamenti (considerando la natura pianeggiante del sito) senza apporto o asporto di materiali, regolarizzando le pendenze ove necessario al fine di evitare ristagni di acque meteoriche o di scorrimento superficiale al di fuori delle aree eventualmente riservate a tale destinazione ambientale.

Consolidamento e piste di servizio

Le superfici interessate dalla realizzazione della viabilità di servizio e di accesso, saranno regolarizzate ed adattate mediante costipazione e debole rialzo con materiali compatti di analoga o superiore permeabilità rispetto al sottofondo in ragione della zona di intervento, al fine di impedire ristagni d'acque entro i tracciati e rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere, alle macchine operatrici e di trasporto del personale dedicato a controllo e manutenzione in esercizio. Si provvederà contestualmente alla realizzazione delle recinzioni, degli impianti di videosorveglianza e degli impianti di illuminazione ove necessario. L'area oggetto d'intervento risulta essere perlopiù pianeggiante, pertanto non si prevede di accumulare materiali provenienti da scavi, ritenendo di effettuare esclusivamente lievi regolarizzazioni delle pendenze e della conformazione dei tracciati carrabili e pedonali, rispettando e mantenendo le attuali direttrici di scorrimento superficiale in atto per le acque meteoriche. In tal modo si andrà ad evitare il determinarsi di compluvi o aree di scorrimento preferenziale ed ogni conseguente potenziale fenomeno erosivo localizzato. I materiali provenienti da scavi in terra eventualmente non oggetto di semplice movimentazione in situ, ed ove non siano riutilizzabili perché ritenuti non adatti per il rinterro, saranno gestiti come rifiuto e avviati presso impianti di smaltimento autorizzati, previa caratterizzazione, nel rispetto delle normative vigenti.

Adattamento della viabilità esistente e realizzazione della viabilità interna

È previsto l'adattamento della viabilità esistente qualora la stessa non sia idonea al passaggio degli automezzi per il trasporto dei componenti e delle attrezzature d'impianto. Le strade principali esistenti di accesso alle varie aree del sito costituiranno gli assi di snodo della viabilità d'accesso ai campi fotovoltaici. La viabilità interna al sito presenterà una larghezza minima di 3 m e sarà in rilevato di 10 cm rispetto al piano campagna, come previsto dalle Specifiche Tecniche della Committente.

Opere di regimazione idraulica superficiale

Per quanto riguarda la gestione delle acque di pioggia all'interno dell'area del sito, la definitiva conformazione delle pendenze tenderà ad evitare l'insorgere di aree di ristagno, agevolando i deflussi verso le linee di impluvio esistenti e riconosciute (canali di scolo artificiali e/o fossi naturali). Le acque con derivazione superficiale dall'esterno del sito saranno meglio convogliate attraverso opportuni ripristini dei fossi di scolo individuati e ritenuti da mantenere. Gli eventuali sottopassi a viabilità interna saranno realizzati, salvo diverse indicazioni riportate negli elaborati del progetto esecutivo e disposizioni impartite dalla D.L., con tubazioni di opportuno diametro in calcestruzzo centrifugato, in lamiera ondulata di acciaio o in corrugato, inglobati in materiale arido costipato proveniente da scavi o da cava.

Esecuzione di opere di contenimento e di sostegno dei terreni

Considerata la natura pianeggiante, non sono previste opere di consolidamento di aree in pendio.

Mitigazione impatto visivo dell'impianto

Allo scopo di ridurre l'impatto visivo nei confronti del paesaggio circostante in corrispondenza delle recinzioni dell'impianto si provvederà alla messa a dimora di essenze arboree e siepi, privilegiando se possibile la piantumazione di essenze autoctone, senza tuttavia compromettere la funzionalità e l'operatività dell'impianto stesso. In corrispondenza del lato nord del sottocampo "Guarasca", prospiciente la strada comunale "Bolla", verrà mantenuta la siepe arborea costituita da "Carpinus betulus var. Pyramidalis" prevista nell'ambito del progetto di riempimento della cava. Per un maggiore dettaglio si faccia riferimento all'elaborato progettuale: *GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.029_ Relazione paesaggistica*.

Realizzazione della recinzione dell'area, del sistema di illuminazione, della rete di videosorveglianza e sorveglianza tecnologica

A protezione dell'impianto fotovoltaico verrà realizzata/integrata la recinzione ove e se necessario, in accordo alle specifiche tecniche della Committente. La recinzione avrà un'altezza minima di 2,5 m e sarà costituita da una maglia metallica ancorata a pali in acciaio zincato, questi ultimi sorretti da fondamenta che saranno dimensionate in funzione delle proprietà geomeccaniche del terreno. Il sistema di illuminazione sarà limitato all'area di gestione dell'impianto. Gli apparati di illuminazione non consentiranno l'osservazione del corpo illuminante dalla linea d'orizzonte e da angolatura superiore, ad evitare di costituire fonti di ulteriore inquinamento luminoso e di disturbo per abbagliamento dell'avifauna notturna o a richiamare e concentrare popolazioni di insetti notturni. Il livello di illuminazione verrà contenuto al minimo indispensabile, mirato alle aree e fasce sottoposte a controllo e vigilanza per l'intercettazione degli accessi impropri.

Posizionamento delle strutture di supporto e montaggi

Le opere meccaniche per il montaggio delle strutture di supporto e su di esse dei moduli fotovoltaici non richiedono attrezzature particolari. Le strutture, per il sostegno dei moduli fotovoltaici, sono costituite da elementi metallici modulari, uniti tra loro a mezzo bulloneria in acciaio inox.

Installazione e posa in opera dell'impianto fotovoltaico

Al fine di chiarire gli interventi finalizzati alla posa in opera dell'impianto fotovoltaico in oggetto si riporta di seguito una descrizione sintetica delle principali parti costituenti un impianto di questa tipologia. L'impianto sarà realizzato con moduli fotovoltaici bifacciali provvisti di diodi di by-pass e ciascuna stringa di moduli farà capo ad una String box dotata di fusibili sia sul polo positivo che sul negativo e di un sezionatore in continua. Esso sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Il generatore fotovoltaico, nello specifico di questo

impianto, sarà costituito da n. 22.484 moduli fotovoltaici bifacciali o equivalenti, la cui potenza complessivamente installabile risulta essere pari a 11.804,10 kWp. L'impianto sarà dotato di un'apparecchiatura di monitoraggio della quantità di energia prodotta dall'impianto e delle rispettive ore di funzionamento.

Installazione e posa in opera dell'impianto BESS

La tecnologia di accumulatori (batterie al litio) che si prevede di installare all'interno del sottocampo "Guarasca" è composta da celle elettrochimiche. Le singole celle sono tra loro elettricamente collegate in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, vengono elettricamente collegati in serie ed in parallelo tra loro ed assemblati in appositi armadi in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente. Ogni "assemblato batterie" è gestito, controllato e monitorato, in termini di parametri elettrici e termici, dal proprio sistema Sistema di Controllo Batterie (BMS). Il sistema di accumulo in progetto sarà composto da due lotti, aventi rispettivamente potenza nominale massima di 1.300 kW e 2.600 kW. Sebbene il BESS sfrutti la medesima soluzione di connessione del sottocampo "Guarasca", il funzionamento delle due diverse tecnologie sarà indipendente tra loro.

Realizzazione/posizionamento opere civili

Come succitato è previsto il posizionamento di:

- n. 6 prefabbricati per l'alloggio degli inverter, quadri elettrici dei QGBT/MT, trasformatori MT/BT di tipo prefabbricato, di dimensioni 8,3 x 2,4 x 3,2 m, da installare nel sottocampo "Guarasca";
- n. 1 prefabbricati per l'alloggio degli inverter, quadri elettrici dei QGBT/MT, trasformatori MT/BT di tipo prefabbricato, di dimensioni 6,5 x 2,4 x 3,2 m, da installare nel sottocampo "La Bolla";
- n. 2 cabina utente prefabbricata di tipo "DG2092 rev.III", di dimensioni 6,7 x 2,5 x 2,7 m circa, una per ciascun sottocampo dell'impianto fotovoltaico;
- n.3 cabina utente prefabbricata di tipo "DG2061 rev.VIII", di dimensioni 5,3 x 2,5 x 2,7 m circa, da installare nel sottocampo "Guarasca";
- n. 1 cabina di consegna prefabbricata di tipo "DG2092 rev.III", di dimensioni 6,7 x 2,5 x 2,7 m circa, da installare nel sottocampo "La Bolla";
- n. 1 cabina di consegna prefabbricata di tipo "DG2092 rev.III", di dimensioni 9,0 x 2,5 x 2,7 m circa, da installare nel sottocampo "Guarasca";
- n. 1 cabina di sezionamento prefabbricata di tipo "DG2061 rev.VIII", di dimensioni 5,3 x 2,5 x 2,7 m circa,, da installare nel sottocampo lungo il tracciato dei cavidotti di connessione alla rete del sottocampo "Guarasca";

Detti edifici saranno di tipo prefabbricato, posizionati su getto di magrone in CLS gettato in opera e ad esse ancorati, avranno una destinazione d'uso esclusivamente tecnica e serviranno ad alloggiare gli inverter, il trasformatore MT/BT, i quadri di parallelo in corrente alternata, le apparecchiature del sistema di telecontrollo, la cabina di consegna e le apparecchiature di misura e di collegamento alla rete ENEL. Relativamente all'impianto BESS è previsto invece il posizionamento di:

- n. 7 container metallici, di dimensioni 12,19 x 2,44 x 2,89 m circa;

Detti edifici saranno di tipo prefabbricato, con struttura del tipo autoportante metallica, per stazionamento all'aperto, costruita in profilati e pannelli coibentati. I container verranno installati su una platea in CLS fuori terra debolmente armata, gettato in opera e ad esse ancorati. Tali locali avranno una destinazione d'uso esclusivamente tecnica e serviranno ad alloggiare batterie, convertitori, quadri elettrici, le apparecchiature a servizio del sistema di telecontrollo e dei servizi ausiliari BESS. Infine, i n.3 gruppi di conversione MT/BT composti da quadri inverter e relativo trasformatore, con ingombro in pianta di circa 9,00 x 3,00 m verranno posizionati su una platea in CLS fuori terra debolmente armata, gettato in opera e ad esse ancorati.

Realizzazione cavidotti interrati

Il trasporto dell'energia elettrica prodotta dai moduli della centrale fotovoltaica avverrà mediante cavi interrati. Per quanto riguarda i cavi di bassa tensione gli scavi comporteranno la realizzazione di trincee profonde 0,8 m, saranno larghe 0,28 m o 0,55 m, a seconda che al loro interno vengano rispettivamente alloggiate una terna o due terne di cavidotti in contemporanea. Il tracciato dei cavidotti in bassa tensione verrà dettagliato in fase esecutiva. Per quanto riguarda invece i cavi di media tensione che consentiranno il collegamento in entrata-esci tra le Conversion Unit, tra le Cabine Utente e le Conversion Unit o tra le Cabine Utente e i trasformatori del BESS saranno previste tre diverse tipologie di trincee profonde 0,9 m ma di larghezza variabile a seconda del numero di cavidotti interrati:

- Una terna interrata: trincea larga 0,28 m;
- Due terne interrate nello stesso scavo: trincea larga 0,68 m;
- Tre terne interrate nello stesso scavo: trincea larga 1,08 m.

Ciascuna cabina Utente verrà a sua volta connessa alla Cabina di Consegna mediante un cavo di media tensione alloggiato in una trincea larga 0,28 e profonda 0,9 m, relativamente al sottocampo "La Bolla", oppure larga 0,68 e profonda 0,9 m, relativamente al sottocampo "Guarascia". Dalla Cabina di Consegna del sottocampo "La Bolla" partiranno due terne di cavi interrati che si collegheranno in entrata-esci alla linea MT a 15 kv denominata "Moietta". I cavi saranno alloggiati in una trincea con sezione larga 0,68 m e profonda 1,2 m, con un tracciato lungo 21 m. L'attraversamento del Rio Bolla verrà effettuato mediante Trivellazione Orizzontale

Controllata (TOC) per una lunghezza di circa 14 m. La profondità di posa dei cavidotti verrà definita durante la fase esecutiva del progetto.

Il sottocampo "Guarasca" prevede invece la connessione della Cabina di Consegna alla Cabina Primaria AT/MT "Alessandria Sud" mediante posa di n. 2 linee MT interrato adagate in uno scavo con sezione larga 0,5 m e profonda 1,5 m. Tale trincea si estenderà dalla Cabina di Consegna fino alla prevista Cabina di Sezionamento per una lunghezza di circa 4288 m, per poi proseguire fino in Cabina Primaria per una lunghezza di 3084 m. Per consentire il superamento degli attraversamenti idrici si prevede lo staffaggio dei cavi ai ponti esistenti o la posa in corrugato Pead di sezione adeguata, prevedendone la protezione mediante riempimento in cls per un tratto di lunghezza estesa a non meno di un metro dal bordo degli argini o delle tombinature esistenti. L'attraversamento del fiume Bormida avverrà sotto la sede stradale, prevedendo la posa ribassata dei cavidotti all'interno di un bauletto in cls largo 0,68 m e profondo 0,5 m per una lunghezza di 196 m circa. La sezione riportata andrà confermata mediante sondaggio preliminare atto a verificare gli spessori dell'impalcato del ponte e della sovrastruttura stradale. Il percorso dei cavidotti è indicato in dettaglio nelle planimetrie di progetto alle quali si rimanda per ulteriori dettagli.

Qualora in fase esecutiva l'installazione la posa ribassata dei cavidotti non risulti essere attuabile o tecnicamente non percorribile (tenendo conto di eventuali prescrizioni costruttive da parte dell'ente gestore del ponte), il progetto include un tracciato alternativo dei cavidotti che prevede l'attraversamento in subalveo del fiume Bormida mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC). Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato "GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.102_Relazione tecnica-descrittiva ToC".

Dismissione del cantiere e ripristini ambientali

Le aree di cantiere verranno dismesse ripristinando, per quanto possibile, lo stato originario dei luoghi. Si provvederà quindi alla rimozione dell'impianto di cantiere e di tutte le opere provvisorie (quali ad esempio protezioni, ponteggi, slarghi, adattamenti, piste, puntellature, opere di sostegno, etc.).

Verifiche collaudi e messa in esercizio

Parallelamente all'avvio dello smontaggio della logistica di cantiere vengono eseguiti collaudi statici, collaudi elettrici e prove di funzionalità, avviando l'impianto verso la sua gestione a regime.

Gestione rifiuti

Nell'ambito della fase di cantiere saranno prodotti, come in ogni altro impianto del genere, materiali assimilabili a rifiuti urbani, rifiuti da demolizione e costruzione (cemento, materiali da costruzione vari, legno, vetro, plastica, metalli, cavi, materiali isolanti ed altri rifiuti misti di



Engineering & Construction

GOLDER | wsp

CODICE - CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.030.01

PAGINA - PAGE

20 di/of 59

costruzione e materiali di scavo) e rifiuti speciali (vernici, prodotti per la pulizia e per il diserbaggio) per i quali si prevede che vengano isolati e smaltiti come indicato per legge evitando in situ qualunque contaminazione di tipo ambientale.

Non si prevede deposito a lungo termine di quantità di materiale dovuto allo smontaggio o rifiuti in genere; l'allontanamento di tali rifiuti ed il recapito al destino saranno effettuati in continuo alle operazioni di dismissione in conformità alle prescrizioni del D.Lgs. 152/06 sui depositi temporanei, con conseguente organizzazione area idonea e modalità di raccolta.

Gli altri rifiuti speciali assimilabili ad urbani che possono essere prodotti in fase di costruzione sono imballaggi e scarti di lavorazione di cantiere. Per tali tipologie di rifiuti sarà organizzata una raccolta differenziata di concerto con l'ATO di competenza e dovranno pertanto essere impartite specifiche istruzioni di conferimento al personale.

DESTINO FINALE	TIPOLOGIA RIFIUTO
Recupero	Cemento
	Ferro e acciaio
	Plastica
	Pannelli fotovoltaici
	Parti elettriche ed elettroniche
Smaltimento	Cavi
	Materiali isolanti
	Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione

Tabella 1 – Tipologie di rifiuti che si prevede siano prodotti e rispettivi destini finali

Si fa presente che il quantitativo delle terre da scavo, dopo aver verificato la non contaminazione del terreno (ai sensi dell'allegato 4 del DPR 120/17, ossia attraverso il confronto dei risultati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica), verrà trattato massimizzando il riutilizzo in sito per reinterri, rimodellamenti e livellamenti. Eventuali quantitativi in esubero, o risultati non idonei all'utilizzo ai sensi dell'art. 185, comma 1, lettera c del D.Lgs. 152/06, saranno gestiti come rifiuti ai sensi della Parte IV del D. Lgs. 152/06 e del Titolo III del DPR 120/17, previa caratterizzazione, presso impianti di recupero/smaltimento autorizzati.

Per il dettaglio in merito alla gestione dei materiali di scavo relativo alle opere in progetto, si rimanda all'elaborato "GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.101.00_Piano preliminare di utilizzo terre e rocce da scavo".

3.3 Fase di esercizio

Manutenzione dell'impianto

Il personale sarà impegnato nella manutenzione degli elementi costitutivi l'impianto. In particolare si occuperà di:

- Mantenimento della piena operatività dei percorsi carrabili e pedonali, ad uso manutentivo ed ispettivo;

- Esercizio e pronto intervento;
- Manutenzione elettrica e meccanica dell'impianto;
- Pulizia dei moduli e manutenzione aree verdi;
- Sorveglianza e manutenzione delle recinzioni e degli apparati per il telecontrollo di presenze e intrusioni nel sito.

Quest'ultima azione in particolare consisterà nella corretta gestione delle eventuali aree verdi (sfalci ecc.), anche provvedendo con l'intervento di attività di pascolo ovino, o con continui e meticolosi diserbi manuali di seguito ai periodi vegetativi, in specie primaverili ed autunnali.

3.4 Dismissione dell'impianto a fine vita, operazioni di messa in sicurezza del sito e ripristino ambientale

Non è dato ad oggi prevedere se il disuso a fine esercizio dell'impianto che oggi si va a implementare sarà dato dall'esigenza di miglioramento tecnologico, di incremento prestazionale o da una eventuale obsolescenza dell'esigenza d'impiego dell'area quale sito di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile o comunque da impianti al suolo delle tipologie di cui all'attuale tenore tecnologico. I pannelli fotovoltaici e le cabine elettriche sono facilmente rimovibili senza alcun ulteriore intervento strutturale, o di modifica dello stato dei luoghi, grazie anche all'utilizzazione della viabilità preesistente. A tale fine è necessario e sufficiente che i materiali essenziali per i montaggi, in fase di realizzazione dell'impianto, siano scelti per qualità, tali da non determinare difficoltà allo smontaggio dopo il cospicuo numero di anni di atteso rendimento dell'impianto (almeno 25-30 anni). Si possono ipotizzare operazioni atte a liberare il sito dalle sovrastrutture che oggi si progetta di installare sull'area, eliminando ogni materiale che in caso di abbandono, incuria e deterioramento possa determinare una qualunque forma di inquinamento o peggioramento delle condizioni del suolo, o di ritardo dello spontaneo processo di rinaturalizzazione che lo investirebbe. Anche le linee elettriche, tutte previste interrato, potranno essere rimosse, se lo si riterrà opportuno con semplici operazioni di scavo e rinterro.

4.0 GEOMORFOLOGIA

4.1 Inquadramento Geomorfologico

Per quanto riguarda la morfologia generale, la Provincia di Alessandria si viene a collocare nell'area del Monferrato dove si sviluppa tutto un susseguirsi di dolci colline incise da valli. Tali colline, caratteristiche del Monferrato, presentano una variegata tipologia di terreni che vanno dalle cosiddette "terre bianche" ricche in fossili, alle "terre rosse" ricche di limo ed argilla e alle "terre grasse" tipiche delle aree alluvionali di fondovalle. Dal punto di vista geomorfologico locale, l'area di studio corrisponde al relitto di un'estesa pianura compresa tra i rilievi della Collina di Torino - Monferrato a N e quelli delle Langhe a S e che rappresentava il collegamento tra la pianura cuneese e quella alessandrina. Da un substrato terziario si passa ad una sottile, ma diffusa copertura di depositi fluviali prevalentemente limosi, riferibili al Pleistocene medio-superiore. Tracce di un corso d'acqua a meandri con raggio di curvatura chilometrico e direzione di flusso E - W, risultano conservati in maniera estesa. Quest'ultimo, come descritto in dettaglio successivamente, rappresentava il collettore meridionale del bacino piemontese. Nel settore occidentale questa originaria pianura fluviale appare conservata in modo più continuo ed è rappresentata dall'Altopiano di Poirino, caratterizzato da una superficie debolmente ondulata e modestamente disseccata dal reticolato idrografico sovraimposto. Nel settore orientale corrispondente ai Rilievi dell'Astigiano, detta pianura fluviale appare sensibilmente obliterata e caratterizzata da una morfologia più accidentata dovuta alla presenza di una notevole densità del reticolato idrografico. L'area è caratterizzata da elevazioni comprese fra 200 m s.l.m. a sud e 100 m s.l.m. a nord, ed è drenata dal bacino del Fiume Tanaro con i suoi tributari; verso nord-est è fisiograficamente collegata alla pianura lombarda in corrispondenza dei rilievi del tortonese.

4.2 Caratteri geomorfologici dell'area di progetto

I caratteri geomorfologici dell'area di progetto sono quelli tipici di una pianura alluvionale, la cui quota topografica varia da 94 a 100 m s.l.m.

Il corso d'acqua che influenza la morfologia locale è il fiume Bormida, affluente in destra idrografica del fiume Tanaro, che scorre a circa 1,5km di distanza dal sito in esame.

La zona è caratterizzata da depositi alluvionali attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali e in parte al Fluviale recente. Si tratta di terreni prevedibilmente ghiaioso sabbiosi debolmente limosi. La zona è interessata da falda idrica superficiale con soggiacenza intorno a 5-7 m p.c.

5.0 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

5.1 Idrografia

Il presente paragrafo riassume le conoscenze generali sull'idrografia superficiale e sull'idrogeologia dell'area, raccolte ai fini della pianificazione e allo scopo della verifica degli eventuali rischi presenti nell'area stessa.

A scala regionale l'idrografia è costituita dal Fiume Po e dai suoi numerosi affluenti provenienti dalle Alpi e dalla Catena Appenninica. Il bacino del Po è il più grande d'Italia, sia per lunghezza dell'asta principale (650 km) che per dimensione dei deflussi (la portata massima storica defluita nella sezione di chiusura di Pontelagoscuro, in occasione della piena del 1951, è di 10.300 m³ /s). La superficie del bacino idrografico in senso stretto alla sezione di Pontelagoscuro è pari a 70.091 km²; ad essa vanno aggiunte le aree costituenti il sottobacino di Burana-Po di Volano, che non fornisce contributi ai deflussi di piena, e il Delta. La superficie complessiva è pari a circa 74.000 km² di cui circa 70.000 km² in territorio italiano.

Si riporta di seguito la delimitazione dei principali sottobacini idrografici del fiume Po con ubicazione dell'area di intervento, desunto dalla Relazione Generale del PAI.

L'area ricade nel sottobacino del fiume Tanaro.

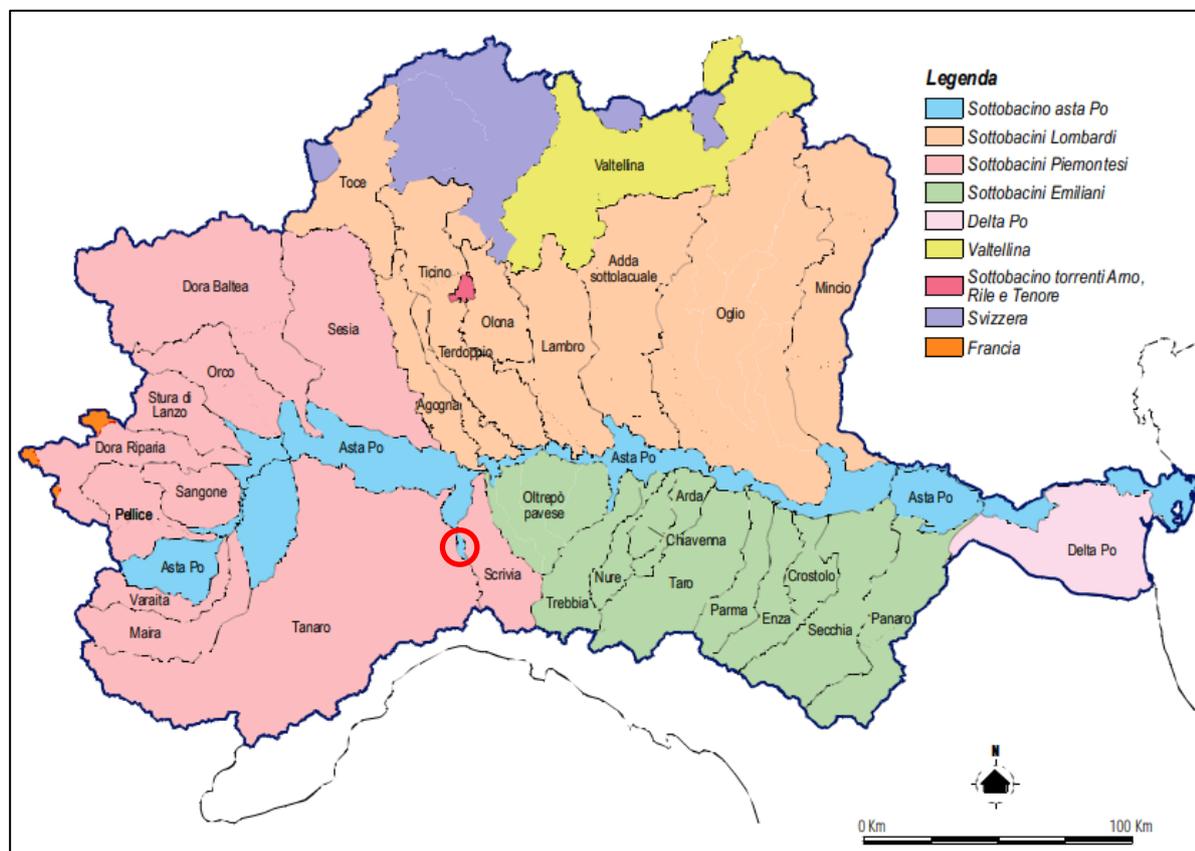


Figure 5 - Delimitazione dei principali sottobacini idrografici con ubicazione area di intervento – Relazione Generale PAI

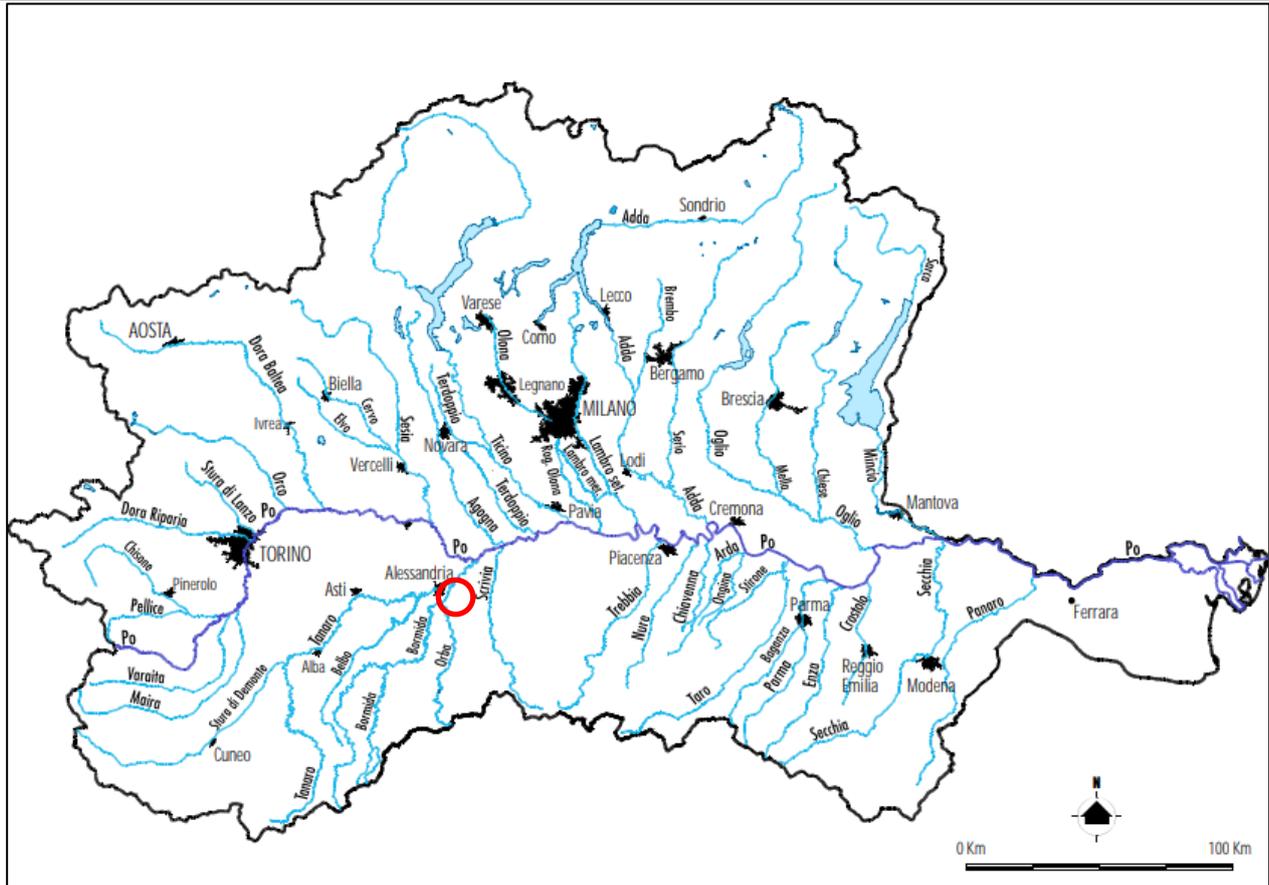


Figure 6 - Corsi d’acqua costituenti la rete idrografica principale con ubicazione dell’area di intervento – Relazione Generale PAI

Nell’intorno dell’area oggetto di intervento il principale corso d’acqua è il fiume Bormida di Spigno (affluente in destra idrografica del Fiume Tanaro) ed i suoi affluenti il Rio Cervino e il Torrente Orba.

L’area di studio ricade nel Bacino Padano ove è possibile osservare tre differenti modalità di deflusso attraverso i gruppi di acquiferi individuati. Il GA (gruppo acquifero) A (Zona degli Acquiferi superficiali) è caratterizzato da circuiti brevi e legati all’idrografia superficiale, i GA B e C (Zona degli Acquiferi profondi tradizionali) sono contraddistinti da circuiti profondi legati alla struttura del bacino e ai corsi d’acqua principali, mentre i gruppi relativi alla Zona degli Acquiferi molto profondi sono caratterizzati da velocità di flusso ridotte per le ridotte permeabilità dei serbatoi e nuovamente per la presenza dell’interfaccia acqua dolce-acqua salmastra/salata. I deflussi nei GA B e C dipartono dalle aree di ricarica poste nelle porzioni settentrionali dell’area alla base dei rilievi alpini e, attraversando la pianura, defluiscono verso sud-est in direzione del Po che svolge azione di recapito.

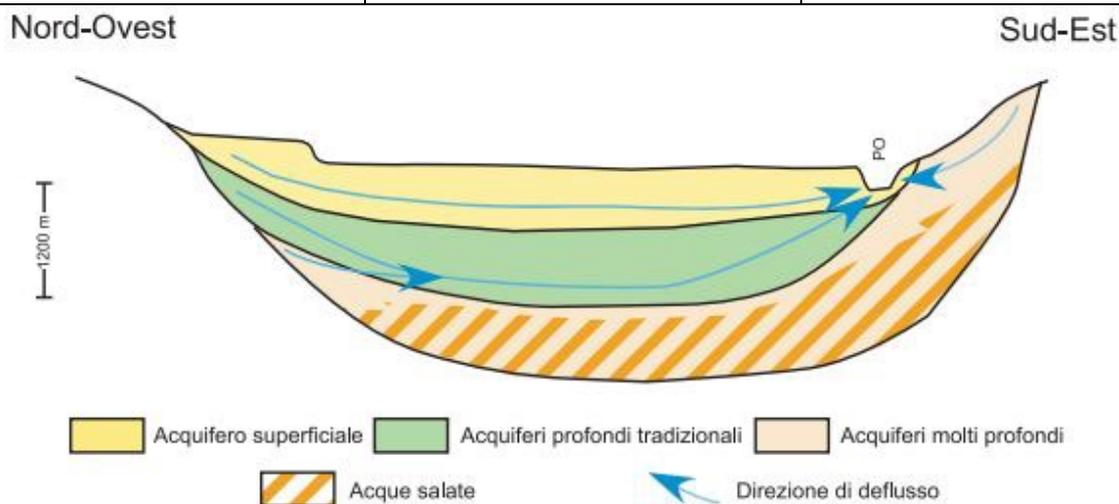


Figure 7 - Schema non in scala rappresentante le tre diverse modalità di deflusso profondo nel Bacino di Alessandria.

5.2 Caratteri idrogeologici dell'area di progetto

La falda della pianura alessandrina si estende dalle vallate precollinari fino al F. Tanaro, fluendo all'interno dei depositi la cui età va dal Pleistocene medio all'Attuale; l'elemento drenante principale di tale falda è il F. Tanaro.

Le profondità alle quali si posiziona il tetto della superficie freatica nelle sue oscillazioni stagionali variano da un minimo di pochi centimetri dal piano di campagna nella zona a SE di Villa del Foro a un massimo di circa 20 metri a NW di Novi Ligure; le variazioni annuali di livello oscillano nell'ambito di pochi metri, di norma due o tre con punte massime di cinque senza che, tuttavia, cambi l'ubicazione dei massimi e minimi di soggiacenza; la morfologia della superficie freatica rimane dunque pressoché inalterata.

Nella porzione centrale dell'area i flussi idrici sotterranei tendono ad assumere un andamento centripeto verso la zona di Alessandria.

Localmente, nell'area di intervento, la direzione di flusso della falda freatica varia da S-N a SE-NW, evidenziando un'azione di richiamo delle acque sotterranee da parte del F. Bormida, che esercita quindi un'azione drenante nei confronti della falda.

La falda freatica viene alimentata sia per infiltrazione di acque meteoriche nelle zone apicali delle conoidi ai bordi della pianura sia per infiltrazione diretta nelle aree in cui la litologia di superficie è costituita da sedimenti più permeabili, per esempio in corrispondenza degli alvei attivi dei corsi d'acqua principali oppure nelle zone di affioramento di formazioni a granulometria più grossolana.

Nella porzione centrale della pianura acquista notevole importanza un'altra via di alimentazione della falda, costituita dalla fitta rete di canali irrigui e di scolo presente su tutta l'area.

Tali canali, generalmente, sono scavati direttamente nel terreno e non sono dotati di rivestimento per cui le perdite e il conseguente apporto idrico verso la falda sono elevati.

Infine, nelle aree limitrofe ai corsi d'acqua principali, occorre tener conto delle comunicazioni esistenti tra le falde di sub alveo e la falda freatica stessa. Le oscillazioni di quest'ultima sono condizionate più dalle oscillazioni idrometriche che non dall'entità di precipitazione locale, anche se le piogge influiscono sulle variazioni di livello della falda. L'apporto idrico totale risulta quindi funzione delle interazioni fra le diverse fonti di alimentazione.

Lo schema idrogeologico presenta, dall'alto verso il basso, i seguenti termini:

- Formazione superficiale non satura, costituita da materiale prevalentemente grossolano, sabbioso-ghiaioso, con spessori generalmente intorno agli 8-10 metri. Lo spessore di questa formazione non è costante in quanto legato alle variazioni stagionali del livello di falda.
- Strato costituito da materiale grossolano sabbioso-ghiaioso, potente 50- 60 metri; è presente in modo discontinuo uno strato di materiale più fine (sabbioso-argilloso) potente 4-6 metri, alla profondità di 15-20 metri.
- Dai 50-60 metri di profondità fino a 100-150 metri si osserva un'alternanza di ghiaie e sabbie e, subordinatamente, di livelli argillosi.
- Al di sotto della precedente unità le argille diventano prevalenti, tali da poterle considerare come un fondo impermeabile che sostiene gli
- acquiferi soprastanti.

Viene altresì evidenziata un'area di forte drenaggio in corrispondenza del polo industriale presente immediatamente a Nord dell'area di intervento. Il gradiente idraulico presenta valori dell'ordine dello 0.5 -1 per mille a valle di tale area di drenaggio e valori pari a 3-5 per mille a monte della stessa.

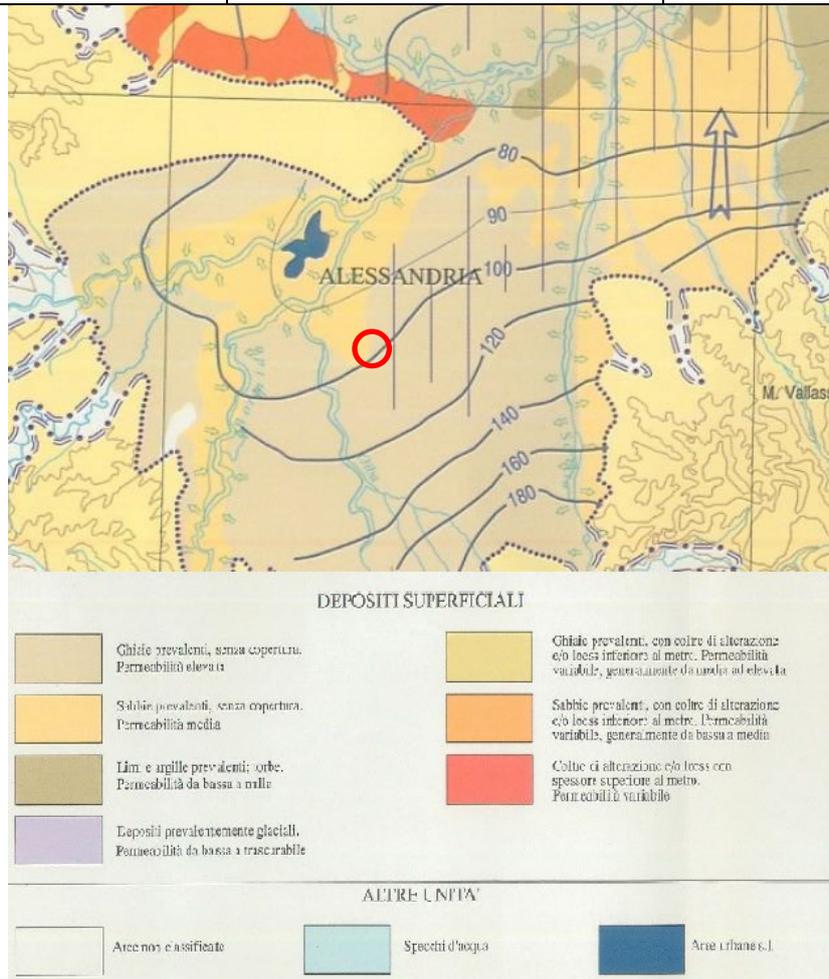


Figure 8 - Stralcio della Carta Idrogeologica Regionale

5.3 Livello piezometrico nell'area di intervento

L'area in questione ricade all'interno di un sito estrattivo a cielo aperto attualmente dismesso. Nella porzione occidentale dello stesso ("La Bolla") è presente un'ampia fossa colmata quasi interamente dalle acque di falda.

Il piano campagna si attesta ad una quota di circa 95 m s.l.m., mentre il livello dell'acqua della fossa si attesta a circa 88 m s.l.m. di conseguenza il livello della falda superficiale è di -7 m da piano campagna.

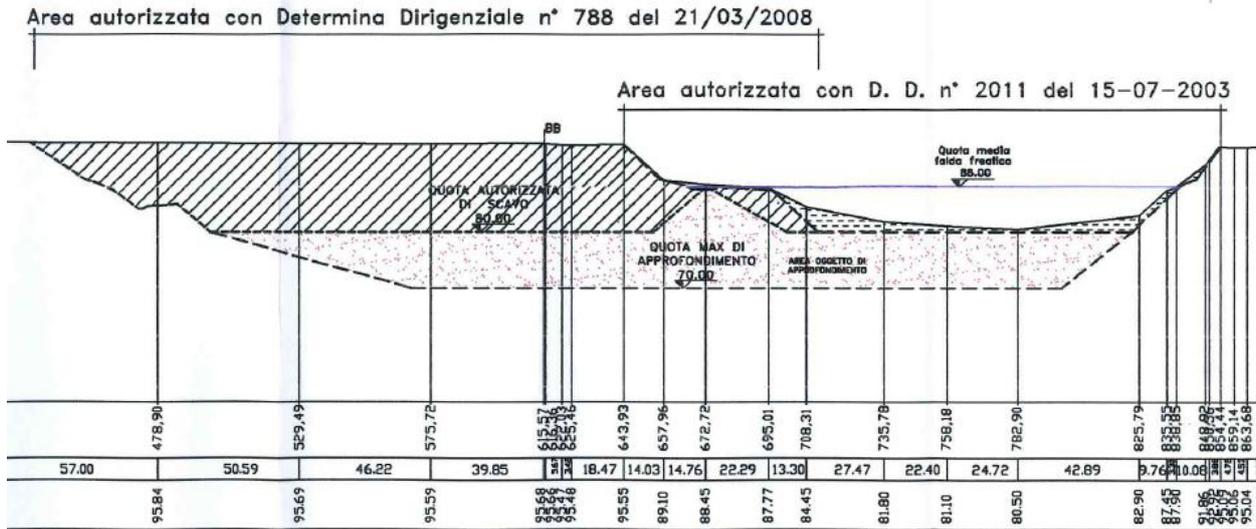


Figure 9 - Sezione di scavo della Cava denominata "La Bolla"

Ulteriore dato relativo al livello piezometrico proviene dalla scheda del pozzo (SW della cava) utilizzato come approvvigionamento idrico ad uso potabile appartenente al medesimo sito estrattivo. Il livello piezometrico statico si attestava intorno a - 7 m da piano campagna.

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 209383 Regione: PIEMONTE Provincia: ALESSANDRIA Comune: ALESSANDRIA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO IDROPOTABILE (ACQUEDOTTISTICO) Profondità (m): 200,00 Quota pc s.l.m (m): 96,30 Anno realizzazione: 1993 Numero diametri: 0 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 52,000 Portata esercizio (l/s): 20,000 Numero falde: 4 Numero filtri: 2 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 17 Longitudine WGS84 (dd): 8,659042 Latitudine WGS84 (dd): 44,873061 Longitudine WGS84 (dms): 8° 39' 32.56" E Latitudine WGS84 (dms): 44° 52' 23.03" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	16,50	68,00	51,50
2	75,00	81,00	6,00
3	85,00	105,00	20,00
4	155,00	192,00	37,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	85,00	104,00	18,00	406
2	159,00	183,00	24,00	406

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mar/1993	-7,00	7,50	14,50	52,000

Figure 10 - Scheda pozzo riserva idrica estratta dal portale ISPRA

6.0 GEOLOGIA

6.1 Inquadramento regionale

La Pianura Padana costituisce il riempimento sedimentario dell'avanfossa dell'attuale orogene appenninico che si poggia sulle falde tettoniche che formano la parte sepolta della catena.

L'assetto strutturale di tale bacino è molto complesso e strettamente legato alle dinamiche evolutive della catena subalpina e di quella appenninica.

In particolare, l'area compresa tra la pianura e le prime colline dell'Appennino è stata ed è sede di intensi e complessi movimenti tettonici, data la sua posizione tra la catena appenninica in sollevamento e la pianura soggetta a subsidenza.

Le formazioni delle successioni padane, in base alle caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche ricostruite dagli studi effettuati, sono di tipo torbido, riferibili ad un ambiente di avanfossa piuttosto profonda. Solo dal Pleistocene medio subentra una deposizione costiera e continentale che testimonia il rapido colmamento dell'avanfossa. In alcuni casi la sedimentazione è avvenuta in bacini satellite (*piggy-back basins*), formati sopra alle falde tettoniche in movimento verso NE. La successione Plio-Quaternaria presenta un enorme spessore, localmente eccede i 6 km, tale aspetto testimonia che l'avanfossa padano-adriatica era principalmente alimentata dai materiali erosi dalla catena alpina, trasportati dai paleo-fiumi lombardi e veneti come l'Adda, il Mincio e l'Adige. Dal Miocene superiore al Pleistocene inferiore l'Appennino settentrionale, invece, fu una sottile fascia di terra emersa, con rilievo poco accentuato (Bartolini, 1999, 2003). Nonostante ciò, il volume dei sedimenti accumulati nella Pianura Padana suggerisce che negli ultimi 5 milioni di anni sarebbero stati erosi in media quasi 1500 m di copertura dalla parte emersa dell'Appennino, di cui forse 1 km nel solo Quaternario (Bartolini et alii, 1996; Bartolini, 1999). Localmente, tale smantellamento può essere stato molto più accentuato.

Tale forte erosione contrasta con l'attuale accentuato rilievo appenninico, e con il fatto che i maggiori rilievi della catena (tra cui il M. Cimone, il M. Cusna ed il M. Falterona) sono impostati sulle litologie arenacee delle Unità toscane, assai poco resistenti all'erosione. L'apparente contraddizione può essere risolta invocando un cospicuo sollevamento recente della catena, particolarmente accentuato dal Pleistocene medio, in grado di compensare lo smantellamento del rilievo.

Le conseguenze di tale fenomeno sono peraltro messe in evidenza da molteplici indicatori geomorfologici.

Dal punto di vista strutturale, la Pianura Padana a sud del Po è caratterizzata dalla presenza di faglie inverse e sovrascorrimenti sepolti nord-vergenti, associati ad anticlinali e costituenti i fronti più esterni della catena appenninica (Pieri e Groppi, 1975). A tal riguardo si distingue un

motivo strutturale sepolto di pieghe pedeappenniniche che marca il margine pedemontano della Regione, delimitando la zona collinare in sollevamento (*thrust compressivo*) dall'antistante pianura subsidente.

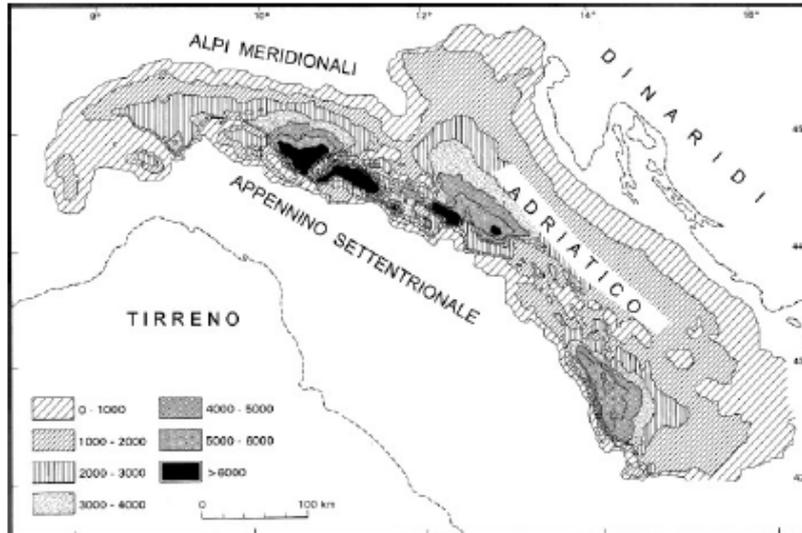


Figure 11 - Carta della profondità della base della successione Plio-Quaternaria nell'avanfossa padano-adriatica. Gli intervalli tra le isobate, identificati dai simboli in legenda, sono espressi in metri

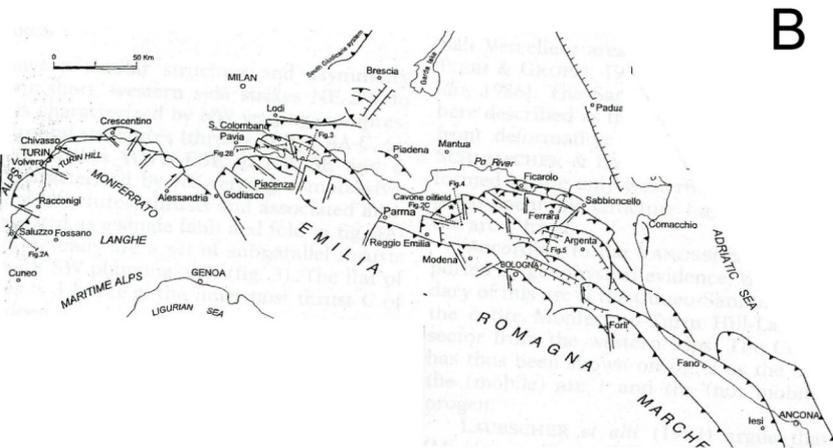
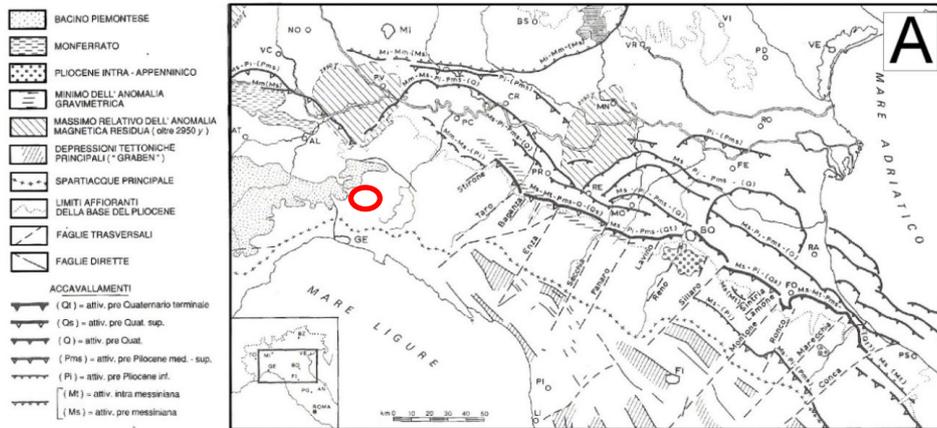


Figure 12 - Quadro delle principali strutture tettoniche riconosciute nella parte sepolta dell'Appennino settentrionale attraverso i dati di sottosuolo (perforazioni profonde e linee sismiche). A) Assetto strutturale ed età dei principali lineamenti secondo Castellarin et alii (1985). B) Schema dei lineamenti attivi prima del Pliocene secondo Costa (2003).

6.2 Caratteri geologici dell'area di progetto

L'area di intervento, cartografata nel Foglio 70 "Alessandria" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, è ubicata nella porzione centrale della pianura alluvionale alessandrina.

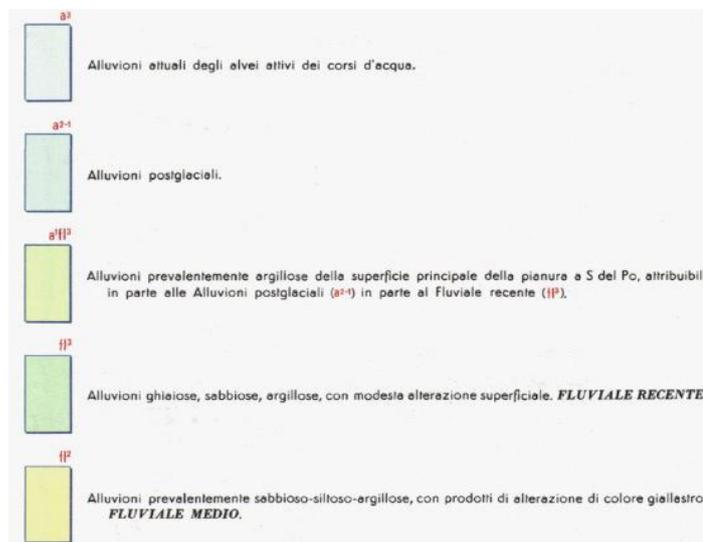
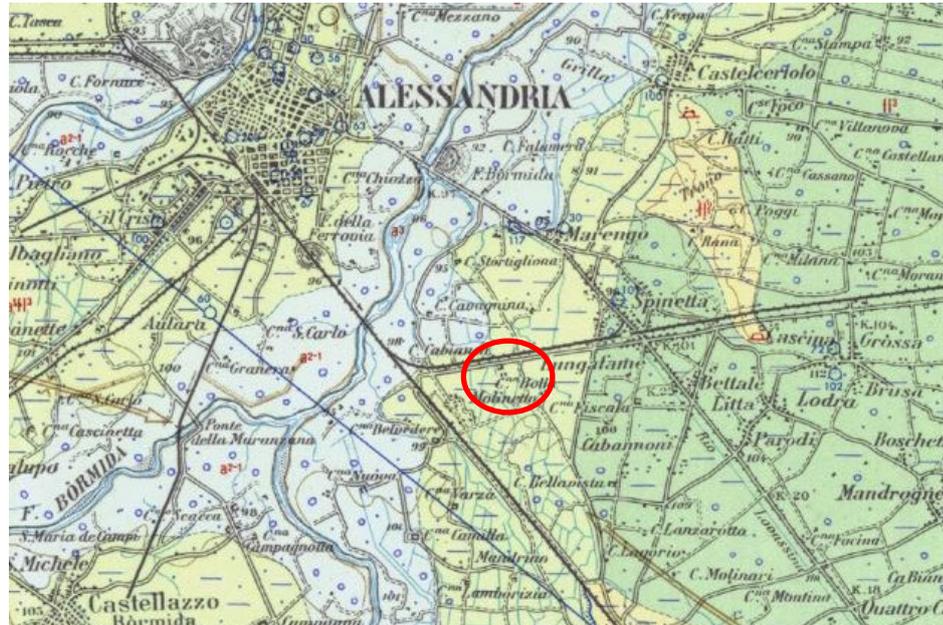


Figure 13 - Stralcio Cartografia CARG 1:100.000 – Foglio 70 "Alessandria"

Questa è impostata sui terreni appartenenti al Bacino Terziario Ligure Piemontese ed è collegata al resto della Pianura Padana in corrispondenza della stretta morfologica presente tra lo sperone di Tortona e le colline di Montecastello, dove è stata individuata, al di sotto dei depositi quaternari, una dorsale sepolta la cui origine è legata a una depressione locale della struttura appenninica, il cui sviluppo corre lungo la direttrice Tortona-Valenza.

La pianura alessandrina è costituita da una serie di sedimenti alluvionali quaternari, i quali poggiano sopra un substrato di età terziaria conformato a bacino asimmetrico allungato in senso SE-NW con asse vergente da Serravalle Scrivia ad Alessandria.

L'opera di smantellamento delle originarie catene montuose, a opera dei corsi d'acqua che scendevano verso l'attuale pianura, ha progressivamente riempito la depressione del preesistente bacino, dando origine alle diverse formazioni alluvionali quaternarie.

Il processo di trasporto e sedimentazione dominante era ed è tuttora controllato dalle variazioni di pendenza lungo il profilo longitudinale dei fiumi: il materiale trasportato dalle correnti si deposita laddove il corso d'acqua incontra una brusca diminuzione di pendenza, generalmente allo sbocco in pianura o nel punto di confluenza con una valle più importante.

In tal modo sono state generate le numerose conoidi che, saldate lateralmente tra di loro, costituiscono la superficie della pianura attuale.

Sopra il basamento terziario, costituito essenzialmente dalla formazione oligocenica delle Arenarie di Ranzano, la serie dei sedimenti alluvionali quaternari è costituita dai seguenti termini:

- depositi fluviali e fluvio-lacustri del Fluviale antico, costituiti da sedimenti a diversa granulometria, fortemente alterati con prodotti di alterazione rossastri, sovrastanti una base di ghiaie alterate alternantisi con argille del Villafranchiano Auctorum (Pliocene sup. – Pleistocene inf.);
- alluvioni prevalentemente sabbioso-siltoso-argillose, con prodotti di alterazione di colore giallastro, appartenenti al Fluviale medio (Pleistocene medio-inf.);
- depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi, con intercalazioni sabbiose e argillose, con modesta alterazione superficiale, del Fluviale recente (Pleistocene sup.); questi depositi costituiscono un'ampia conoide nella porzione orientale della pianura alessandrina, nella zona compresa tra Serravalle Scrivia, Tortona, Spinetta Marengo, Novi Ligure;
- alluvioni postglaciali oloceniche prevalentemente argillose; tali alluvioni non sempre sono distinguibili dai depositi del Fluviale recente; in particolare, nella zona dove manca un netto terrazzo che permetta una delimitazione in base alla morfologia, gli Autori hanno preferito rappresentare il complesso delle due formazioni piuttosto che tentare una distinzione dubbia e difficoltosa; la conoide di tali alluvioni viene definita "superficie principale della pianura";
- alluvioni attuali degli alvei attivi dei corsi d'acqua.

L'area d'intervento si trova nella fascia di pertinenza delle alluvioni costituenti la superficie principale della pianura, pochi chilometri a Est della confluenza tra T. Orba e F. Bormida.

La formazione geologica su cui insiste l'area è costituita principalmente da livelli ghiaioso-sabbiosi a granulometria da grossolana a media, a matrice sabbiosa con componente limosa più o meno abbondante.

All'interno della cava denominata "La Bolla" furono eseguite tre campagne di indagine tra il 1998 ed il 2005 per un totale di 10 sondaggi geognostici a carotaggio continuo. Dalle stratigrafie di tali indagini è stato possibile ricostruire il modello geologico del sottosuolo in corrispondenza dell'area di studio.

L'assetto litostratigrafico del sottosuolo riportato in Figure 14, da considerarsi antecedente al riempimento della cava, è così schematizzabile:

- da 0 a massimo 1,4 m da p.c. - Terreno vegetale agrario a matrice sabbiosa;
- da 0,5-1,4 m a massimo 25 m da p.c. - ghiaia e ghiaietto in matrice limoso-sabbioso con lenti di sabbia grossolana;
- oltre 18-25 m - Limo argilloso-sabbioso.

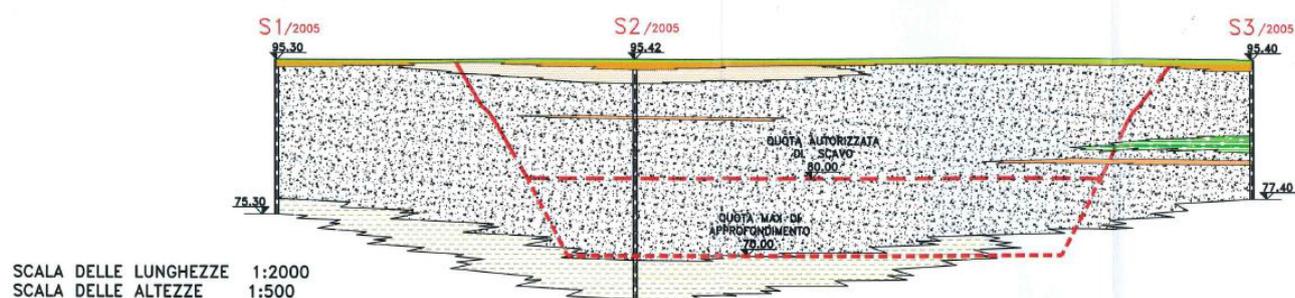


Figure 14 - Sezione stratigrafica ricostruita dalla campagna di indagine del 2005

6.3 Caratteristiche geotecniche dei terreni

Le informazioni geotecniche di dettaglio presentate di seguito per le due aree di intervento derivano dalla "Relazione Geologica, Idrogeologica, Sismica e geotecnica" redatta dal Dott. Geol. Andrea Fossati. Si sottolinea che le interpretazioni e le raccomandazioni fatte da Golder si basano su dati raccolti da fornitori di servizi di terze parti. In nessun modo i dati grezzi sono stati validati o manipolati da Golder ma semplicemente utilizzati per fare una fedele valutazione delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo interessato dal futuro impianto solare fotovoltaico. Golder non può quindi essere ritenuta responsabile per le loro interpretazioni e raccomandazioni nel presente documento. I risultati offrono un livello di fiducia nella nostra interpretazione basata sulla nostra esperienza professionale e conoscenza del territorio in oggetto.

La campagna di indagini svolta sul sito, da considerarsi antecedente al riempimento della cava, è consistita in n°4 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) e n°1 prova geofisica di tipo

MASW.

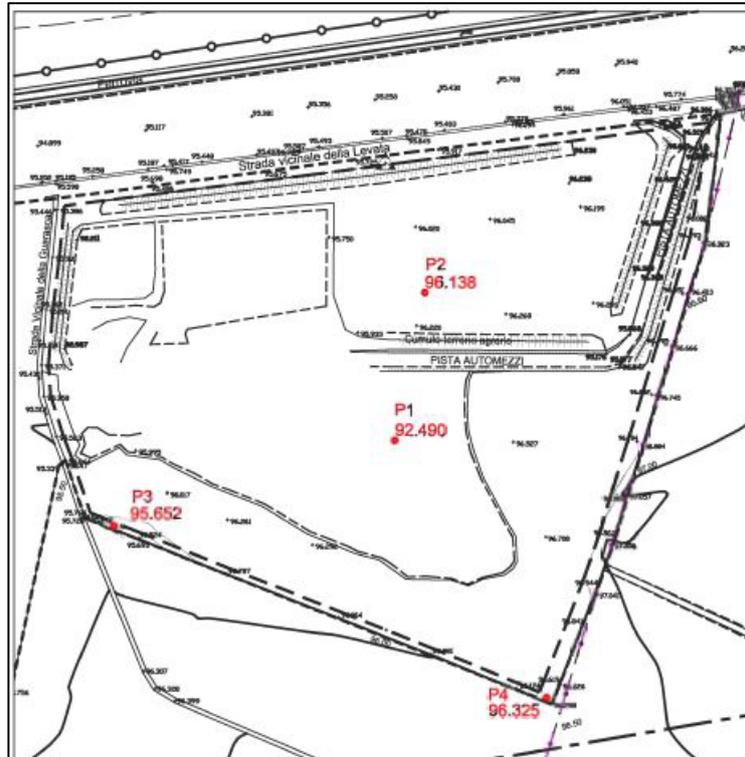


Figure 15 - Ubicazione prove DPSH

N° DPSH	Prof. (m)	Φ (°)	Cu (kPa)
P1	0 - 1,5	36,7	0
	1,5 - 3,3	34,9	0
	3,3 - 7,2	27,4	0
	7,2 - 9,0	33,1	0
P2	0 - 2,1	24,2	41,5
	2,1 - 3,3	32,2	0
	3,3 - 6,6	29,5	0
	6,6 - 10,2	30,6	0
P3	0 - 2,4	24,4	41,7
	2,4 - 3,3	29,7	0
	3,3 - 3,9	22,3	41,2
	3,9 - 5,4	29,2	0
	5,4 - 6,6	23,7	57,4
P4	6,6 - 11,4	29	0
	0 - 0,9	0	40,5
	0,9 - 3,6	34,3	0
	3,6 - 4,5	0	73,6
	4,5 - 9,0	30,8	0

Figure 16 - Risultati prove DPSH

Di seguito è riportato il log dell'andamento delle Vs con la profondità, derivante dalla prova MASW eseguita al centro dell'area di cava.



Figure 17 - Profilo delle Vs dalla prova MASW

Essendo stata svolta nell'anno 2013 per i calcoli sono state utilizzate le NTC08 che prevedevano la stima delle Vs30. Tale valore è pari a 468 m/s. Mentre secondo le nuove NTC18 andrebbe stimato il valore delle VsEq che però non è possibile calcolare in quanto non è stato raggiunto un terreno o una roccia molto rigida caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

6.4 Modello Geologico Tecnico

Per la definizione dei parametri geotecnici e la ricostruzione del modello geotecnico di calcolo dei terreni di fondazione delle aree di interesse si è fatto riferimento ai succitati studi geotecnici pregressi i cui dati risultano confrontabili tra loro, pertanto sono stati presi in considerazione i dati più cautelativi.

La successione litotecnica è la seguente:

COLTRE SUPERFICIALE: costituita prevalentemente da materiale poco addensato sabbioso-ghiaioso; nell'area di interesse lo strato ha uno spessore di circa 1-2,4 m. Il peso di volume medio stimato è $\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$. Con riferimento alle correlazioni empiriche riportate al punto precedente allo strato sono associati i seguenti parametri.

Densità relativa $DR = [(N1)60 / A]^{0,5} = 58\%$

Angolo di attrito $\phi' = 38^\circ$

$V_s = 245 \text{ m/s}$

Al valore della densità relativa ricavato corrisponde uno stato d'addensamento "mediamente addensato".

STRATO A: costituito prevalentemente da sabbie limose e ghiaie poco addensate e costipate; nell'area di interesse lo strato ha uno spessore di circa 2,5 - 3,5 m. Il peso di volume medio stimato è $\gamma = 18,0 \text{ kN/m}^3$. Con riferimento alle correlazioni empiriche riportate al punto precedente allo strato sono associati i seguenti parametri.

Densità relativa $DR = [(N1)60 / A]^{0,5} = 25\%$

Angolo di attrito $\phi' = 30^\circ$

$V_s = 350 \text{ m/s}$

Al valore della densità relativa ricavato corrisponde uno stato d'addensamento "debolmente addensato".

STRATO B: costituito prevalentemente da ghiaie sabbiose addensate e costipate; nell'area di interesse lo strato ha uno spessore di circa 3 - 4,5 m. Il peso di volume medio stimato è $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$. Con riferimento alle correlazioni empiriche riportate al punto precedente allo strato sono associati i seguenti parametri.

Densità relativa $DR = [(N1)60 / A]^{0,5} = 46\%$

Angolo di attrito $\phi' = 34^\circ$

$V_s = 480 \text{ m/s}$

Al valore della densità relativa ricavato corrisponde uno stato d'addensamento "mediamente addensato".

Dalle prove DPSH è stato individuato un livello di falda pari a circa -7,5 m da piano campagna.

Si consiglia di progettare ed eseguire una campagna geognostica al fine di affinare ed integrare il modello geologico e geologico-tecnico ad oggi carente.

6.5 Classificazione sismica e sismicità storica

L'assetto geostrutturale dell'Italia settentrionale è caratterizzato dalla presenza di due catene, le Alpi Meridionali e l'Appennino. L'attività tettonica lungo le due catene produce deformazioni che si manifestano attraverso l'attività sismica. Nella seguente Figura si rappresenta la massima intensità sismica risentita sul territorio italiano (pubblicazione a cura di C.N.R. Istituto Nazionale di Geofisica) espressa in scala M.C.S., dal grigio (inferiore al VI grado) al bordeaux (XI grado).

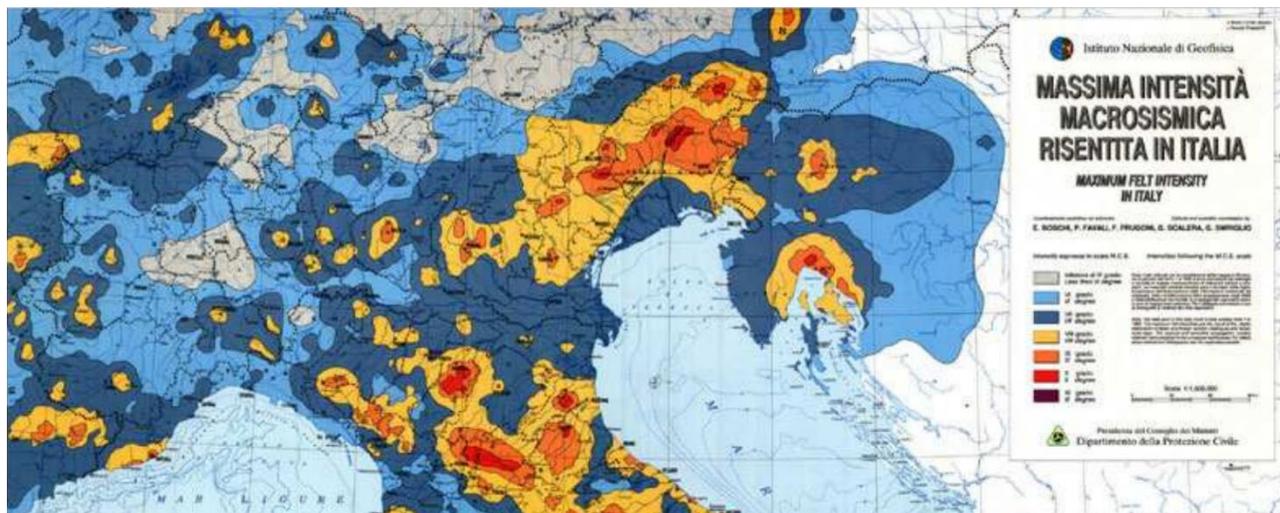


Figure 18 - Massima intensità macrosismica in Italia settentrionale

Consultando inoltre il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI 15) è stato possibile ricostruire la storia sismica della regione per i terremoti a partire dall'anno 1369. Ai fini della selezione degli eventi di interesse sono di seguito riportati i grafici relativi alle serie di eventi caratterizzati da intensità macrosismiche della regione Piemonte.

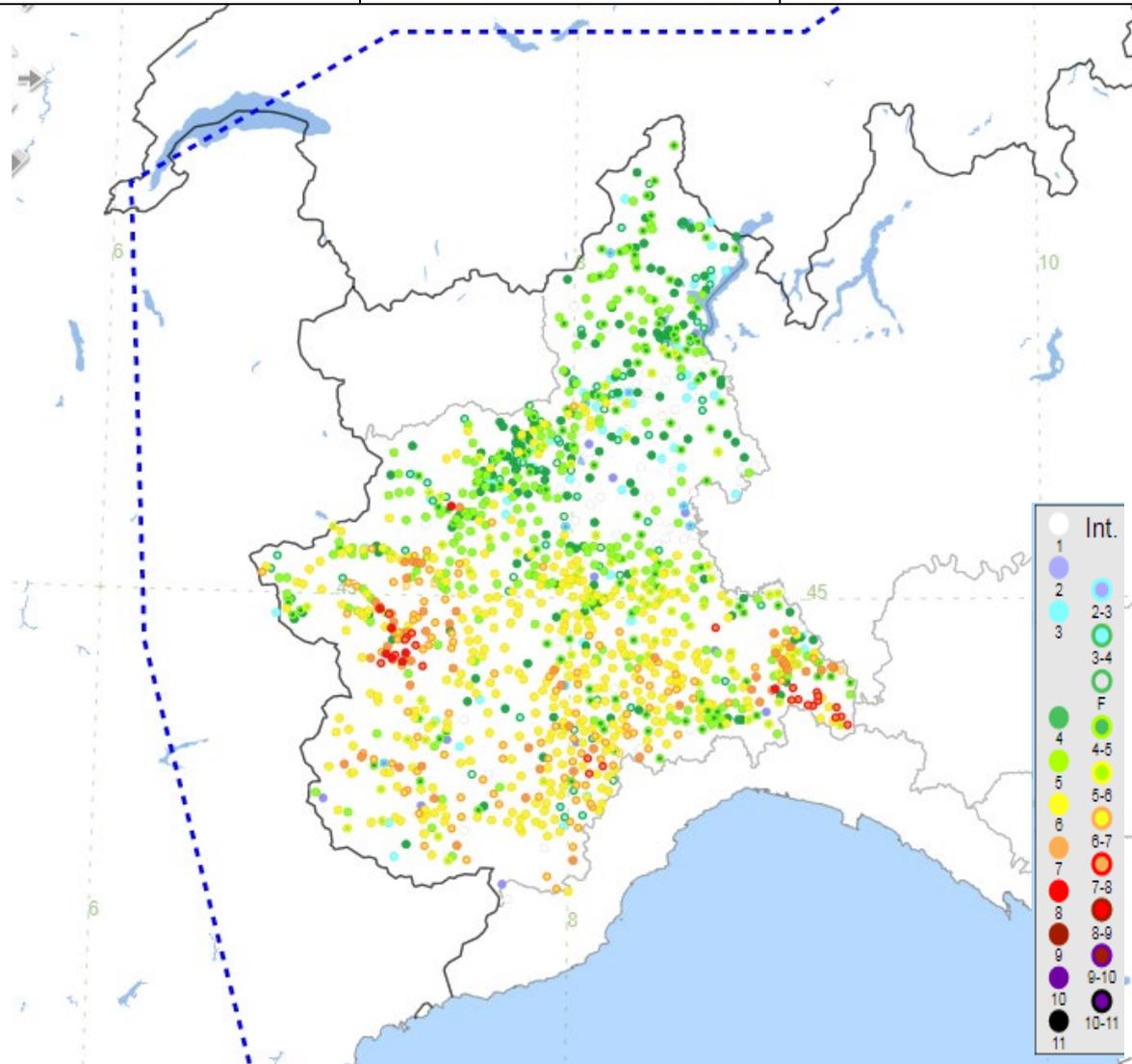


Figure 19 - Storia sismica della Regione Piemonte

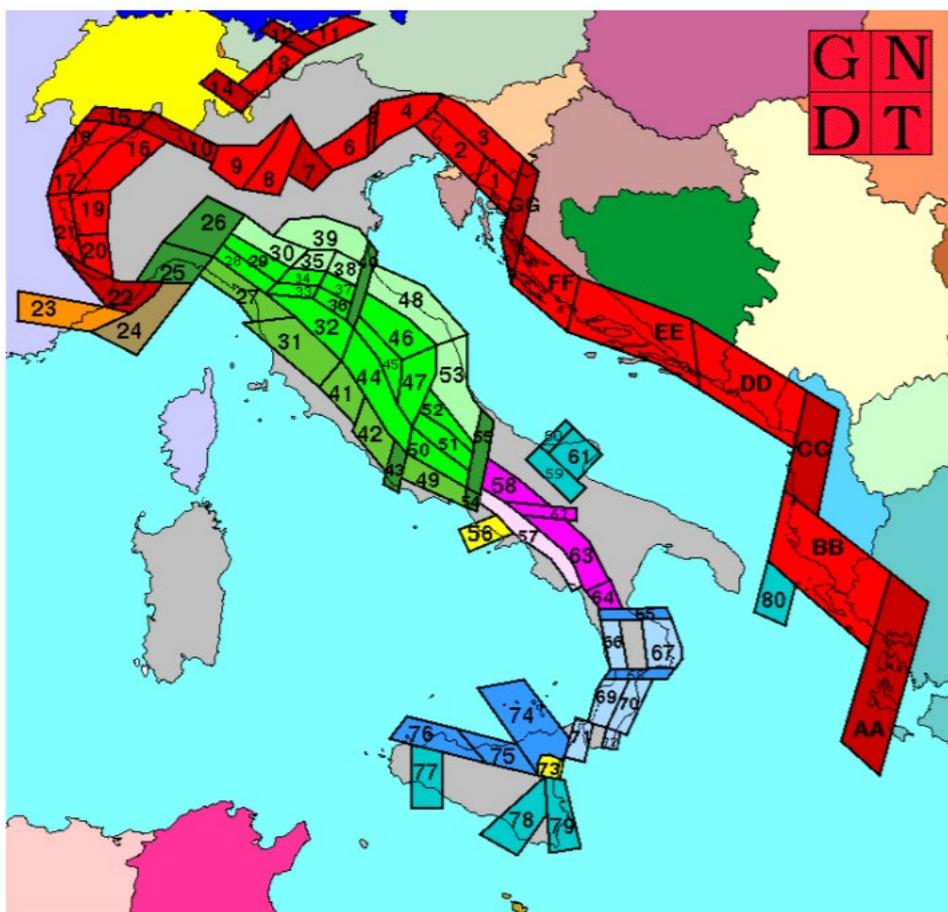
Prendendo in considerazione solo gli eventi di intensità maggiore, i principali eventi sismici con conseguenze maggiori sul territorio sono:

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1369	02	01				Alessandria	2	6-7	4.86
5	1513	02	10				Alessandria	1	5	4.16
3	1881	08	03	14	42		Alessandrino	3	4	3.70

Il sito oggetto di studio si colloca in una zona sismica di classe 3, quindi soggetta alle sollecitazioni indotte dalle scosse telluriche provenienti dalle zone epicentrali situate al margine della catena appenninica settentrionale. La sismicità presente in questo territorio, che

costituisce la parte terminale della dorsale appenninica, è subordinata all'esistenza dei sovrascorrimenti attivi che si sviluppano secondo le direttrici N-S.

Il "G.N.D.T." (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) ha individuato un modello sismogenetico che divide tale territorio in più zone sismogenetiche, come rilevabile nel catalogo "NT4.1", ove le zone 25 e 26 (Figura 28) che comprendono il cosiddetto "Arco di Pavia" e le strutture ad esso relative siano di "svincolo" cinematico del sistema supposto in migrazione (in accordo con quanto espresso, ad esempio, in Patacca *et alii*, 1990).



Legenda della zonazione sismogenetica ZS.4 (aprile 1996)



Figure 20 - Zonazione sismogenetica ZS4 adottata dal GNDT nel 1996

L'intero territorio del Comune di Alessandria è descritto nell'Atlante della Classificazione Sismica del Territorio Nazionale, redatto dal Servizio Sismico del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Lo stesso, ai sensi della "O.P.C.M. del 20/03/2003 n.3274", è stato mappato dall'INGV (Ist.to Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) sulla base delle mappe di "Pericolosità sismica" del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo (agmax), come area di intensità sismica di 3° categoria.

La classificazione sismica del territorio è stata per lungo tempo competenza dello Stato che ha provveduto negli anni '80 alla classificazione per Decreto dell'intero territorio nazionale, e per il Piemonte con DM 4 febbraio 1982.

Secondo l'attuale legislazione, la classificazione sismica del territorio spetta alle regioni, sulla base dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche stabiliti dallo Stato, attualmente rappresentati dall'Opcom 3519/06.

Per il Piemonte, l'elenco delle zone sismiche è stato in un primo momento aggiornato con la DGR n. 11-13058 del 19/01/2010 e successivamente precisato dalla DGR n. 65-7656 del 21/05/2014, attualmente vigente, con cui sono state aggiornate anche le procedure di gestione e controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico.

Sul B.U. n. 4 del 23 gennaio 2020 è stata pubblicata la D.G.R. n. 6 - 887 del 30.12.2019 "OPCM 3519/2006. Presa d'atto ed approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte" di aggiornamento della classificazione regionale.

Si evidenzia, tuttavia, che fino all'aggiornamento delle procedure per la gestione e il controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico, per la cui predisposizione la D.G.R. n. 6 - 887 del 30.12.2019 ha fissato un periodo di 6 mesi, continueranno a valere le disposizioni vigenti, stabilite dalla D.G.R. 21 maggio 2014, n. 65-7656.

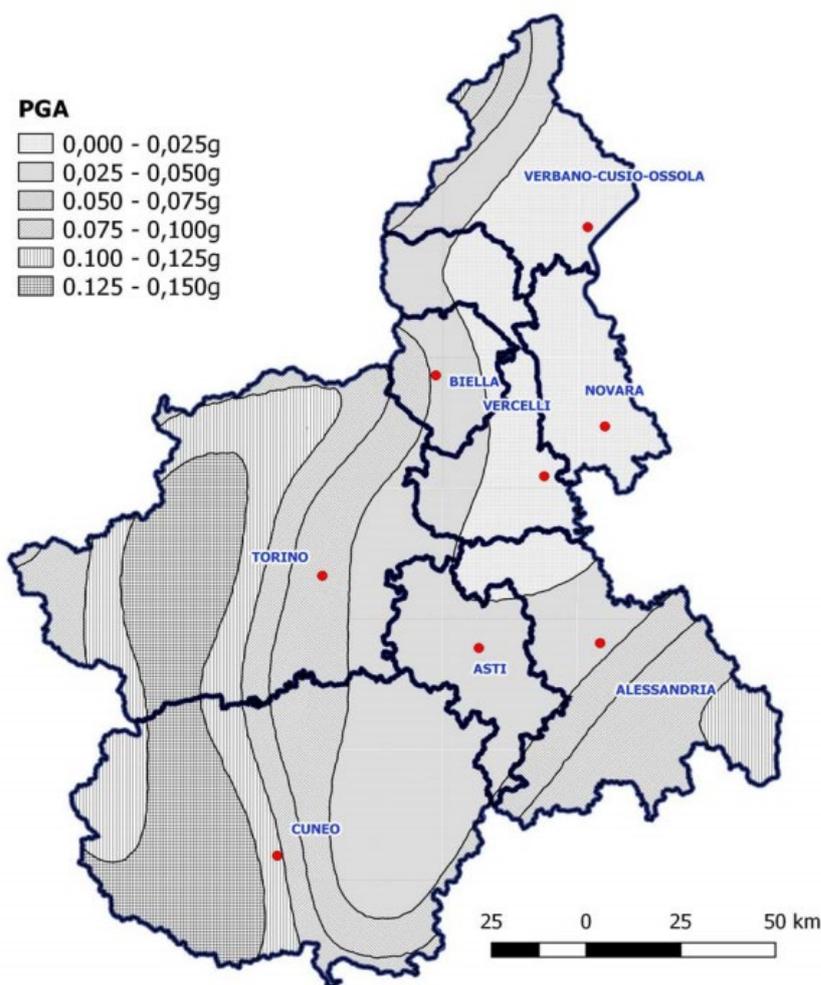
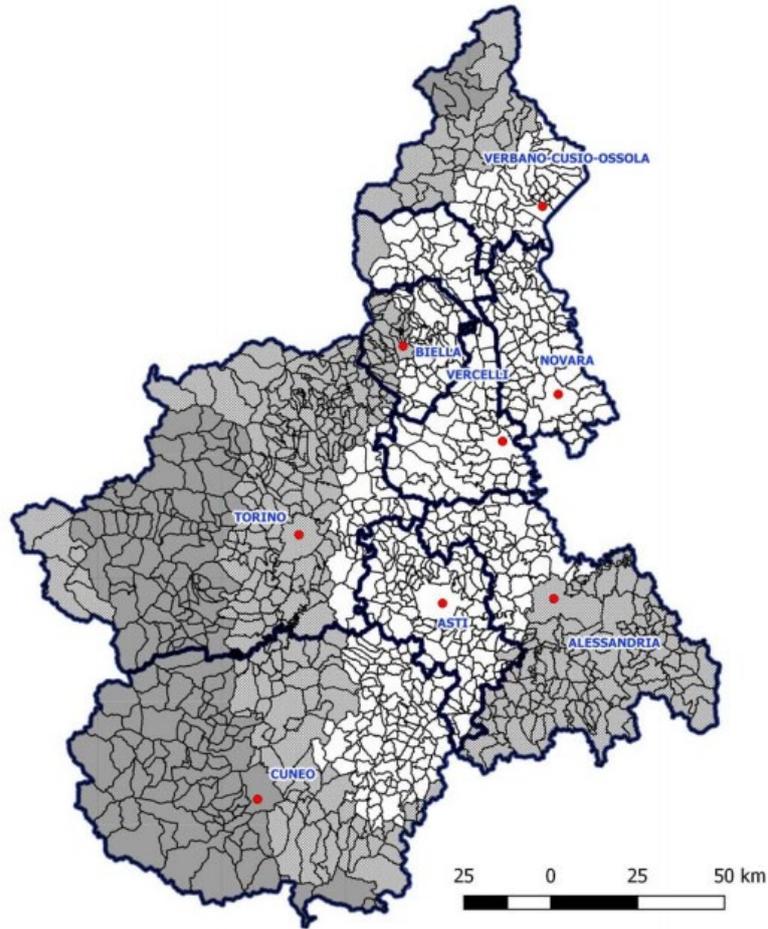


Figure 21 - Mappa di pericolosità sismica (DGR_00887_1050_30122019)



Comuni [1181]

- zona 3 [431]
- zona 3s [165]
- zona 4 [585]

BDTRE - Ambiti amministrativi

Figure 22 - Mappa di zonazione sismica (DGR_00887_1050_30122019)

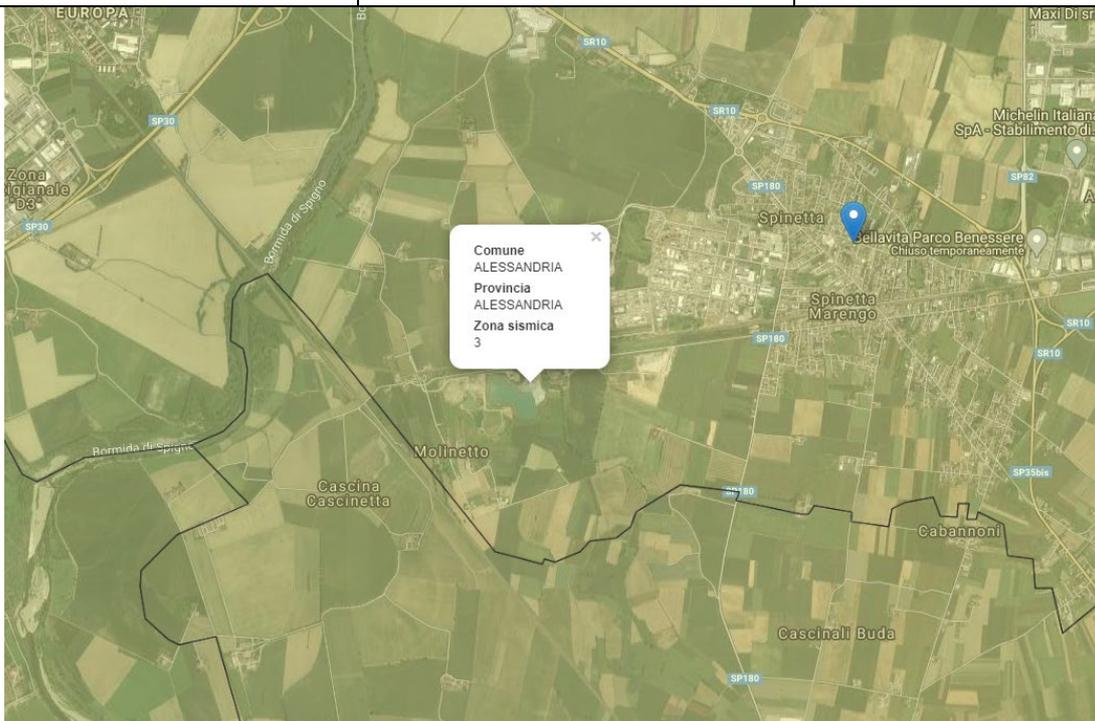
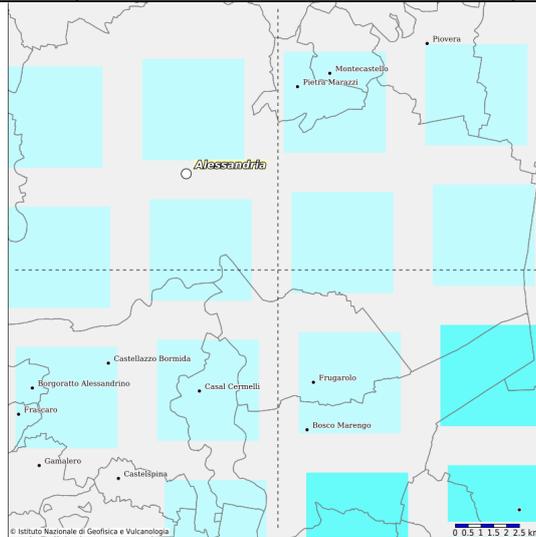


Figure 23 - Inquadramento mappa zona sismica – fonte Geoapp

Zona Simica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < ag \leq 0,15 g$	0,15 g

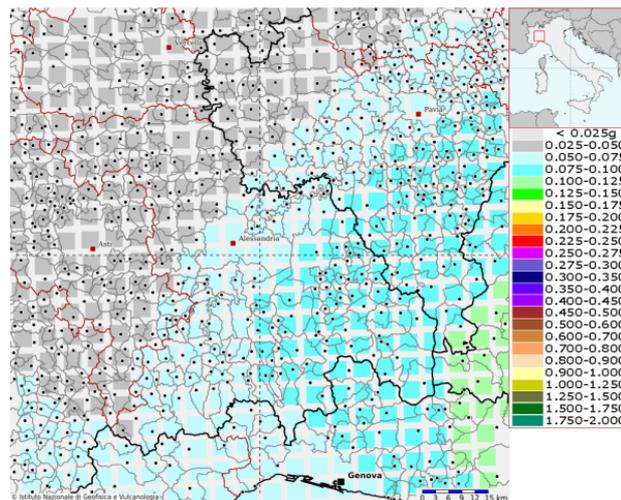
I suddetti parametri sismici dipendono dalle caratteristiche sismologiche del territorio definite su reticolo di zonazione sismica a scala nazionale.

Il valore dell'accelerazione ag è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento prodotta e divulgata dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e non è altro che la probabilità che, in un fissato lasso di tempo, nel sito in studio si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)
 Informazioni sul nodo con ID: 14695 - Latitudine: 44.889 - Longitudine: 8.693



La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, Vs30 > 800 m/s) e pianeggiante.
 Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 14695 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

Figure 24 - Carta della pericolosità sismica (INGV).

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto VN per il coefficiente d'uso CU: $VR = VN \times CU$.

In merito alla tipologia progettuale e alla definizione (tabella 2.4.1 e 2.4.2 NTC 2018) nel caso in esame è individuabile la tipologia di costruzione 2 con vita nominale VN maggiore o uguale a 50 anni e classe d'uso IV: "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività

particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica." ed il relativo Coefficiente d'uso.

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella sottostante tabella (tratta da NTC 2018):

Tab.2AII – Valori del coefficiente d'uso C_U

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

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5% con periodo di oscillazione T maggiore o uguale a 4 sec: espressione del prodotto della forma spettrale per l'accelerazione.

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

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab.3.2.I. delle NTC18 riportata nel seguito:

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

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR si ricava il periodo di ritorno TR del sisma utilizzando la relazione:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{V_R}) = -C_U \cdot V_N / \ln(1 - P_{V_R})$$

Il periodo di ritorno T_R è il periodo medio intercorrente fra un sisma ed il successivo di eguale intensità.

Stati Limite	Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R
--------------	---

Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	$(^2) 30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni } (^1)$

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale (RSL) si valuta mediante specifiche analisi: In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle NTC, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s .

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

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

Essendo, la prova MASW, stata svolta nell'anno 2013 per i calcoli sono state utilizzate le NTC08 che prevedevano la stima delle V_{s30} . Tale valore è pari a 468 m/s. Mentre secondo le nuove NTC18 andrebbe stimato il valore delle V_{sEq} che però non è possibile calcolare in quanto non

è stato raggiunto un terreno o una roccia molto rigida caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

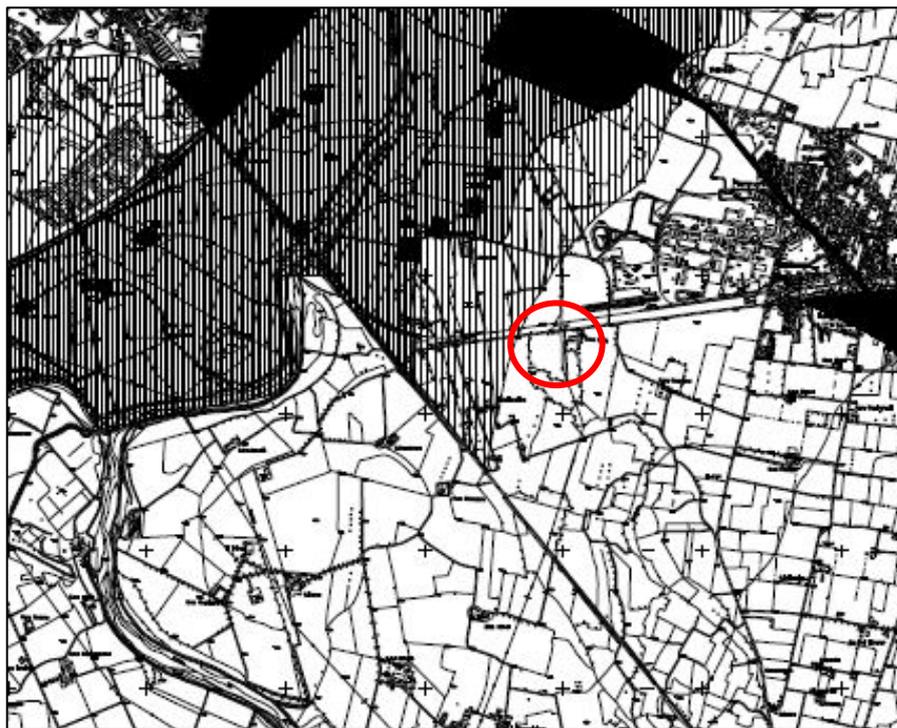
7.0 PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Per la valutazione della presenza di aree potenzialmente a rischio per fattori geologici e con lo scopo di caratterizzare il territorio interessato dal progetto proposto, sono state esaminate i seguenti temi:

- Fattori di pericolosità geologica
- Fattori di pericolosità sismica

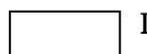
Sono stati evidenziati gli aspetti di pericolosità sismica che possono determinare un'instabilità cosismica del suolo (dislocazioni lungo le faglie, fenomeni di liquefazione).

Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica in senso stretto è stato utilizzato il Piano Regolatore Generale Comunale della Città di Alessandria, per il quale viene assegnato un valore di pericolosità basso o nulla per l'area di studio.



CLASSE I: PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA O NULLA

Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limiti alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici, sia privati, sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M.L.P. 11/3/1988.



Aree dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.

Figure 25 - Stralcio PRGC del Comune di Alessandria per la pericolosità geomorfologica

7.1 Pericolosità geologica: Piano di assetto idrogeologico Regionale (P.A.I.)

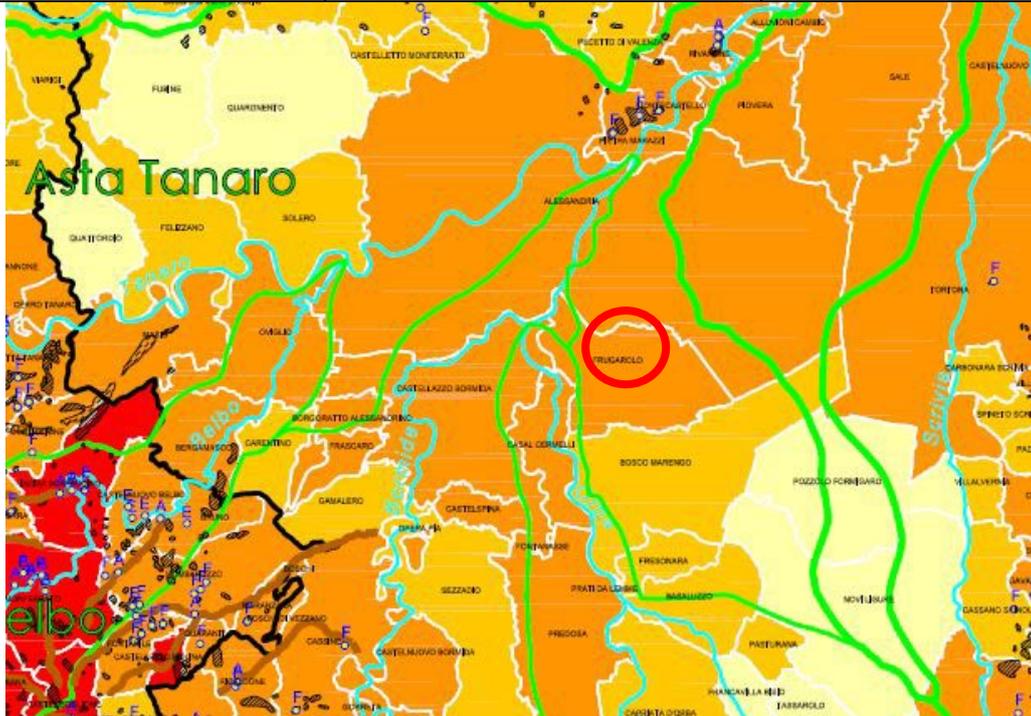
Gli strumenti per l'individuazione di fattori di pericolosità idrogeologica sono di tipo tecnico scientifico ma anche programmatico, vale a dire derivati da studi specifici che hanno portato a indirizzi e norme incluse nella pianificazione territoriale di settore specifico (PAI), nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del Fiume Po e urbanistica come i piani regolatori comunali.

Il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d'uso del suolo e gli interventi riguardanti l'assetto idrogeologico del territorio.

Il Piano individua le seguenti aree a rischio idrogeologico:

- Molto elevato;
- Elevato;
- Medio;
- Moderato.

Di tali aree determina la perimetrazione e stabilisce le relative norme tecniche di attuazione; delimita le aree di pericolo idrogeologico quali oggetto di azioni organiche per prevenire la formazione e l'estensione di condizioni di rischio; indica gli strumenti per assicurare coerenza tra la pianificazione stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico e la pianificazione territoriale in ambito regionale ed anche a scala provinciale e comunale; individua le tipologie, la programmazione degli interventi di mitigazione o eliminazione delle condizioni di rischio e delle relative priorità, anche a completamento ed integrazione dei sistemi di difesa esistenti.



LEGENDA

Rischio totale	
	R1 - Moderato
	R2 - Medio
	R3 - Elevato
	R4 - Molto elevato

Figure 26 - Stralcio della cartografia del Rischio Idraulico e Idrogeologico del PAI dell’Autorità di Bacino del Fiume Po.

Il sito in esame ricade nell’area a Rischio Idraulico e Idrogeologico Elevato. Le norme di attuazione del PAI non danno prescrizioni per tali aree ma solo una attenta valutazione delle condizioni idrauliche ed idrogeologiche dell’area stessa.

Per la valutazione delle aree potenzialmente “alluvionabili” è stato consultato il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) della Regione Piemonte.

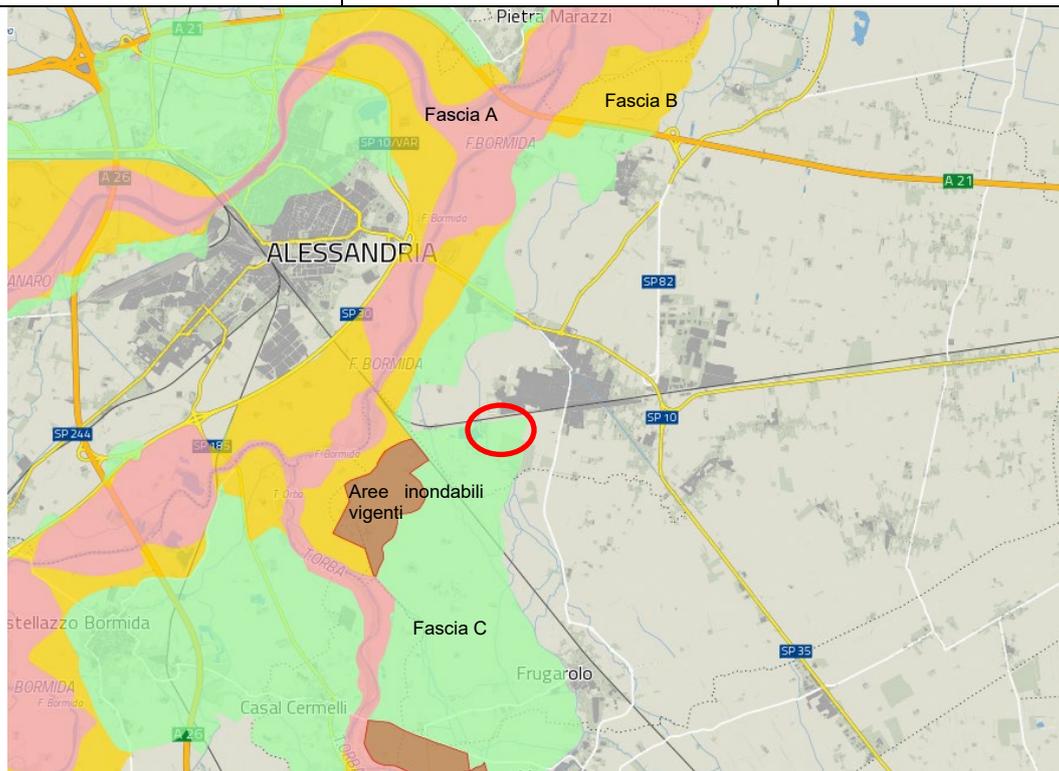


Figure 27 - Inquadramento da Geoportale Piemonte – fasce fluviali

Il sito in esame ricade all'interno della Fascia C, definita come la porzione di territorio esterna alla precedente alla Fascia B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento. Le norme di attuazione del PAI non danno prescrizioni per tali aree.

Sempre dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) della Regione Piemonte è stato dedotto, per l'area in questione, un tempo di ritorno pari a 200 – 500 anni. Ricadono infatti nelle alluvioni rare per le quali si assume come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con

TR di 500 anni.

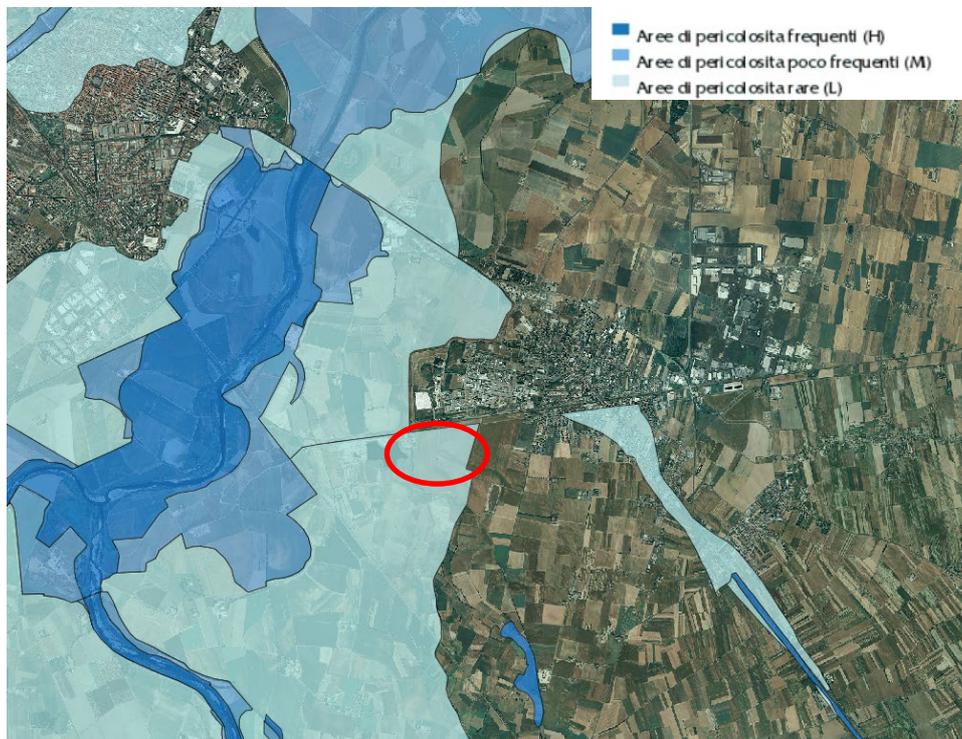


Figure 28 - Scenari di alluvioni - Pericolosità' – 2019

Visto che l'area di studio è completamente pianeggiante, non presenta dissesti in atto o potenziali ed il corpo idraulico più vicino dista circa 1,5 km in linea d'aria si può definire stabile dal punto di vista sia idraulico sia idrogeologico.

7.2 Pericolosità sismica

Per il territorio di Spinetta Marengo, utilizzando la bibliografia scientifica di settore (ITHACA ITaly HAZard from CAPable faults) (Figura 44) sono state cartografate le faglie attive capaci potenzialmente in grado di determinare dislocazioni del suolo o fenomeni di deformazione in superficie.

In considerazione di ciò, non risulta che nella zona di progetto siano presenti faglie capaci in grado di determinare dislocazioni del suolo o fenomeni di deformazione per creep asismico.

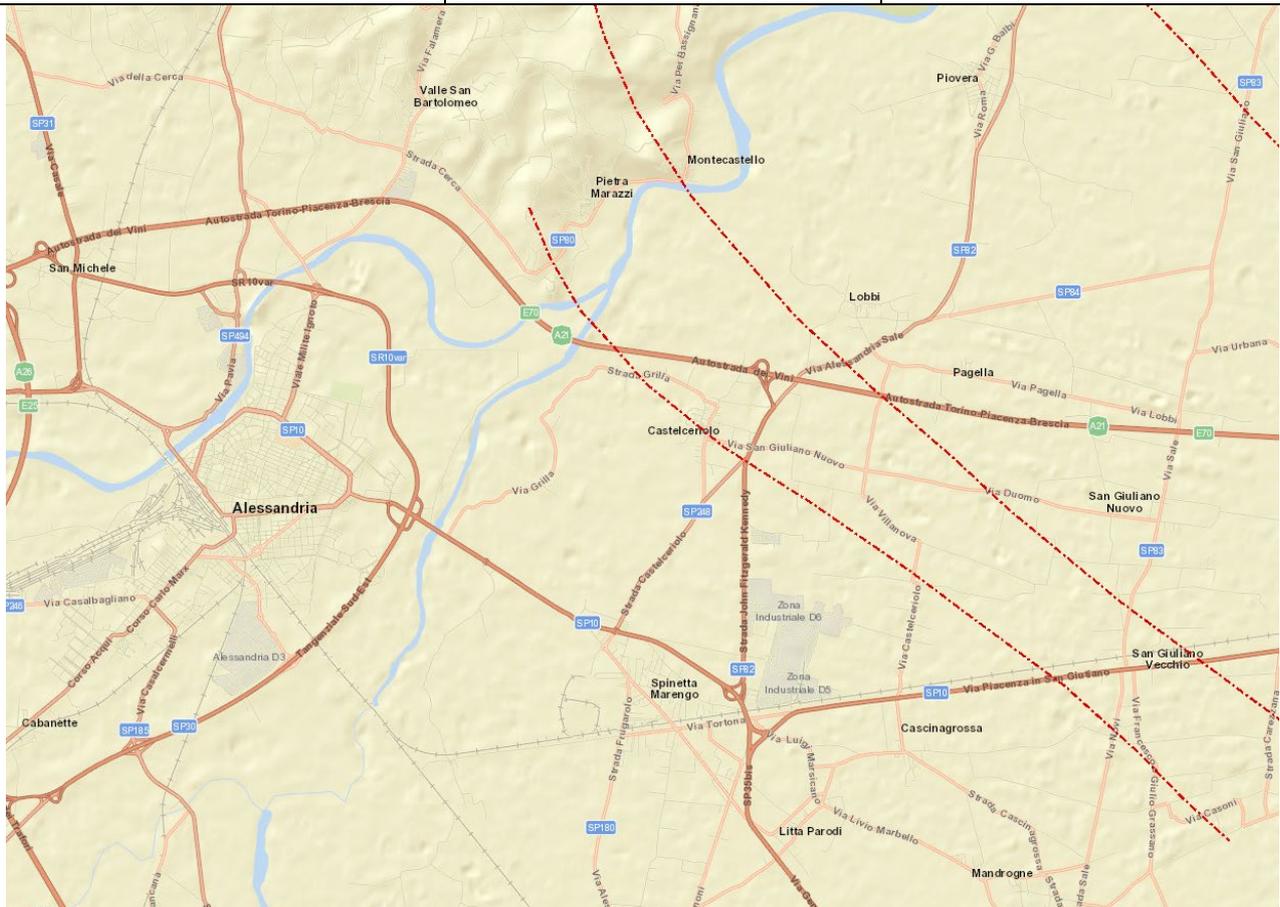


Figure 29 - Presenza di faglie capaci nell'area di Spinetta Marengo; fonte progetto ITHACA – ISPRA

Per quanto riguarda la verifica del verificarsi del fenomeno di liquefazione si richiamano i principi generali e le caratteristiche legate al fenomeno.

Nel caso di terremoti di elevata intensità e di lunga durata, in particolari tipi di terreno ed in determinate condizioni idrauliche, si possono generare dei fenomeni di liquefazione del terreno.

Si è ritenuto quindi essenziale valutare se nell'ambito dell'area in esame fossero presenti dei terreni potenzialmente liquefacibili. Per una stima del potenziale di liquefazione del terreno sono stati esaminati i fattori predisponenti che concorrono a creare le condizioni in cui la liquefazione può manifestarsi:

- La presenza di falda a limitata profondità dal piano campagna come elemento necessario per il manifestarsi del fenomeno di liquefazione. Infatti il carico litostatico limita sensibilmente l'insorgere del fenomeno e fa in modo che la liquefazione non si manifesti nel caso di falda non propriamente superficiale (>15 m dal p.c.).
- La struttura, la dimensione, la forma, la distribuzione granulometrica e il grado di uniformità delle particelle del terreno influenzano sensibilmente il fenomeno della liquefazione. I terreni suscettibili di liquefazione sono quelli in cui la resistenza alla deformazione è mobilizzata per attrito tra le particelle, quindi fondamentalmente i

terreni incoerenti. Nei terreni coesivi o litoidi le forze di coesione riducono la mobilità delle singole particelle e benché sotto l'azione di carichi ciclici la pressione interstiziale aumenti, il decadimento della resistenza è più lento e, nel caso di eventi sismici, la liquefazione non riesce a manifestarsi.

- Lo stato di addensamento del terreno è predisponente per lo sviluppo del fenomeno di liquefazione. I depositi sciolti poco addensati sono particolarmente esposti ad episodi di liquefazione.

L'area di progetto si inserisce in un contesto alluvionale caratterizzato da falda superficiale, posta a circa -7 m da piano campagna. La stratigrafia indica la presenza di ghiaie in matrice sabbiosa poco addensate con presenza di lenti sabbiose e limose. Si consiglia di svolgere in fase esecutiva delle indagini geognostiche puntuali per indagare nel dettaglio le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo di fondazione e verificare le condizioni di pericolosità.

8.0 COMPATIBILITA' DEL PROGETTO CON I CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA

Vengono descritte a seguire le attività necessarie alla realizzazione dell'impianto e gli aspetti utili a descrivere i caratteri geologici idrogeologici e geomorfologici dei litotipi interessati dalle strutture in progetto.

8.1 Attività previste in fase di cantiere

Con riferimento all'elaborato progettuale "GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.022 - Cronoprogramma", per le attività di cantiere relative alla costruzione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, sono previste tempistiche di circa 12 mesi.

Per le attività previste in fase di cantiere fare riferimento al paragrafo 3.2 della presente relazione.

8.2 Condizioni geologiche e morfologiche dei terreni d'imposta

Sono descritti a seguire gli aspetti di maggior rilievo connessi alla realizzazione delle opere progettuali descritte nel precedente paragrafo e considerando quelle più significative, quali:

- 1) strutture di supporto dei pannelli fotovoltaici;
- 2) opere civili (cabine prefabbricate);
- 3) cavidotti interrati e opere per la connessione alla rete nazionale.

Si consideri che per tutta l'area interessata dal progetto si riscontra stratigrafia analoga anche in termini di spessori. I terreni d'imposta per tutte le opere sono costituiti dai depositi alluvionali argillosi, con spessori di circa 6-7 m dal p.c. La morfologia è pianeggiante e non si prevedono, pertanto, opere di sostegno e/o sistemazione di pendii.

Nella porzione ovest del Sito, in area indicata come Classe di fattibilità 3 nella Carta di Fattibilità Geologica allegata al PGT, si potrebbe rinvenire materiale da riporto/riempimento.

8.2.1 Strutture di supporto dei pannelli fotovoltaici

La parte sommitale del piano campagna sarà oggetto di pulizia mediante il taglio raso terra di vegetazione erbacea ed arbustiva al fine di rendere la superficie di posa quanto più piana e regolare possibile. Su tali terreni si provvederà all'infissione dei pali alle profondità previste, ad eccezione delle platee cementate in cui si procederà con l'infissione di pali tipo vite.

Le opere meccaniche per il montaggio delle strutture di supporto e su di esse dei moduli fotovoltaici non richiedono attrezzature particolari. Le strutture per il sostegno dei moduli fotovoltaici sono costituite da elementi metallici modulari, uniti tra loro a mezzo bulloneria in

acciaio inox.

Per il dettaglio delle strutture si rimanda all'elaborato grafico *GRE.EEC.D.27.IT.P.13131.00.046.00_Particolare struttura sostegno moduli*.

Il montaggio delle strutture avviene attraverso le seguenti fasi:

- infissione dei pali per il fissaggio di tali strutture al suolo;
- montaggio Testa;
- montaggio Trave primaria;
- montaggio Orditura secondaria;
- montaggio pannelli fotovoltaici;
- verifica e prove su struttura montata.

8.2.2 Opere civili (cabine prefabbricate)

Come per le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici anche nel caso delle strutture prefabbricate, la parte sommitale sarà oggetto di pulizia mediante il taglio raso terra di vegetazione erbacea ed arbustiva al fine di rendere la superficie di posa quanto più piana e regolare possibile. Laddove si provvederà alla rimozione di suolo, l'appianamento per la realizzazione delle strutture di posa dei prefabbricati dovrà essere effettuato con utilizzo di stabilizzato inerte.

Le strutture prefabbricate che saranno installate nell'area, internamente alla recinzione, verranno realizzate insieme alla nuova viabilità d'accesso al Sito.

8.2.3 Cavidotti interrati ed opere per la connessione alla rete nazionale

Per la esecuzione di tali opere come descritto nel capitolo dalla fase di cantiere è previsto lo scavo di trincee di entità modesta per la sola realizzazione dei cavidotti interrati.

In particolare, sarà necessario effettuare diverse trincee profonde 0,9 m e di larghezza variabile a seconda del numero di cavidotti interrati:

- Una terna interrata: trincea larga 0,28 m;
- Due terne interrate nello stesso scavo: trincea larga 0,68 m;
- Tre terne interrate nello stesso scavo: trincea larga 1,08 m.



Engineering & Construction

GOLDER | 

CODICE - CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.030.01

PAGINA - PAGE

57 di/of 59

Considerate tali profondità e le condizioni locali dei terreni in affioramento si prevede siano interessati esclusivamente i depositi alluvionali recenti e attuali o materiale di riempimento dell'area a ovest del Sito, pertanto, esclusivamente formazioni sciolte.

9.0 Conclusioni

In questo paragrafo verranno sintetizzati i risultati dello studio geologico finalizzato alla valutazione delle condizioni geomorfologiche idrogeologiche e geologiche che interessano i terreni sui quali verrà realizzato l'impianto fotovoltaico.

Lo studio è stato elaborato sulla base di dati di letteratura e di studi geologici, idrogeologici e geotecnici sito specifici redatti in precedenti fasi di indagine a differenti scopi, attraverso i quali sono stati stimati i parametri geotecnici dei terreni di fondazione.

Sono state verificate, a completamento dei dati bibliografici, le informazioni contenute nel Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) della Regione Piemonte, l'assenza di condizioni di instabilità o criticità idrogeologica.

In base ai risultati descritti è stato possibile riassumere le seguenti conclusioni sui caratteri geologici dell'area.

Dalla vista satellitare di Google Earth e della cartografia tecnica si evidenzia l'assetto pianeggiante delle aree che si presentano coperte in parte da vegetazione di tipo macchia arborea arbustiva.

L'assetto litostratigrafico del sito è stato ricostruito mediante l'utilizzo di dati provenienti dalle indagini geognostiche svolte per le varie fasi di ampliamento delle concessioni minerarie.

La successione stratigrafica riscontrata vede la presenza di un terreno vegetale agrario a matrice sabbiosa fino alla profondità massima di circa 1,5 m dal p.c. per poi passare ad un deposito ghiaioso in matrice limoso-sabbioso con lenti di sabbia grossolana fino a circa 18-25 m dal p.c., al di sotto del quale è presente uno strato argilloso-limoso-sabbioso. Dalle prove eseguite in sito e dagli scavi minerari svolti è stata riscontrata la falda ad una profondità di circa - 7 m da piano campagna, di conseguenza vista la modesta profondità degli scavi non si prevede interferenza con le acque sotterranee.

In base ai rilievi eseguiti e dalla consultazione dei dati di letteratura geologica esaminata, non emergono criticità di carattere geologico e idro-geomorfologico in grado di interferire negativamente con la realizzazione dell'impianto in oggetto con riferimento alle opere descritte nel presente documento.

Il modello Geologico tecnico del sottosuolo è stato ricostruito utilizzando i dati geotecnici derivanti dall'unica campagna geognostica eseguite all'interno del sito minerario. È stata individuata una Coltre superficiale in matrice sabbiosa, un orizzonte denominato "Strato A" costituito da sabbie limose e ghiaie poco addensate e da un orizzonte denominato "Strato B" costituito da ghiaie sabbiose addensate.

La prova sismica di tipo MASW, eseguita nella medesima campagna di indagine, che ha



Engineering & Construction

GOLDER | wsp

CODICE - CODE

GRE.EEC.R.27.IT.P.13131.00.030.01

PAGINA - PAGE

59 di/of 59

permesso di stimare il valore delle Vs30 secondo le ormai sorpassate NTC08, di conseguenza non è possibile determinare la categoria di sottosuolo secondo le nuove NTC18.

Si suggerisce tuttavia, come da normativa, la realizzazione di indagini per la determinazione dei parametri sito specifici del sito e per la definizione del modello geologico sotto l'aspetto sismico e geotecnico, ai sensi Decreto Ministeriale 17/01/18 Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 18) e Circolare sulle Istruzioni - C.S. LL.PP consistenti in indagini di tipo MASW (prove sismiche attive) per la caratterizzazione delle categorie dei suoli tramite la VS30, da eseguire in corrispondenza delle strutture, prove penetrometriche e/o sondaggi profondi 10 m da cui prelevare 2 campioni indisturbati per l'esecuzione di prove di laboratorio.

Il geologo

Alessandro Duca

