



REGIONE EMILIA ROMAGNA  
PROVINCIA DI PARMA  
COMUNE DI BORGO VAL DI TARO



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE  
DEL PARCO EOLICO  
"MONTE CROCE DI FERRO"

Potenza complessiva 30 MW

PROGETTO DEFINITIVO  
DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE  
INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI



STUDIO IDROGEOLOGICO

COMMITTENTE

**BORGOTARO  
WIND**

**Piazza del Grano 3  
39100 Bolzano, Italia**

GRUPPO DI LAVORO

Ing. GIUSEPPE STEFANINI: progettista opere civili, idrauliche e calcoli strutturali

Ing. PIETRO RICCIARDINI (GEOTECH srl): progettista opere elettriche e sottostazione

Ing. GIULIO BARTOLI, Dott. Geol. STEFANO MANTOVANI (MMA srl): SIA, studi paesaggistici, relazioni specialistiche, studio geologico geotecnico, studio di impatto acustico, simulazioni fotografiche

Dott.ssa. MARIA GRAZIA LISENO (NOSTOI srl): studio archeologico

Prof. DINO SCARAVELLI (Coop. S.T.E.R.N.A.): relazione faunistica, piano di monitoraggio faunistico, avifaunistico e chiroterri, relazione floristico-vegetazionale

Arch. LUCIANO SERCHIA: consulente paesaggistico

Arch. STEFANO BOTTI (ABACUS sas) geom. CESARE SCHIATTI (STUDIO ARCO srl): rilievi aerofotogrammetrici e GNSS, documentazioni fotografiche da drone e da terra

Arch. MATTEO MASCIA: modellazione tridimensionale e renderizzazione fotorealistica

Dott. ENRICO CIRCELLI: consulenza micologica

Dott. Forestale FRANCESCO MARIOTTI: progettista interventi forestali compensativi

SCALA:

FIRME



*Stefano Mantovani*



*Stefano Mantovani*

Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
00	Integrazione nota ARPAE SAC Parma Prot. n. 203102/2022 del 12/12/2022	Mantovani	Mantovani	Piovatucci A.	Marzo 2023



**REGIONE EMILIA ROMAGNA**

**Comune di Borgo Val di Taro (Parma)**

**BORGOTAROWIND**

**Borgotaro Wind Srl**

Piazza del Grano 3, Bolzano, P.IVA e Cod. Fisc. 03127880213

**PROGETTO DEL  
PARCO EOLICO “MONTE CROCE DI FERRO”,  
DELLE OPERE CONNESSE E  
DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

**PROGETTO PARCO EOLICO**

**G-R.4 STUDIO IDROGEOLOGICO**

**Revisione 00 d.d. marzo 2023**



## INDICE

1. DESCRIZIONE DELLE FINALITA' DELLO STUDIO IDROGEOLOGICO.....	3
2. UBICAZIONE GEOGRAFICA DEL SITO E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	5
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	8
4. QUADRO GEOLOGICO REGIONALE .....	12
4.1 Inquadramento geologico regionale .....	12
4.2 Inquadramento tettonico-strutturale.....	14
4.3 Geomorfologia .....	14
4.4 Successione stratigrafica .....	15
4.4.1 Arenarie di Monte Gottero (GOT) .....	15
4.4.2 Litozona argillitica caotica (GOTa).....	16
4.4.3 Argilliti di San Siro (SSI) .....	16
4.4.4 Litozona marnosa (SSla) (Marne di Pontolo) .....	16
5. QUADRO GEOLOGICO LOCALE .....	20
5.1 Caratteri geologici locali .....	20
5.2 Complessi idrogeologici .....	21
5.3 Potenziali interferenze opere in progetto – captazioni idriche e rete acquedottistica .....	23
5.3.1 Sorgenti captate dal gestore Montagna 2000 .....	23
5.3.2 Rete acquedottistica del gestore Montagna 2000.....	26
5.3.3 Sorgenti captate dal Gestore Gaia (Toscana) .....	27
6. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOFISICHE .....	31
6.1 Premessa .....	31
6.2 Indagini geoelettriche.....	31
6.3 Strumentazione utilizzata.....	32
6.4 Metodologia di indagine ERT.....	32
6.5 Interpretazione dati geoelettrici .....	33
6.5.1 ERT VIGHINI .....	34
6.5.2 ERT BT03.....	34
6.5.3 ERT POTACCHIO .....	35
6.5.4 ERT BT05.....	35
7. MODELLO IDROGEOLOGICO .....	37
7.1 Sezione idrogeologica SORGENTI VIGHINI 1 e 3 – BT03.....	37
7.2 Sezione idrogeologica SORGENTE POTACCHIO– BT05 .....	38
8. TUTELA DELLE SORGENTI.....	41
8.1 Riferimenti normativi.....	41
8.2 Gestione di eventuali sversamenti durante la fase di cantiere .....	42
8.3 Piano di monitoraggio .....	42
8.4 Fonti di approvvigionamento alternative .....	43
9. CONCLUSIONI .....	44



## 1. DESCRIZIONE DELLE FINALITA' DELLO STUDIO IDROGEOLOGICO

Il presente elaborato è stato redatto al fine di recepire le integrazioni richieste con note prot. 203102/2022 trasmessa in data 12/12/2022 e prot. 205606/2022 trasmessa in data 15/12/2022 da parte di ARPAE Servizio Autorizzazioni e Concessioni di Parma ai seguenti paragrafi:

- D. Ambiente idrico

*Il bacino afferente ai Monte Molinatico - M. Croce di Ferro, in entrambi i versanti, è caratterizzato da una significativa presenza di acque superficiali e sotterranee che garantiscono un'importante risorsa idrica per il Comune di Borgo Val di Taro e non si esclude altrettanto per l'ambito toscano. Nello Studio d'Impatto Ambientale non si trova un'adeguata analisi circa la presenza di tali risorse e la loro tutela anche in considerazione del fatto che le piattaforme degli aerogeneratori prevedono palificazioni profonde 27 metri.*

o *D.9 Risulta pertanto necessario condurre un approfondito Studio idrogeologico che metta in evidenza lo stato di fatto su cui insiste la progettualità in tutte le sue declinazioni (aree di cantiere, piazzole aerogeneratori, viabilità, etc.), nonché le eventuali interferenze delle opere/interventi/connessioni progettuali previsti con le risorse idriche sotterranee, con i relativi punti di emersione (sorgenti) e captazione, nonché con le eventuali reti acquedottistiche, a corredo andranno anche messi in rilievo tutti i relativi areali di tutela. Tale approfondimento andrà condotto per il comparto emiliano così come per quello toscano. Di conseguenza andranno relazionati gli interventi che verranno messi in campo al fine della tutela della risorsa e a tutela delle captazioni e reti acquedottistiche del Servizio Idrico Integrato, così come di quelle eventualmente private e/o locali, sia per l'ambito emiliano che per quello toscano;*

La nota di Montagna 2000 del 05/12/2022 Prot. 1935 richiede quanto segue:

*..... risulta fondamentale che il proponente provveda a fornire adeguate evidenze che gli interventi in progetto – sia durante la fase di cantierizzazione che in quella di esercizio del nuovo parco eolico – non comportino nel tempo alcuna riduzione dell'entità dei volumi idrici approvvigionabili e nemmeno possano determinare uno scadimento delle caratteristiche qualitative della risorsa.*

La nota di ATERSIR del 12/12/2022 richiede quanto segue:

o *studio idrogeologico approfondito che individui, tra le altre cose, le possibili interferenze tra le attività oggetto di autorizzazione (fase di cantiere, di realizzazione delle opere e di esercizio) con le sorgenti afferenti al servizio idrico integrato ed agli acquiferi alimentanti tali sorgenti sulla base di un numero congruo di dati provenienti da un adeguato periodo di osservazione;*

o *che sia verificata congiuntamente al Gestore del SII, Montagna 2000 S.p.A., la presenza o meno di reti ed impianti interferenti, prevedendo, laddove esistenti, la tutela delle dotazioni, degli impianti e delle relative attività, così come prescritto dalla normativa vigente. Qualora fosse necessario effettuare spostamenti questi dovranno essere concordati e autorizzati dal Gestore del SII, Montagna 2000 S.p.A. e realizzati a cura e spese del proponente;*

o *piano di Monitoraggio che individui le azioni necessarie da attuare prima, durante e dopo i lavori di escavazione e che comprenda la previsione del monitoraggio in continuo di parametri quali la torbidità, la portata e la qualità dell'acqua delle sorgenti interessate dal progetto, essenziali per poter garantire la corretta funzionalità del servizio idrico integrato;*

o *siano individuate fonti di approvvigionamento alternative che garantiscano la continuità del Servizio in caso di variazioni di portata significative e/o di mancato rispetto dei parametri di qualità dell'acqua. La scrivente Agenzia si riserva la facoltà di prescrivere ulteriori azioni di monitoraggio e collegamento alle infrastrutture esistenti del SII, della sorgente individuata.*





Il presente elaborato è stato altresì redatto tenendo in considerazione le modifiche progettuali introdotte rispetto alla proposta progettuale iniziale sottoposta ad iter procedurale di PAUR e che sono meglio descritte nell'elaborato RI-R.0 nelle premesse.

A seguito di incarico conferito da **BORGOTARO WIND srl** con sede in Bolzano, Piazza del Grano 3 per la redazione dello studio idrogeologico relativo alla **costruzione del Parco Eolico “Monte Croce di Ferro”**, attualmente in corso di progettazione, si è proceduto all'analisi degli aspetti di carattere idrogeologico del territorio interessato dal progetto per la valutazione dell'impatto che l'intervento proposto potrà avere sul sistema di circolazione delle acque sotterranee.



## 2. UBICAZIONE GEOGRAFICA DEL SITO E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La zona oggetto del presente studio è ubicata in Comune di Borgo Val di Taro PR, nel settore sud-orientale del territorio comunale; in particolare, l'area del Parco Eolico si colloca in corrispondenza del crinale Tosco-Emiliano nella zona compresa all'incirca tra il Monte Croce di Ferro (ad Ovest) e il Monte Borraccia (ad Est); la sottostazione utente collegata al Parco è ubicata a Borgo Val di Taro, in un'area ad Est della stazione ferroviaria ed in particolare ad Est del Centro Edile.

L'ubicazione del sito è meglio illustrata nelle Figura 2.1, Figura 2.2, Figura 2.3, Figura 2.4 e Figura 2.5.



Figura 2.1 - Inquadramento territoriale



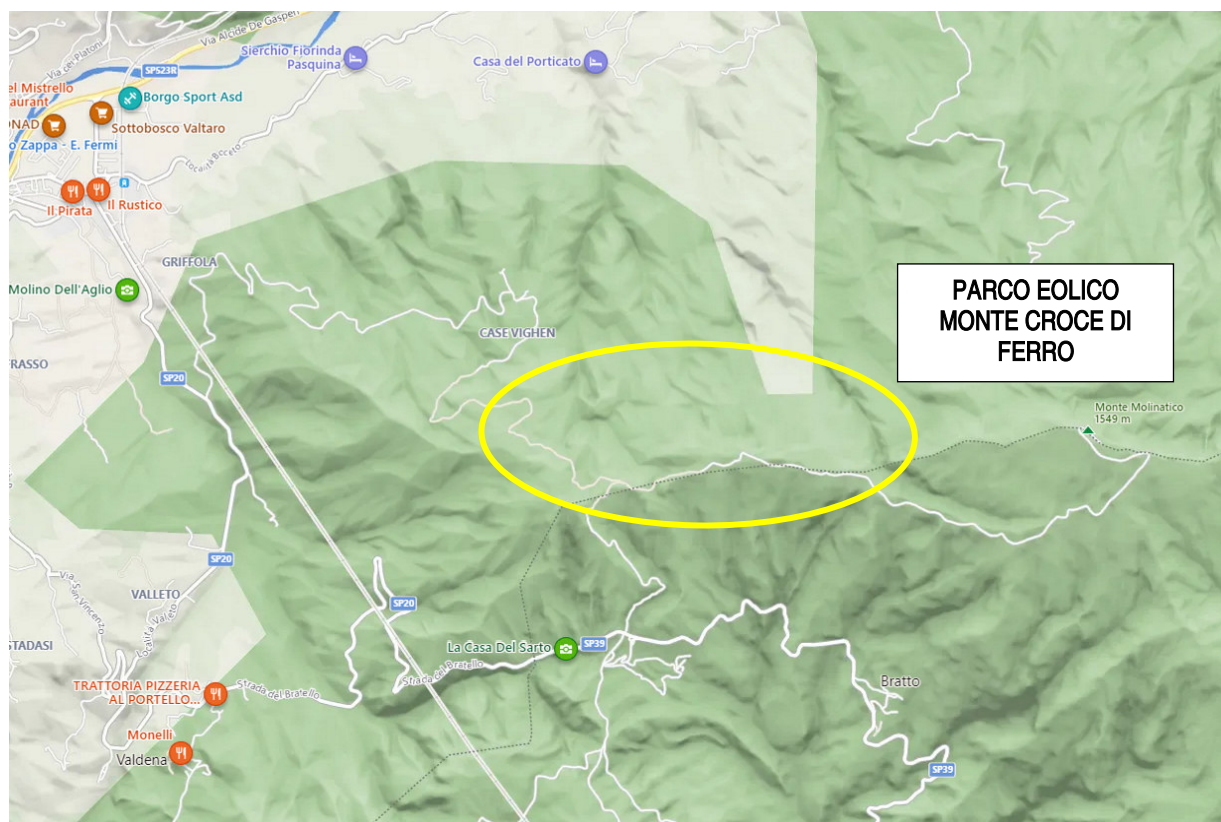


Figura 2.2 – Area del parco eolico

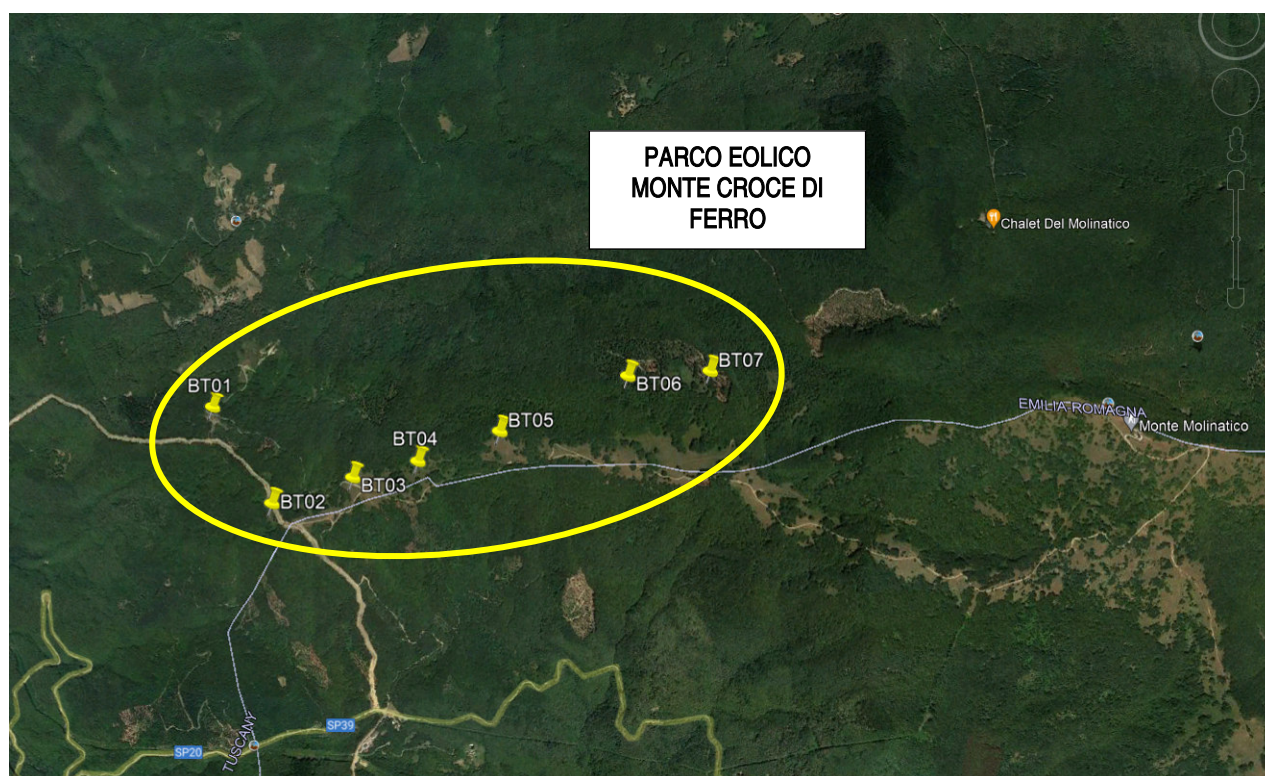


Figura 2.3 – Inquadramento da foto aerea del sito del parco eolico



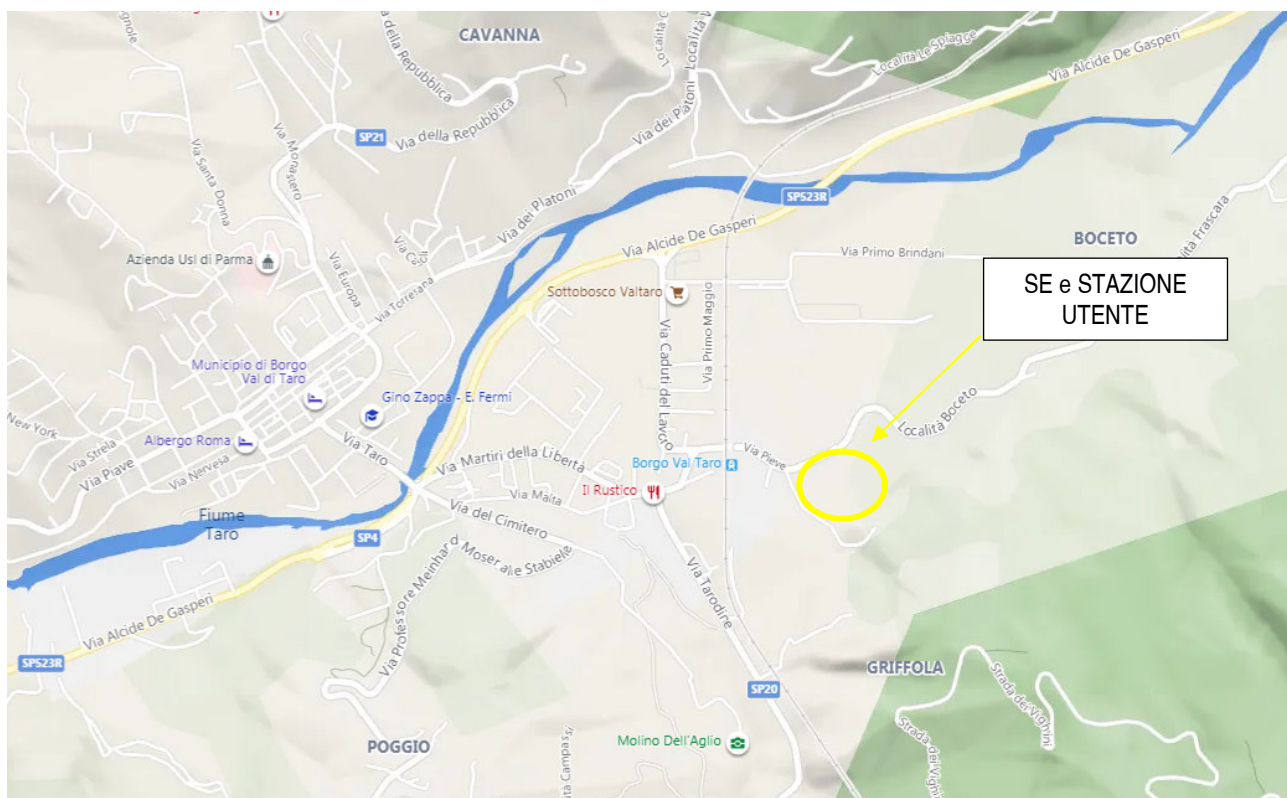


Figura 2.4 – Area della SS Utente



Figura 2.5 – Inquadratura da foto aerea del sito



### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto generale descritto nella presente relazione nasce dalla volontà della Società Proponente di realizzare un parco eolico per la produzione di energia elettrica denominato “Monte Croce di Ferro”, da costruire lungo il crinale omonimo posto nel territorio del comune di Borgo Val di Taro (PR).

L'impianto, proposto dalla società Borgotaro Wind S.r.l., sarà costituito da 7 aerogeneratori della potenza massima di 6,1 MW ove i singoli aerogeneratori saranno limitati a 4,2, 4,3 o 4,5 MW al fine di rispettare il vincolo della potenza massima di impianto di 30 MW sul punto di connessione alla RTN, in aderenza e nel rispetto della STMG ottenuta da Terna e accettata dalla scrivente società (elaborato AE-1\_riservato). Da tali aerogeneratori, posti lungo una fascia di circa 2,3 km e compresi in un intervallo altimetrico di 135 m e collegati tra loro a gruppi in numero variabile da due a tre, l'energia elettrica prodotta verrà convogliata tramite un cavidotto interrato al punto di raccolta e consegna (sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT) e successivamente alla futura stazione elettrica Terna, prevista sempre nel territorio comunale di Borgo Val di Taro.

Il sito di intervento si colloca in prossimità del confine con la Regione Toscana, coincidente in quella zona con il dislivello delle acque, e si sviluppa lungo il pendio Emiliano distanziandosi dalla linea di massima quota da un minimo di 90 m ad un massimo di 620 m.

Il progetto è il risultato di una serie di studi che hanno preso in considerazione numerosi fattori, quali l'anemologia, l'orografia e l'accessibilità del sito, con lo scopo di massimizzare il rendimento dei singoli aerogeneratori e dell'impianto nel suo complesso, attraverso l'utilizzo di software appositi, nel rispetto della normativa vigente.

Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto (aerogeneratore di progetto) è un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,1 MW, limitata a 4,2, 4,3 o 4,5 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 158 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore pari a massimi 132 m;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 200,0 m;
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: 4,95 m;
- area spazzata massima: 19.607 mq.

La velocità del vento di avviamento (o velocità di cut-in) è la minima velocità alla quale la macchina inizia a ruotare ed è pari a 3,0 m/sec; una volta che la velocità del vento supera il valore corrispondente alla velocità di avviamento la potenza cresce al crescere della velocità del vento. La potenza cresce fino alla velocità nominale e poi si mantiene costante fino alla velocità di fuori servizio o di cut-out (25 m/sec); per ragioni di sicurezza, a partire dalla velocità nominale, la turbina si regola automaticamente e l'aerogeneratore fornirà la potenza nominale servendosi dei suoi meccanismi di controllo.

Le opere civili previste per la realizzazione del campo eolico sono di seguito elencate:

- viabilità interna: è costituita da una serie di strade e di piste di accesso, in parte esistenti e in parte di nuova realizzazione, che consentono di raggiungere agevolmente tutte le postazioni in cui verranno collocati gli aerogeneratori. La progettazione stradale è stata svolta tenendo conto del fatto che la movimentazione dei



pezzi componenti l'aerogeneratore e delle gru necessarie per il loro montaggio richiede una geometria stradale avente le seguenti caratteristiche minime:

- larghezza netta della pista 4,50 m
- raggio minimo di curvatura 24,00 m
- allargamento della pista in corrispondenza delle curve fino a 13 m totali
- pendenza longitudinale massima 21%
- raggio di curvatura minimo altimetrico 200,00 m

I rilevati stradali saranno realizzati utilizzando, per quanto possibile, il materiale presente in sito mediante stabilizzazione con calce per i rilevati e realizzazione di terre armate per il sostegno degli stessi. Dopo l'esecuzione della necessaria compattazione, verrà steso uno strato di geotessile, quindi verrà realizzata una fondazione in misto granulare dello spessore di 30 cm e infine uno strato superficiale di massiciata tipo A1-b D<30mm UNI 10006 dello spessore di 10 cm.

- **piazzole provvisorie:** sono state dimensionate per consentire il montaggio a terra del braccio della gru principale a mezzo di altre due gru di supporto. Una volta completate le fasi di montaggio degli aerogeneratori si provvederà a ripristinare le parti delle piazzole provvisorie non più necessarie ai fini dell'accesso alle zone più prossime all'aerogeneratore, che andranno a costituire le piazzole definitive. In alcuni casi il ripristino comporterà la rimozione delle opere realizzate con la reintroduzione dello stato ante-operam, in altri casi il ripristino prevederà il ricoprimento delle parti delle piazzole provvisorie non più necessarie con relativo rinverdimento. Anche per la realizzazione delle parti in rilevato delle piazzole provvisorie si privilegerà l'impiego di terreni provenienti dagli scavi stabilizzata con la calce e sostenuta con la per la realizzazione di terre armate. La pavimentazione delle piazzole provvisorie sarà realizzata con le stesse modalità previste per le strade costituenti la viabilità.
- **piazzole definitive:** saranno ricavate dalle piazzole provvisorie ripristinandone la parte non più necessaria in fase di esercizio; anche la pavimentazione delle piazzole provvisorie sarà costituita da uno strato di misto stabilizzato dello spessore minimo di 40 cm.
- **opere di sostegno:** la particolare morfologia del terreno, i vincoli imposti alla geometria stradale della viabilità di collegamento, l'opportunità di ridurre le dimensioni del sedime di occupazione delle opere di progetto rendono necessaria la realizzazione di significative opere d'arte, per lo più costituite da terre armate che assolveranno sia alla funzione di sostegno del rilevato stradale e dei rilevati costituenti le piazzole sia a quelle di stabilizzazione del fronte scavo nei tratti di strada in trincea e nelle parti di piazzola ricavate in scavo. Date le caratteristiche del terreno movimentato, che interesserà principalmente la coltre superficiale di natura argilloso-limosa, il materiale necessario per la realizzazione delle terre armate sarà prelevato direttamente in sito. Ove le condizioni lo rendono necessario, per adeguare le strade comunali esistenti, verranno realizzati dei By-Pass e allargamenti a monte e a valle della sede viaria, intervenendo anche con soluzioni con paratie in micropali tirantate.
- **opere di attraversamento e deviazione dei corsi d'acqua minori:** la realizzazione della viabilità interna e delle piazzole presenterà alcune interferenze con la rete idrografica di 2° ordine (rii) e in casi più frequenti con quelle di 3° ordine (impluvi) della zona di intervento. **Si prevede pertanto di realizzare un sistema di fossi di guardia e di tombini in modo da garantire una corretta regimazione delle acque intercettate dalle nuove opere ed il loro corretto convogliamento nella rete idrografica esistente. Nei punti di intersezione delle nuove opere, i corsi d'acqua intercettati risultano caratterizzati da bacini di estensione limitata, in quanto l'area d'intervento risulta situata in prossimità di una zona di crinale.**
- **opere di regimazione idraulica in adiacenza alle frane attive:** trattasi di interventi di regimazione delle acque superficiali da attuarsi in prossimità dei principali corpi instabili, ubicati in adiacenza alla futura stazione elettrica Terna e all'area di cantiere. **Saranno costituiti da fossi di guardia e tubi, per il convogliamento delle**





acque ai rii prossimi ai dissesti; tali interventi non interferiranno con i corpi di frana che non saranno interessati da interventi diretti ed avranno la funzione di impedire il ruscellamento e infiltrazione delle acque superficiali all'interno dei corpi di frana stessi.

- **fondazioni degli aerogeneratori:** le torri degli aerogeneratori saranno fissate ad un elemento circolare di base in acciaio, a sua volta annegato all'interno di una fondazione tronco-piramidale in conglomerato cementizio armato, progettata per resistere al peso proprio della struttura e alle sollecitazioni cinematiche provocate dai sismi e dal vento. Date le caratteristiche del terreno risultanti dalle indagini geologiche e geotecniche condotte sulle singole postazioni degli aerogeneratori, **la fondazione sarà del tipo su pali di grande diametro in calcestruzzo armato. La dimensione del plinto sarà circolare con diametro di 24 m con n. 16 pali trivellati da 100 cm e lunghezza variabile da 15 a 27 m. L'altezza del plinto sarà variabile da 1,50 m a 4,35 m.**
- **elettrodotti interrati:** al di sotto della viabilità interna al parco correranno i cavi di media tensione che trasmetteranno l'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori alla sottostazione MT/AT e quindi alla rete elettrica nazionale. Lo scavo per l'alloggiamento del cavidotto, della profondità non inferiore a 1,30 m, sarà di larghezza variabile a seconda del numero di terne contenute; queste verranno collocate su uno strato di sabbia dello spessore di 10 cm, ricoperte con un ulteriore strato di sabbia di 30 cm, all'interno del quale troveranno posto anche il cavo in rame per la messa a terra, il cavo di comunicazione in fibra ottica per il sistema di controllo del parco (all'interno di un tubo in PVC del diametro di 50 mm) e uno o più elementi di resina a protezione dei cavi. La restante porzione dello scavo sarà riempita con materiale arido, all'interno del quale sarà collocato il nastro segnalatore. Il percorso del cavidotto verso la sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT seguirà, nel tratto che scende verso l'abitato di Borgo Val di Taro, il tracciato di vecchie strade interpoderali e comunali con un minimo impatto sulla viabilità ordinaria e senza interferenze con le zone boschive.
- **sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT 30/132 kV:** il collegamento alla RTN verrà realizzato mediante punto di raccolta ed elevazione 30/132 kV collegato in antenna a 132 kV alla futura stazione di smistamento a 132 kV della RTN nel Comune di Borgo Val di Taro (PR) da inserire in entra-esce sulle linee a 132 kV “Pontremoli RT – Borgotaro RT” e “Borgotaro RT – Berceto”. Progettualmente è previsto anche un collegamento provvisorio alla RTN: dal punto di vista elettrico la connessione avverrà tramite un cavo interrato a 132 kV in partenza dalla futura sottostazione MT/AT che, arrivato “al punto di consegna”, salirà in aereo tramite porta terminale aereo – cavo. Da qui la connessione, passando per il sezionatore, salirà con una calata dei conduttori aerei della linea a 132 kV “Pontremoli RT – Borgotaro RT” che in quel tratto ha le terne in parallelo. Tale sistema di inserimento su una linea esistente viene definito “T rigido”. La nuova sottostazione elettrica di trasformazione verrà realizzata in un'area attualmente agricola posta all'esterno dell'abitato di Borgo Val di Taro e lungo il tratto della strada comunale ex S.S. 523; il profilo altimetrico del terreno porta a realizzare la superficie della nuova sottostazione elettrica di trasformazione con paratie di contenimento in pali di grande diametro e tiranti sub orizzontali. La disposizione sarà comunque in andamento con la superficie esistente e mitigata con l'inserimento di essenze arboree e sistemazioni a verde. L'accesso alla futura sottostazione elettrica di trasformazione, condiviso con quella della futura stazione elettrica di smistamento RTN, avverrà direttamente dalla strada comunale utilizzando un percorso interno esistente che sarà opportunamente adeguato. Il layout elettromeccanico della sottostazione utente è predisposto al fine di prevedere la possibilità di realizzare in futuro un condominio in conformità a quanto richiesto da Terna Spa in STMG.
- **futura stazione di smistamento RTN a 132 kV:** è prevista nel Comune di Borgo Val di Taro (PR) da inserire in entra-esce sulle linee a 132 kV “Pontremoli RT – Borgotaro RT” e “Borgotaro RT – Berceto”; questa futura stazione di smistamento provvederà così ad alimentare l'esistente cabina RFI di Borgotaro. La futura stazione Terna verrà realizzata nella stessa zona della sottostazione elettrica di trasformazione e ad essa



adiacente, ma con dimensioni maggiori connesse con il posizionamento delle apparecchiature elettromeccaniche e il collegamento alla rete elettrica esistente. A monte verrà realizzata una paratia in pali e tiranti, in analogia a quelli previsti per la sottostazione elettrica di trasformazione, e a valle il terreno verrà raccordato con terre armate e scarpate stabili in modo da adeguarsi alla morfologia esistente. Verranno previste anche in questo caso mitigazioni ambientali con l’inserimento di essenze arboree e sistemazioni a verde.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali del progetto definitivo.





## 4. QUADRO GEOLOGICO REGIONALE

### 4.1 Inquadramento geologico regionale

L'inquadramento geologico regionale dell'area oggetto del presente studio è stato redatto sulla base degli studi illustrati nei seguenti elaborati bibliografici:

- “Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000” - Progetto CARG: CARTografia Geologica e geotematica - <http://www.apat.gov.it/Media/carg>
- “Cartografia Geologica della Regione Emilia-Romagna”: [https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia\\_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia](https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia)

L'Appennino Settentrionale è un segmento del sistema di catene alpine circummediterranee la cui porzione nord-occidentale rappresenta la transizione alle Alpi Marittime.

Esso è costituito da un complesso insieme di unità tettoniche le cui caratteristiche litostratigrafiche e strutturali riflettono l'evoluzione geodinamica di questo settore di catena; questa evoluzione si è sviluppata attraverso le seguenti fasi:

- fasi di rifting e di spreading triassico-giurassiche, che hanno portato all'individuazione del dominio oceanico ligure-piemontese, situato tra i margini continentali delle placche europea ed Adria;
- successive fasi convergenti, attive fin dal Cretacico superiore, che hanno determinato la chiusura del dominio ligure-piemontese, tramite la subduzione di litosfera oceanica e nell'Eocene medio, la collisione continentale;
- deformazioni esclusivamente intracontinentali che, a partire dall'Oligo-Miocene, hanno interessato il margine della placca Adria con una progressiva migrazione del fronte compressivo verso est.

L'Appennino Settentrionale è quindi caratterizzato dalla sovrapposizione tettonica dell'insieme alloctono delle Unità Liguri, di origine oceanica, sul dominio Umbro-Toscano, che rappresenta la copertura deformata e scollata dell'avampese continentale apulo. Le Unità Umbro-Toscane affiorano prevalentemente nella parte meridionale dell'Appennino Settentrionale (Toscana ed Umbria), mentre le Unità Liguri sono ben rappresentate soprattutto nell'Appennino Ligure-Emiliano, costituendo una “coltre” continua dal Mar Ligure fino alla Pianura Padana (Figura 4.2 – Schema geologico semplificato e Figura 4.2 - Schema Tettonico).

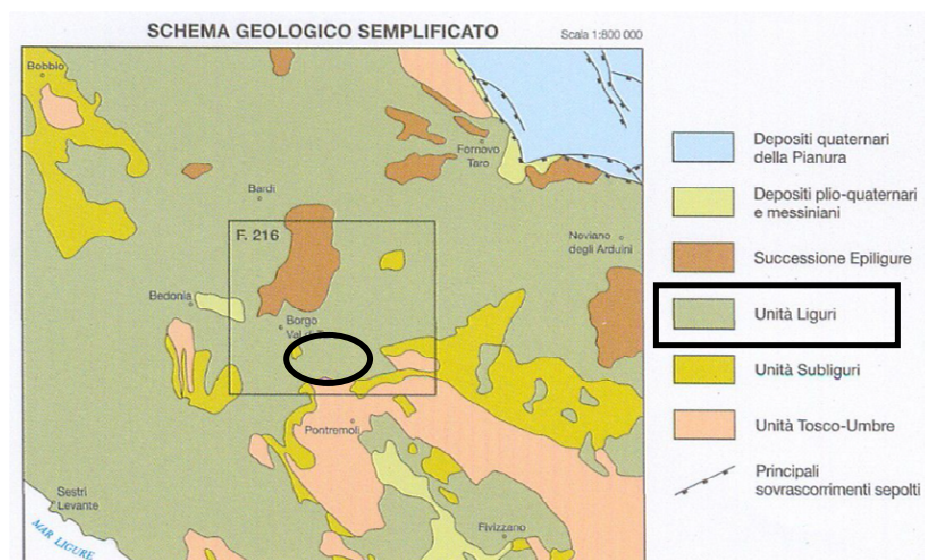


Figura 4.1 - Stralcio da Carta Geologica d'Italia 1: 50.000 – progetto CARG – sito ISPRA – schema geologico semplificato



L'area del Parco Eolico in oggetto ricade nell'**UNITÀ GOTTERO** identificata nella cartografia con il numero 10.

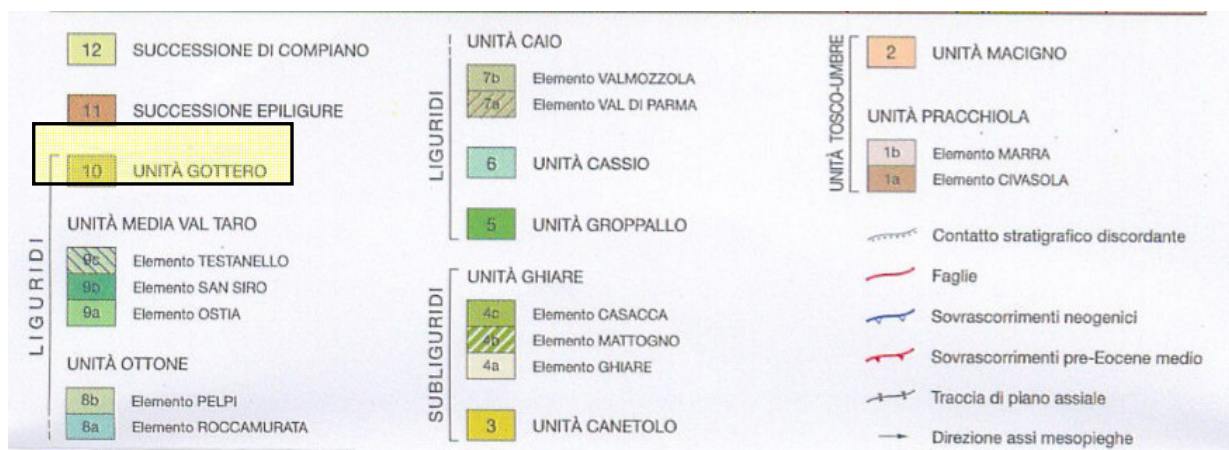
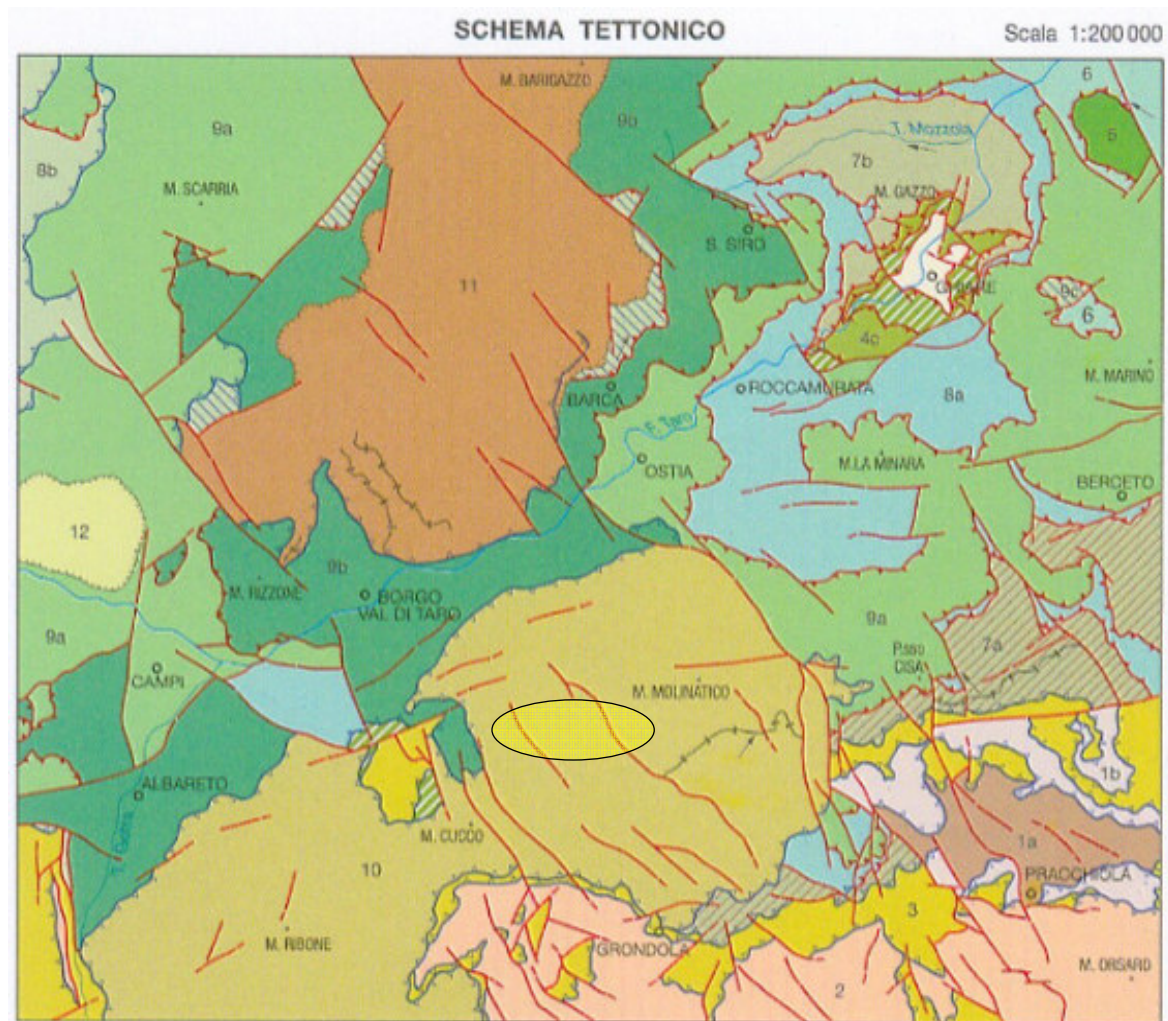


Figura 4.2 - Stralcio da Carta Geologica d'Italia 1: 50.000 – progetto CARG – sito ISPRA – schema tettonico

Tale unità si estende su un ampio settore allungato in direzione antiappenninica tra la media Val Taro e il Pontremolese, occupando la posizione strutturale sommitale. E' localmente rappresentata dalle sole Arenarie di Monte Gottero che, delimitate alla base da una superficie di sovrascorimento, si sovrappongono a differenti unità nel tratto compreso tra l'estremità SW del foglio di Borgo Val di Taro (26) e il Passo della Cisa. Lungo il margine nord-occidentale essa risulta costantemente sovrascorsa all'Unità media Val Taro, mentre lungo il margine Sud Orientale sovrascorre quasi direttamente il Macigno.





L'area della sottostazione utente ricade nell'**UNITA' MEDIA VAL TARO** identificata nella cartografia con il numero 9 ed in particolare nell'elemento **SAN SIRO** (9b).

Questa unità affiora estesamente nella media Val Taro, dove occupa la posizione più elevata fra le unità liguri ed è ricoperta in discordanza stratigrafica dalla placca epiligure del Monte Barigazzo, mentre nella zona di nostro interesse è sovrascorsa dall'Unità Gottero. L'assetto dell'unità è sempre alquanto deformato.

## 4.2 Inquadramento tettonico-strutturale

L'area del Foglio Geologico di Borgo Val di Taro, seguendo grosso modo la direzione diagonale SW-NE, può essere suddivisa in due settori: uno nord-occidentale, strutturalmente ribassato e l'altro sud-orientale, sensibilmente coinvolto dall'innalzamento tettonico. La fascia di separazione tra questi due settori, interessata da numerose faglie a direzione SW-NE, rappresenta la più evidente discontinuità strutturale ad andamento trasversale che attraversa l'Appennino settentrionale di NW (FUSI & MONTEFORTI, 1972; MECCHERI et alii, 1982; FAZZINI & GELMINI, 1982), e trova riscontro anche in profondità, dove indagini geofisiche hanno evidenziato un'importante discontinuità del basamento, stimato a circa 3 km di profondità nella zona di Pontremoli e tettonicamente ribassato fino a circa 13 km, a NW della Val Taro.

In superficie appaiono pure evidenti le differenze tra il settore di NW e quello di SE: nel primo sono conservate quelle unità liguri che normalmente occupano la posizione strutturale più alta nonché un'estesa placca di Epiliguri; nel secondo invece affiorano le Unità Tosco-Umbre (Unità Macigno e Unità Pracchiola) che costituiscono l'ossatura della catena e, tettonicamente molto rialzate, controllano l'orografia della dorsale principale (GHELARDONI, 1958; GONSALVI & PAPANI, 1969; BERNINI, 1988; BERNINI & LASAGNA, 1988; BERNINI, 1991; ARTONI et alii, 1992).

Nello schema tettonico si può chiaramente osservare come la fascia di passaggio tra i due settori sia in parte occupata dall'Unità Gottero che si allunga da SW a NE e risulta sovrascorsa piuttosto tardivamente, probabilmente condizionata anche da traslazioni gravitative indotte dagli innalzamenti delle zone sud-orientali. In prossimità della fascia trasversale di discontinuità tettonica, si allineano inoltre tre finestre tettoniche, dove affiorano le Unità Subliguri terziarie. Un'altra importante discontinuità strutturale che si nota osservando lo schema tettonico, è la quasi generale interruzione verso NW del sistema di faglie estensionali plio-pleistoceniche che controlla l'impostazione delle fosse tettoniche del Pontremolese. È probabile che questa interruzione sia in qualche modo connessa alla imponente discontinuità strutturale del basamento, evidenziata in profondità dalla geofisica, ed è inoltre probabile che possano essere ricondotte a questo svincolo strutturale trasversale molte evidenze neotettoniche in quest'area

La valle più importante che attraversa il Foglio è quella del F. Taro la quale, in questo settore medio alto, presenta restringimenti e varici legati alla natura litologica dei versanti e, come suaccennato, all'evoluzione del reticolo di drenaggio. Gran parte dei caratteri dei suoi versanti, di seguito presi in esame, possono valere anche per la attigua Val Ceno ed in parte per la Val Baganza. L'alta val Magra, invece, presenta dei caratteri propri in quanto scolpita prevalentemente nelle arenarie del Macigno.

## 4.3 Geomorfologia

Il profilo vallivo trasversale della Val Taro, secondo il tracciato M. Molinatico-M. La Tagliata, enfatizza la natura lito-strutturale del substrato e mostra una sezione schematica come in *Figura 4.3*. In tale profilo si rimarca, in sponda sinistra, l'appoggio della sinclinale epiligure dominata dalle arenarie di Ranzano sul substrato ligure di natura argillosa e, *in sponda destra, l'andamento monoclinale delle Arenarie di Monte Gottero appartenenti alla placca di M. Molinatico, sempre sovrapposte alle unità argillose liguri*, dalle quali, comunque, si staccano selettivamente. *Nel versante nord di M. Molinatico vi sono delle contropendenze, alte alcuni metri, un tempo*



*interpretate come cordoni morenici, che sono piuttosto da associare a trincee originate da deformazioni gravitative profonde di versante, connesse alle faglie (e fratture associate) neotettoniche, prevalentemente orientate NW-SE, che segmentano il rilievo* (BERNINI, 1979; 1980; 1994; BERNINI & LASAGNA, 1988; PETRUCCI et alii, 1993)

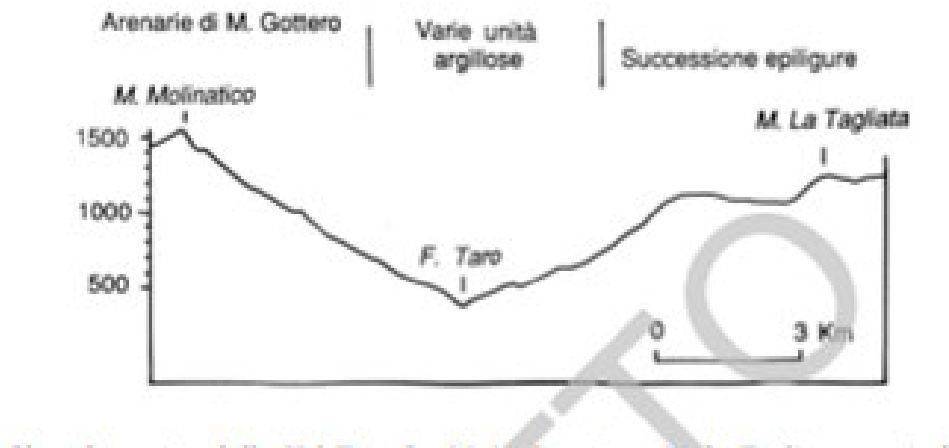


Figura 4.3 – Profilo schematico della Val Taro fra M. Molinatico e M. La Tagliata (vista da valle verso monte)

## 4.4 Successione stratigrafica

### 4.4.1 Arenarie di Monte Gottero (GOT)

Le informazioni reperite sulle NOTE ILLUSTRATIVE della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (ISPRA scala 1:50.000) indicano che tutta l'area oggetto di studio rientra nell'ambito della formazione delle “**Arenarie di Monte Gottero (GOT)**”, appartenente all'Unità tettonica GOTTERO sopra richiamata e descritta.

Le **arenarie di Monte Gottero** sono rappresentate da una potente successione di arenarie torbiditiche generalmente poco inclinate con vergenza verso nord e ben affioranti sui ripidi versanti sud-orientali presenti localmente lungo il confine toscano-emiliano fino al Passo della Cisa.

Ottime esposizioni si osservano anche lungo la strada del Passo del Bratello tra Valdenna e Grondola, mentre estese coltri detritiche rendono sempre difficoltosa l'individuazione della superficie di sovrascorrimento basale in destra idrografica della Val Taro.

L'unità si presenta generalmente poco deformata, coinvolta da faglie e abbastanza inclinate e da deformazioni plicative piuttosto blande; fa eccezione la zona sud del Monte Molinatico, dove le arenarie sono coinvolte in un piegamento che verticalizza alcune centinaia di metri di successione.

La formazione è costituita da **arenarie quarzoso-feldspatiche alternate ad argilliti e siltiti nerastre in rapporto a/p=1**; le arenarie si presentano generalmente a grana media e grossolana, in strati spessi e molto spessi, frequentemente massivi con intraclasti di argilliti verdi piuttosto frequenti.

Alternate a questa litofacies principale, sono presenti peliti nerastre con intercalate arenarie fini grigio-scuri in strati da medi a sottili.

La formazione raggiunge una potenza di circa 1000 m e comprende una litozona argillitica caotica GOT<sub>a</sub> intercalata a differenti livelli.

Il contatto basale è sempre di sovrascorrimento sulle Argilliti di San Siro o sulle Arenarie di Scabiazza; in alcuni affioramenti l'impressione è che la superficie meccanica che separa le Arenarie di Monte Gottero dalle unità sottostanti possa rappresentare la tettonizzazione di un contatto originariamente stratigrafico.



#### 4.4.2 Litozona argillitica caotica (GOTa)

E' rappresentata da **corpi argillitici caotici di spessore decametrico intercalati alle Arenarie di Monte Gottero**, individuabili con buone esposizioni nella zona di M. Corlo, M. Ribone e M. Pero; tali intercalazioni sono costituite essenzialmente da **argilliti nerastre**, talora policrome, che richiamano le argilliti di San Siro.

**Nelle argilliti sono inglobati dei blocchi decimetrici e lembi metrici di calcari micritici grigio chiari e biancastri, calcareniti fini, calcari marnosi grigio-scuri e arenarie nerastre fini**; tali inclusioni sono quasi sempre rivestiti da patine di ossidi nerastri e i lembi arenacei spesso presentano alterazioni ocracee. Sono inoltre compresi lembi metrici delle Arenarie di Monte Gottero, deformati in pieghe molto serrate, antecedenti al completamento del processo di litificazione delle stesse.

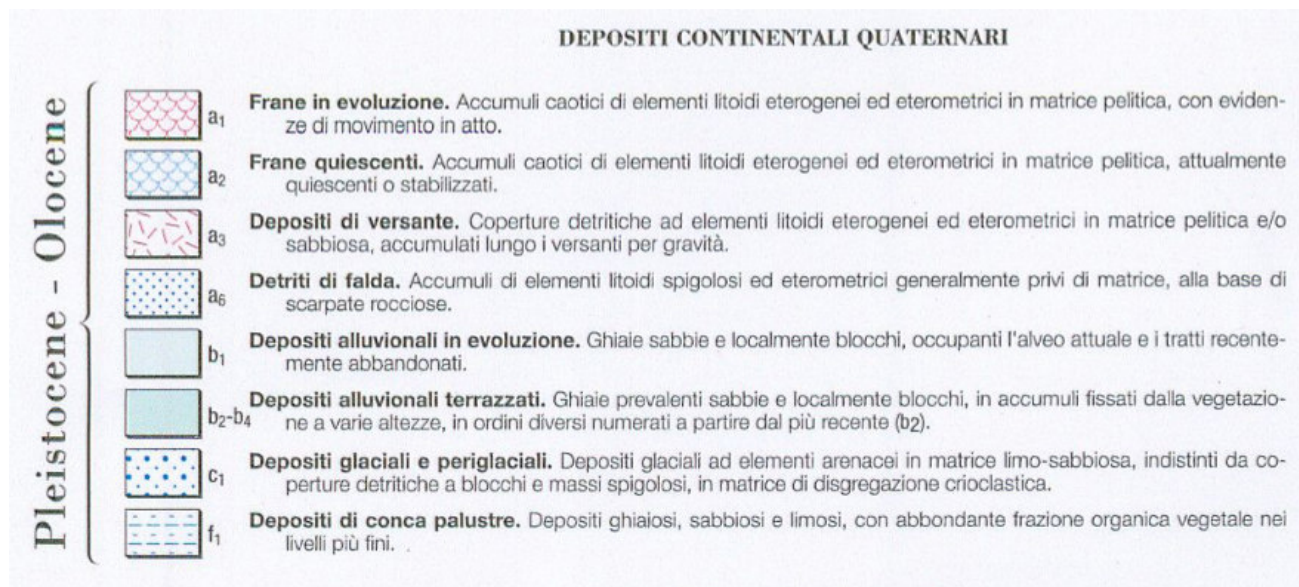
Le intercalazioni raggiungono uno spessore massimo di 70 m e si posizionano a differenti livelli nella parte medio-alta della successione.

#### 4.4.3 Argilliti di San Siro (SSI)

La formazione è costituita da argilliti nerastre, grigio-verdastre e rosso-violacee, intercalate da livelli calcilutitici e calcareniti grigiastre; talvolta si notano intercalazioni di sottili torbiditi arenacei in strati di spessore non costante, arenarie grossolane in strati sottili e livelli discontinui di breccie.

#### 4.4.4 Litozona marnosa (SSla) (Marne di Pontolo)

Localmente è presente una litozona marnosa collocata nella zona alta delle Argilliti di San Siro, a cui risulta intercalata con passaggi anche gradualmente in lembi di geometria molto irregolare, talora lenticolare, spessore decametrico. Si riconoscono marne grigie a volte più argillose o calcaree, in strati molto spessi a base calcarenitica fine laminata, intercalati da orizzonti argillitici nerastri e grigio-verdastri e localmente da siltiti grigio scure.







## D O M I N I O L I G U R E

Viene suddiviso in unità strutturali di seguito elencate nell'ordine geometrico dall'alto verso il basso oppure nell'ordine geografico da SW a NE.

### UNITÀ TETTONICA GOTTERO

Cretacico

#### ARENARIE DI MONTE GOTTERO

Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche medie e grossolane grigio chiare, in strati da spessi a molto spessi, con frequenti intraclasti verdastri e locali basi erosive, alternate da sottili livelli pelitici nerastri; rapporto  $A/P \gg 1$ . Si associano arenarie fini nerastre laminate e peliti nere, in regolari alternanze di strati medi e sottili, con rapporto  $A/P$  circa 1. Alla base intercalazioni metriche di arenarie litiche fini grigio-nocciola, in strati sottili e medi, laminati, alternati a siltiti marmose grigio chiare. Comprende una litozona argillitica  $GOT_2$  intercalata probabilmente a più livelli. Potenza variabile da 700 a 1000 m circa.

**SANTONIANO-PALEOCENE** (in aree limitrofe)

#### Litozona argillitica caotica ( $GOT_2$ )

Argilliti nerastre e policrome molto scagliettate, inglobanti blocchi di calcari micritici biancastri e grigi, lembi di bancate calcarenitiche laminate e calcareo-marmose e lembi deformati delle stesse Arenarie di M. Gottero. Si intercala in  $GOT$  probabilmente a più livelli. Potenza variabile da 10 a 70 m circa.



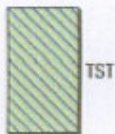
### UNITÀ TETTONICA MEDIA VAL TARO

Cretacico

#### FLYSCH DI TESTANELLO

Calcari marnosi grigi in strati torbiditici spessi e molto spessi a base calcarenitica grigio-giallastra, alternati da argilliti nerastre in strati medi e sottili. Si intercalano localmente areniti grigio-nocciola da fini a grossolane passanti a marne siltose, in strati da medi a spessi e strati spessi di breccie monogeniche ad elementi calcareo-marnosi. Sono frequenti le tracce di reptazione alla base degli strati arenitici e la brecciatura autoclastica negli strati calcarei. Potenza valutabile in 100 m circa. Contatto stratigrafico discordante con SCB e ACM.

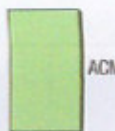
**CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO**



#### ARENARIE DI CAMPI

Arenarie torbiditiche litiche ad elevato tenore in quarzo, fini, biancastre, micacee e ricche di frustoli carboniosi, in strati medi e spessi con laminazione ondulata a grande scala, intercalate regolarmente da peliti nerastre e verdine in livelli sottili e molto sottili; rapporto  $A/P > 1$ . Localmente si intercalano arenarie quarzoso-feldspatiche medie e grossolane grigio chiare, in strati spessi e marne grigie a base arenitica fine laminata, in strati medi e spessi. Potenza da pochi metri a 100 m circa. Contatto stratigrafico con SCB.

**CAMPANIANO**



#### ARENARIE DI SCABIAZZA (cfr. Arenarie di Ostia Auctt.)

Sottili alternanze di argilliti nerastre e arenarie fini e medie laminate che passano ad alternanze di arenarie litiche fini e molto fini e marne argillose grigio-nocciola, in strati da molto sottili a spessi (rapporto  $A/P$  da  $<1$  a  $>1$ ). Verso l'alto si inseriscono marne siltose grigie in strati molto spessi con letto arenitico e conglomeratico fine ad elementi sedimentari. Comprende una litozona caotica  $SCB_2$  probabilmente intercalata a più livelli ed una litozona pelitica policroma  $SCB_3$  in passaggio per alternanze nella parte sommitale dell'unità. Contatto stratigrafico con SSI.

Potenza valutabile in 700 m circa.

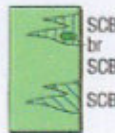
**?CONIACIANO-SANTONIANO**

#### Litozona caotica ( $SCB_2$ )

Breccie matrice-sostenute a blocchi di calcari grigio-verdini e biancastri e lembi eterometrici di marne grigio-giallastre, inglobati in matrice argillitica nera e verdastra. Potenza variabile da pochi metri a 50 m circa.

#### Litozona pelitica policroma ( $SCB_3$ )

Siltiti nerastre passanti gradualmente ad argille siltose rosso-vinate; localmente si intercalano breccie poligeniche clasto-sostenute ad elevato tenore in clorite, in strati lenticolari (br). Potenza valutabile in 20 m circa.



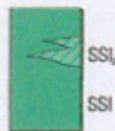
#### ARGILLITI DI SAN SIRO

Argilliti nerastre e policrome manganesifere, con intercalati livelli calcituffici silicei grigio-verastri e areniti laminate fini in strati sottili. Comprende una litozona marnosa  $SSI_2$ , probabilmente posizionata nella parte alta dell'unità. Potenza geometrica di 300 m circa. Contatto stratigrafico discordante con AMR.

**ALBIANO-CENOMANIANO INF.**

#### Litozona marnosa ( $SSI_2$ ) (cfr. Marna di Pontolo Auctt.)

Marne e marne calcaree grigio-giallastre, in strati molto spessi a base calcarenitica fine intercalati da orizzonti argillitici nerastri e policromi.



#### ARGILLE A PALOMBINI DI MONTE RIZZONE (cfr. Argille a palombini Auctt.p.p.)

Argilliti grigio scure, verdastre e nocciola, intercalate da calcari micritici grigi a patina giallastra, talora a base calcarenitica laminata, in strati da sottili a spessi; localmente si intercalano argilliti marnose grigie in strati spessi e arenarie fini laminate in strati sottili. Potenza geometrica 200 m circa.

**HAUTERIVIANO-APTIANO**





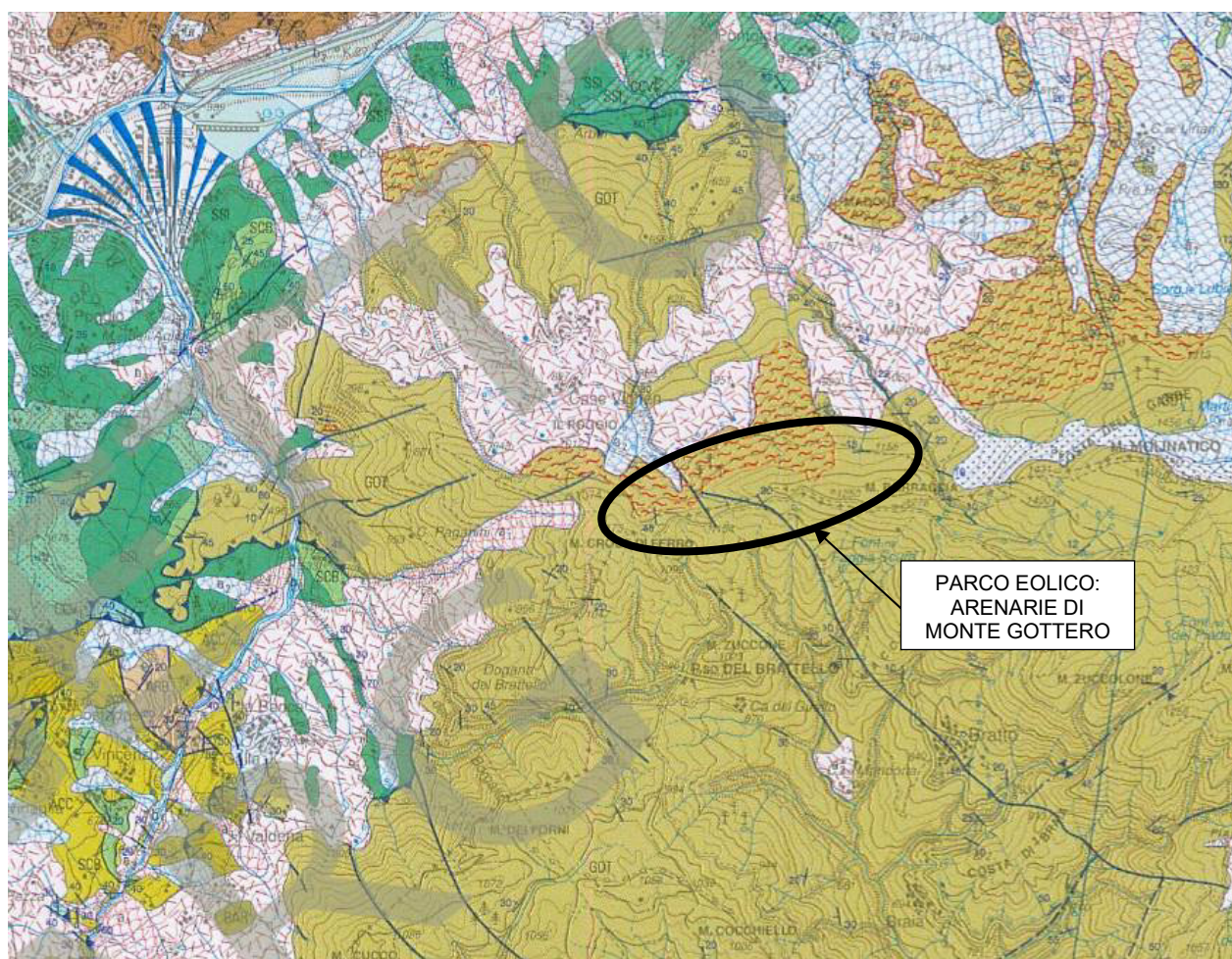
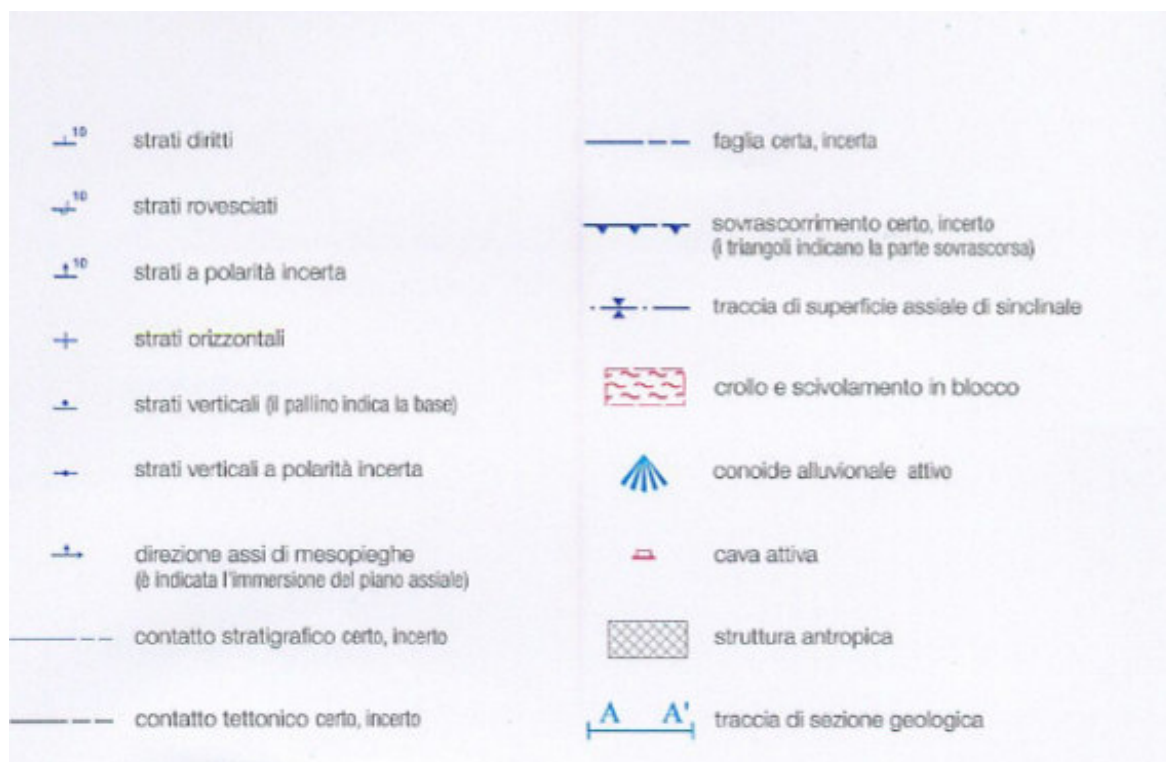
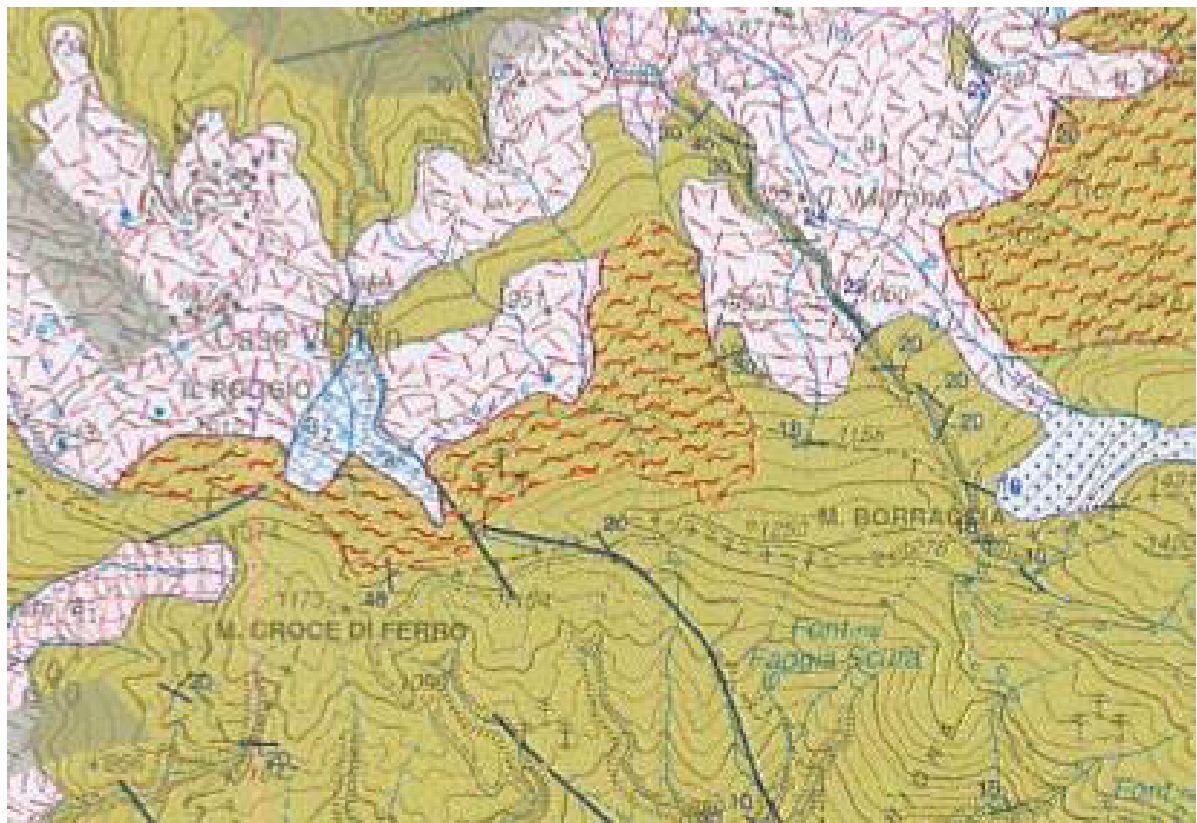


Figura 4.4 - Stralcio da Carta Geologica d'Italia 1: 50.000 – progetto CARG – sito ISPRA – PANORAMICA



*Figura 4.5 - Stralcio da Carta Geologica d'Italia 1: 50.000 – progetto CARG – sito ISPRA – DETTAGLIO*





## 5. QUADRO GEOLOGICO LOCALE

### 5.1 Caratteri geologici locali

Riassumendo quanto esposto al capitolo precedente, nell’ottica di fornire un quadro geologico di supporto alla caratterizzazione idrogeologica locale, è stata predisposta una carta idrogeologica che raccoglie e sintetizza tutte le informazioni di interesse per quanto sopra (GR-Tav.1 Carta idrogeologica).

Partendo dagli studi pregressi di carattere geologico e geomorfologico, sono state implementate in cartografia ulteriori informazioni che vengono nel seguito descritte.

**Geologia:** la zona di crinale interessata dal progetto del Parco Eolico e i versanti settentrionale (Emilia Romagna) e meridionale (Toscana) sono caratterizzati dalla presenza dell’Unità Gottero, localmente presente con la formazione delle “Arenarie di Monte Gottero” nella facies GOT (Campaniano Sup. – Paleocene); questa formazione si presenta come una potente successione monoclinale di arenarie torbiditiche, generalmente poco deformate, coinvolte da faglie abbastanza inclinate e da deformazioni plicative piuttosto blande. La formazione è costituita da arenarie quarzoso-feldspatiche (Valloni e Zuffa, 1984; Vescovi e Valloni, 1986; Pandolci, 1996), in strati torbiditici con paleocorrenti dai quadranti meridionali (Parea, 1965; Nilsien e Abbate, 1985), alternate ad argilliti e siltiti nerastre prive di carbonati (rapporto a/p  $\gg 1$ ). Le arenarie si presentano generalmente a grana media e grossolana, in strati spessi e molto spessi, frequentemente massivi con intraclasti di argilliti verdine piuttosto frequenti. Si alternano a questa litofacies peliti nerastre con intercalate arenarie fini grigio scure (rapporto a/p circa 1) in strati medi e sottili, laminati e ricchi di controimpronte da corrente che evidenziano direzioni di paleocorrente dai quadranti meridionali. La formazione raggiunge una potenza di circa 1000 m e comprende una litozona argillitica caotica (GOT 1) intercalata probabilmente a diversi livelli. Il contatto basale delle Arenarie di Monte Gottero è sempre di sovrascorrimento sulle formazioni dell’Unità Tettonica Media Val di Taro (Ss Argilliti di San Siro) (contatto indicato con polilinea tratto-punto di color nero, nella parte bassa del versante).

Per meglio evidenziare l’assetto monoclinale della formazione delle “Arenarie di Monte Gottero”, sono state riportate le pendenze e le vergenze delle stratificazioni delle arenarie così come rappresentate nella cartografia ufficiale della Regione Emilia Romagna; inoltre, le stesse informazioni sono state reperite dal P.U.G del Comune di Pontremoli e rappresentate per il versante Sud (Toscana); dall’analisi dei dati rappresentati emerge chiaramente che la formazione presenta un assetto con immersione verso Nord ed inclinazioni non elevate, variabili da 10 – 20 nel settore toscano a 20-30 in quello emiliano.

**Tettonica:** sono state indicate le principali faglie cartografate, che risultano orientate prevalentemente secondo una direttrice NW-SE, come già citato in precedenza; sono presenti sia sul versante toscano sia in quello emiliano, in corrispondenza delle quali si sono impostati importanti rilievi. Il versante emiliano è inoltre contraddistinto dalla presenza di estese porzioni di versante delle “Arenarie di Monte Gottero” che sono state interessate da imponenti deformazioni gravitative di versante (DGPV), presumibilmente associate alle faglie neotettoniche di cui sopra (direzione NW-SE) e allo scivolamento del blocco rigido dell’Unità del Gottero sulle Unità deformabili della Media Val Taro; tali deformazioni hanno determinato importanti contropendenze, che sono imputabili a trincee formatesi a seguito del movimento ma che erroneamente per lungo tempo erano state interpretate come cordoni morenici;

**Geomorfologia:** il versante Nord (Emilia-Romagna) è caratterizzato da estese coperture detritiche imputabili a depositi di detrito di versante e a depositi glaciali e periglaciali; inoltre sono presenti numerose aree di frane quiescenti e di frane attive, queste ultime molto più frequenti e diffuse nella parte bassa del versante emiliano; nella tavola sono state riportate tutte le aree censite a livello provinciale (PTCP) con differenti caratteristiche dal punto di vista geomorfologico in relazione alla pericolosità e direttamente collegate nel DB delle sorgenti della regione Emilia Romagna alle “coperture detritiche in connessione”;



**Rete idrografica superficiale:** sono stati rappresentati tutti i corsi d'acqua che contraddistinguono il versante emiliano, così come censiti nel DB della Regione Emilia-Romagna; la sovrapposizione al progetto evidenzia le interferenze previste che sono state gestite attraverso interventi specifici meglio descritti e rappresentati negli elaborati di progetto;

**Sorgenti:** sono state rappresentate le sorgenti censite dalla Regione Emilia Romagna nel DB al sito [https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/rocce\\_magazzino/index.html](https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/rocce_magazzino/index.html); in particolare sono state distinte le sorgenti storicamente segnalate (simbolo goccia all'interno di quadrato) da quelle non captate (goccia all'interno di triangolo), inoltre per ciascuna si riporta il numero di riferimento e le caratteristiche (stagionale, non perenne, perenne). Sono state inoltre indicate le sorgenti captate dal Gestore Idrico Montagna 2000; sono le medesime già rappresentate dal DB della Regione, ma è stato riportato (quando presente) il nome e la denominazione SORGENTE in colore ciano. Analogamente, ma con colore verde, sono state indicate le sorgenti captate ad uso idropotabile dal Gestore Idrico toscano GAIA; anche in questo caso è stato riportato il nome della sorgente e la quota altimetrica del punto di emergenza superficiale.

## 5.2 Complessi idrogeologici

Da un punto di vista idrogeologico le formazioni e i depositi presenti nell'area del progetto vengono raggruppate a seconda delle caratteristiche di permeabilità dei materiali che le compongono in complessi idrogeologici differenti aventi caratteristiche di permeabilità proprie.

Con riferimento alla planimetria di *Figura 5.1* si evidenzia come il settore medio e alto del versante Nord del Monte Croce di Ferro e Monte Borraccia si caratterizzi per la presenza di complessi idrogeologici permeabili per fratturazione (rocce magazzino, i.e. ammassi rocciosi – Unità del Gottero) e coperture detritiche in connessione. Nella parte bassa del versante, in bianco, gli acquitardi riferibili all'Unità della Media Val Taro, in particolare le Argilliti di San Siro.



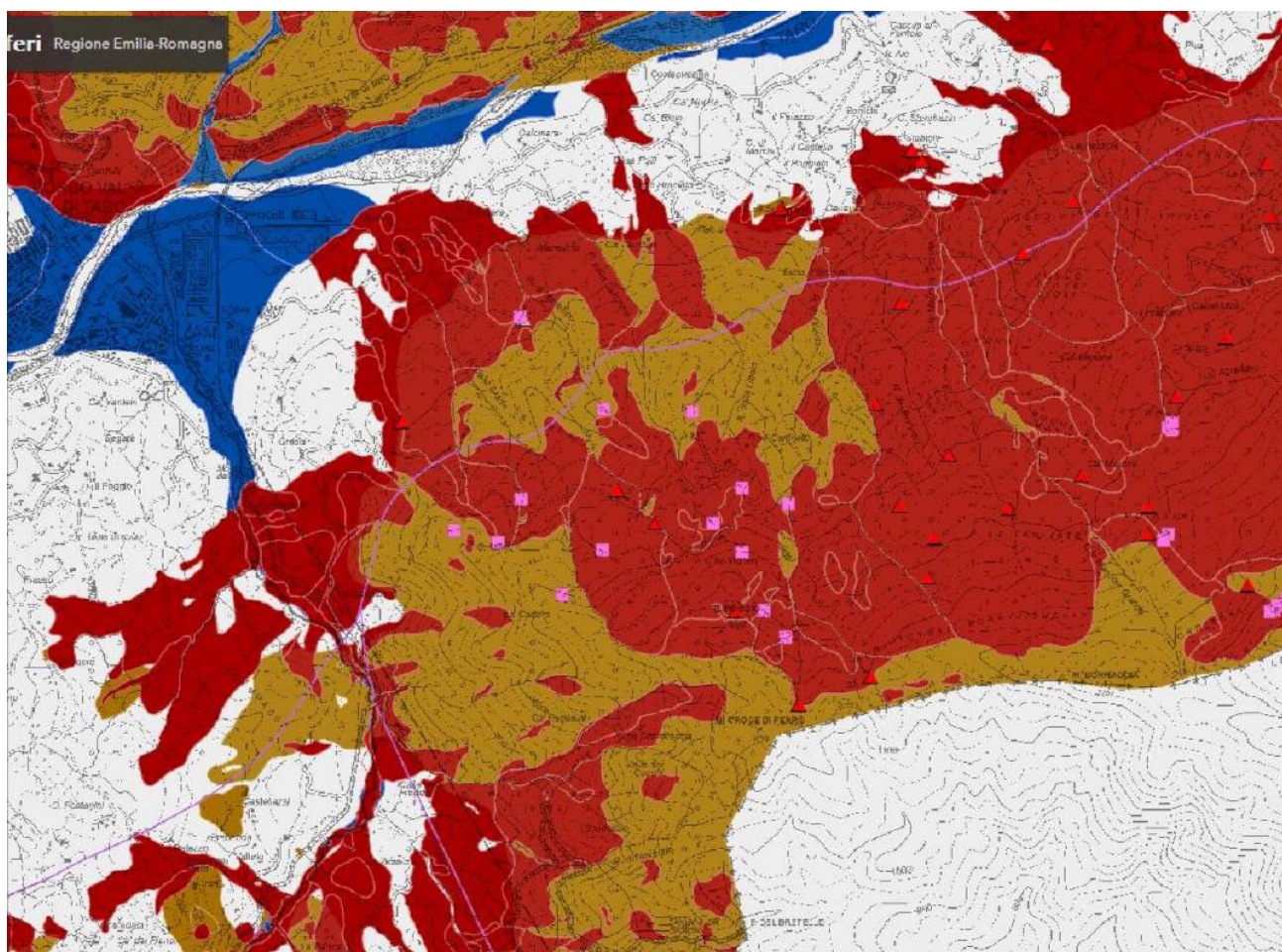


Figura 5.1 - Stralcio da DB sorgenti e complessi idrogeologici della RER

Sulla base della ricostruzione geologica proposta al paragrafo precedente, si è definito il modello idrogeologico basato sui seguenti complessi idrogeologici:

- 1) **GOT – “formazione delle “Arenarie di Monte Gottero”** – torbiditi arenacee costituite da arenarie quarzoso feldspatiche grigie in strati spessi e molto spessi intercalate a sottili e sottilissimi livelli pelitici scuri; permeabilità medio-bassa, principalmente per fratturazione;
- 2) **DGPV – “Deformazione Gravitativa Profonda di Versante (Arenarie di Monte Gottero)”** – deposito di frana quiescente per scivolamento in blocco, depositi costituiti da masse di dimensioni più o meno rilevanti di roccia che, pur scivolando lungo una o più superfici di scorrimento, traslativa e/o rotazionale, conservano al loro interno la coerenza stratigrafica della roccia di provenienza; permeabilità variabile da media ad alta in funzione del grado di fratturazione e diaclasi, di tipo misto (porosità e fratturazione);
- 3) **SSI – “formazione delle “Argilliti di San Siro”** - argilliti nerastre, grigio-verdastre e rosso-violacee, intercalate da livelli calcilutitici e calcareniti grigiastre; talvolta si notano intercalazioni di sottili torbiditi arenacee in strati di spessore non costante, arenarie grossolane in strati sottili e livelli discontinui di breccie; permeabilità da bassa a molto bassa;
- 4) **a6 - “Detrito di falda” e c3 “Depositi glaciali e periglaciali”**: a6: accumulo detritico di origine mista, generato spesso da fenomeni di crollo che possono essere rielaborati da episodi di gelo-disgelo e da ruscellamento di acque superficiali; c3: detrito sciolto a struttura caotica con clasti eterometrici inglobati in matrice sabbioso-limosa o limo argillosa, stratificazione mal visibile. permeabilità da alta ad elevata per porosità;





- 5) **a2g – “Depositi di frana quiescente complessa”:** depositi costituiti dalla combinazione di due o più tipologie di movimento, generalmente scivolamenti accompagnati da colata di fango o detrito; permeabilità da media a molto bassa, per porosità;
- 6) **a1b – “Depositi di frana attiva –** depositi originati per scivolamento verso la base del versante di una massa di terra e/o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura ben definita o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio; permeabilità da molto bassa a nulla.

### 5.3 Potenziali interferenze opere in progetto – captazioni idriche e rete acquedottistica

Partendo dalle considerazioni di carattere geologico e idrogeologico illustrate in precedenza e con riferimento alle specifiche richieste degli Enti in merito alle eventuali problematiche di connessione fra le opere di fondazione degli aerogeneratori e le sorgenti sottostanti, captate ad uso acquedottistico dal gestore idrico Montagna 2000 per la parte dell’Emilia Romagna e del gestore idrico GAIA per la parte Toscana, è stata eseguita un’attenta analisi per la definizione delle situazioni potenzialmente critiche.

#### 5.3.1 Sorgenti captate dal gestore Montagna 2000

Le sorgenti captate da Montagna 2000 presenti nell’area limitrofa a quella di progetto sono rappresentate dalle sorgenti **VIGHINI 1 e 3** e dalla sorgente **POTACCHIO**; gli aerogeneratori che potrebbero interferire con tali sorgenti sono il BT03, posto a monte delle sorgenti Vighini e il BT05, situato a monte della sorgente Potacchio (Figura 5.2). L’aerogeneratore BT04 è stato escluso dalla valutazione poiché non interferente con le sorgenti Vighini per la presenza di una faglia piuttosto ben definita lungo la quale si è impostato il Rio di Cravile, mentre la sorgente Potacchio, molto distante e dislocata planimetricamente più ad est, risulta anch’essa separata da una importante faglia rilevata anche nel versante toscano.

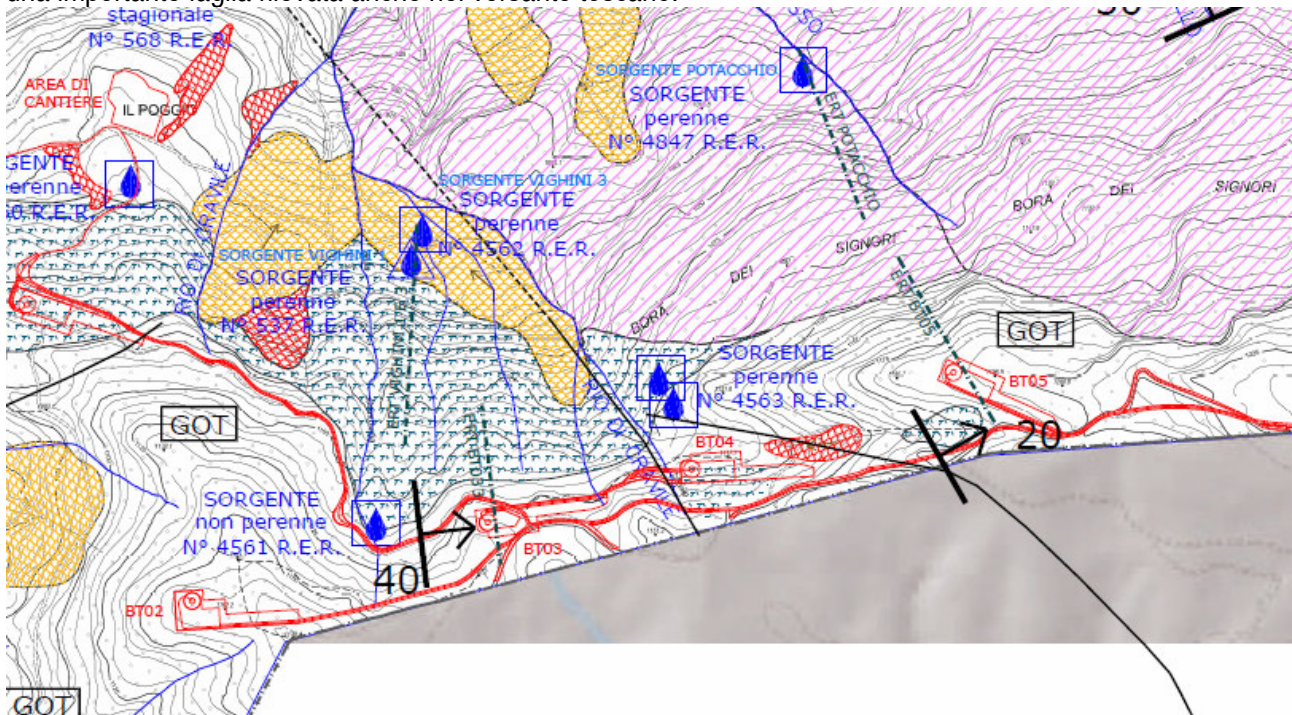


Figura 5.2 – Ubicazioni degli aerogeneratori e delle sorgenti di Montagna 2000 – con linea tratto-punto di color nero l’ubicazione degli stendimenti geoelettrici (vista su C.T.R.)





L'aerogeneratore BT03 è previsto in prossimità del crinale, ad una quota di 1.127 m slm e la sorgente di Vighini 3 ad una quota assoluta pari circa 997 m slm, ad una distanza orizzontale di circa 430 m; pur essendo collocati lungo una linea di massima pendenza del versante, il settore vallivo interposto ai due elementi è contraddistinto da una morfologia piuttosto articolata, con tre principali direttrici di deflusso impostate presumibilmente in corrispondenza di elementi tettonici, che separano altrettanti crinali a direttrice generale Nord – Sud. In virtù di tale situazione anche le indagini previste sono state impostate lungo le massime pendenze a monte delle sorgenti e a valle del futuro aerogeneratore.

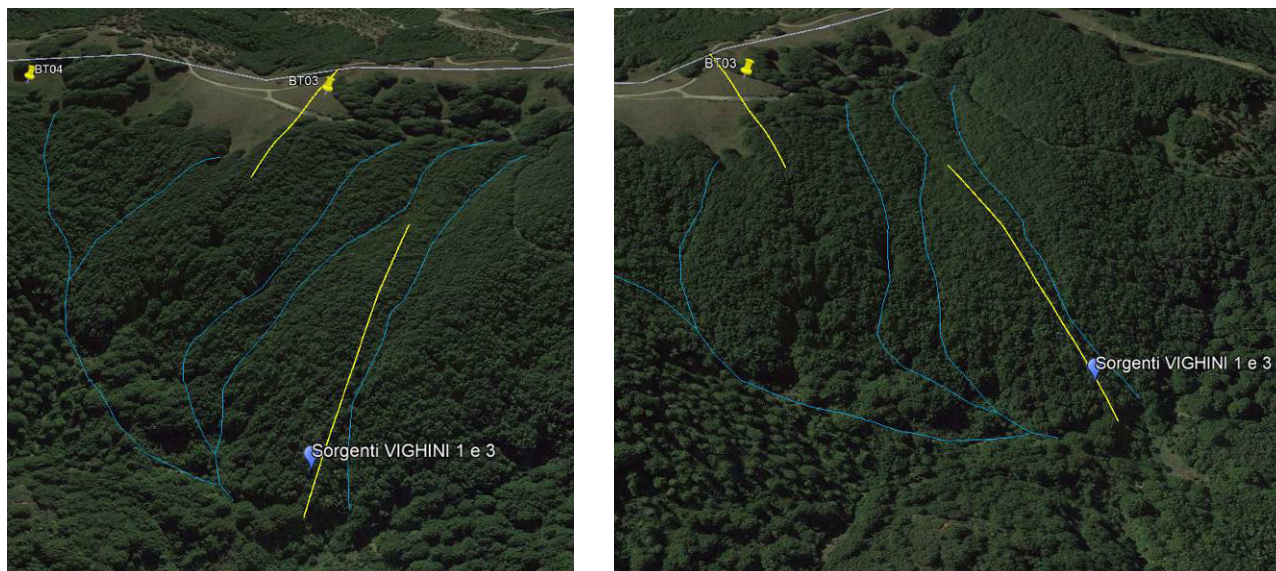


Figura 5.3 – Ubicazioni dell'aerogeneratore BT03 e delle sorgenti di Vighini 1 e 3 – con linea gialla gli stendimenti geoelettrici (vista da Google Earth)

L'aerogeneratore BT05 è previsto in prossimità del crinale, ad una quota di 1190 m slm e la sorgente di Potacchio ad una quota assoluta pari a circa 994 m slm, ad una distanza orizzontale di circa 580 m; come si può notare in Figura 5.4, il settore di versante interposto ai due è contraddistinto da un balzo morfologico riconducibile alle trincee già citate per i movimenti gravitativi profondi di versante.

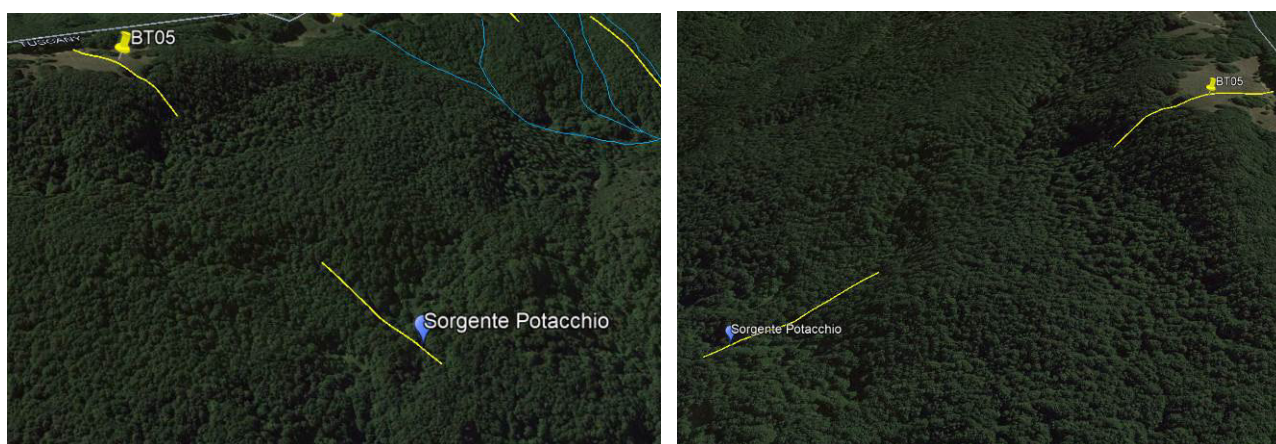


Figura 5.4 – Ubicazioni dell'aerogeneratore BT05 e della sorgente Potacchio – con linea gialla gli stendimenti geoelettrici (vista da Google Earth)

Allo scopo di studiare le potenziali interazioni fra le opere di fondazione degli aerogeneratori e le sorgenti presenti nel versante a valle è stata prodotta dapprima documentazione geologica di base con le informazioni disponibili già acquisite dagli scriventi; sono state redatte due sezioni geologico tecniche riportate negli elaborati G-R.4-Tav.3 sezione idrogeologica sorgenti Vighini 1 e 3 – BT03 e G-R.4-Tav.4 sezione idrogeologica sorgente Potacchio – BT05.

La sezione Vighini 1 e 3 – BT03 (Figura 5.5) evidenzia le seguenti informazioni geologiche importanti ai fini della comprensione delle problematiche idrogeologiche:

- Le sorgenti Vighini 1 e 3 sono ubicate in corrispondenza di un deposito di frana quiescente complessa, situata in una zona di versante con pendenze blande, ai piedi di una zona contraddistinta al contrario da acclività maggiori;
- Quest'ultima zona è caratterizzata dalla presenza di detrito di falda che si estende per uno sviluppo longitudinale di circa 275 m; entrambe le unità (frana quiescente e detrito di versante) ricoprono il substrato roccioso costituito dalle Arenarie di Monte Gottero;
- La zona più alta del versante, in cui è prevista l'ubicazione dell'aerogeneratore BT03, è interessata da una coltre superficiale di qualche metro di spessore che ricopre il substrato delle Arenarie di Monte Gottero, dapprima presente con uno strato sommitale fratturato e successivamente con il substrato vero e proprio;
- Come già evidenziato in precedenza, le sorgenti e l'aerogeneratore, pur essendo collocati su una direttrice in massima pendenza, risultano separati da incisioni e creste che si sono evidentemente sviluppate in corrispondenza di un sistema di importanti fratture di origine tettonica e verosimilmente potrebbe esserci elementi di discontinuità sotterranea; inoltre, si mette in risalto la differenza di quota (130 m) e la distanza (430 m circa) fra i due.

La sezione predisposta evidenzia pertanto una situazione geologica articolata, con presenza di depositi di copertura con permeabilità medio-alte nella parte bassa e mediana e ammasso roccioso con permeabilità per fratturazione variabile da media (porzione fratturata) a medio-bassa (substrato) in quella alta. Come risaputo, la circolazione idrica negli ammassi rocciosi avviene quasi esclusivamente lungo il sistema fratturativo, poiché la porosità della roccia è pressochè nulla; è chiaro che le caratteristiche del sistema fratturativo (lunghezza e persistenza delle diaclasi, apertura, presenza di riempimento fine) influenzano pesantemente le caratteristiche di permeabilità dell'ammasso, spesso con graduale diminuzione della stessa in profondità.

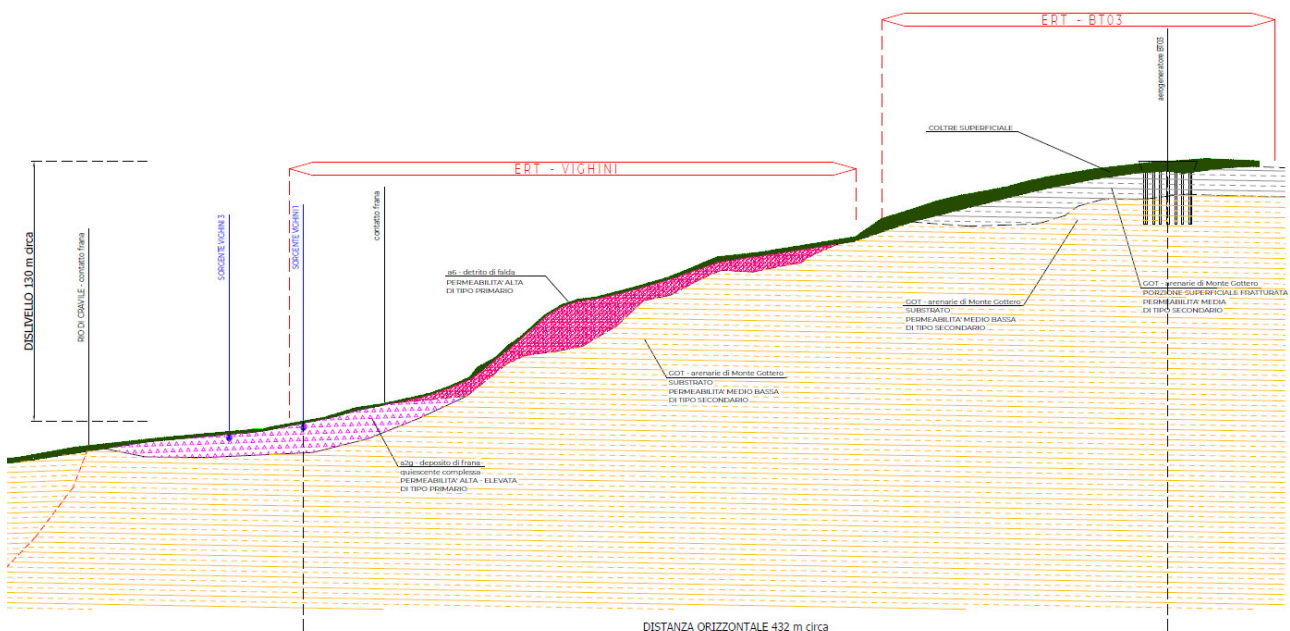


Figura 5.5 – sezione idrogeologica sorgenti Vighini 1 e 3 – BT03

La sezione Potacchio – BT05 (Figura 5.6) evidenzia le seguenti informazioni geologiche importanti ai fini della comprensione delle problematiche idrogeologiche:

- La sorgente Potacchio è ubicata in corrispondenza di un esteso Deposito Gravitativo Profondo di Versante, già ampiamente descritto in precedenza; nella porzione più superficiale, dove avviene



l'emergenza della sorgente, sono presenti materiali grossolani con permeabilità alta mentre nel substrato i depositi gravitativi (Arenarie di Monte Gottero) risultano meno disturbati e con permeabilità media;

- Nella parte mediana del versante, contraddistinta da una diminuzione delle pendenze, è presente il contratto fra le Arenarie di Monte Gottero in posto (zona del crinale) e i depositi che invece sono stati sottoposti a fenomeni gravitativi profondi;
- La zona sommitale del versante, in cui è prevista l'ubicazione dell'aerogeneratore BT05, è interessata da una coltre superficiale piuttosto spessa riconducibile alla porzione alterata e degradata dell'ammasso roccioso delle Arenarie di Monte Gottero; tale porzione, a permeabilità elevata, sovrasta il substrato vero e proprio, dapprima presente con caratteristiche di permeabilità medie e di tipo misto e poi medio-basse per fratturazione (parte profonda);
- Come già evidenziato in precedenza, le sorgenti e l'aerogeneratore si pongono in corrispondenza di elementi geologici differenti per caratteristiche tettoniche e fratturative, risultano piuttosto distanti (circa 580 m) ed a quote altimetriche molto differenti (dislivello di circa 200 m).

La sezione predisposta evidenzia pertanto una situazione geologica articolata, con presenza di depositi di copertura con permeabilità medio-alte nella parte bassa e mediana e ammasso roccioso con permeabilità per fratturazione variabile da media (porzione fratturata) a medio-bassa (substrato) in quella alta. Come risaputo, la circolazione idrica negli ammassi rocciosi avviene quasi esclusivamente lungo il sistema fratturativo, poiché la porosità della roccia è pressoché nulla; è chiaro che le caratteristiche del sistema fratturativo (lunghezza e persistenza delle diaclasi, apertura, presenza di riempimento fine) influenzano pesantemente le caratteristiche di permeabilità dell'ammasso, spesso con graduale diminuzione della stessa in profondità.

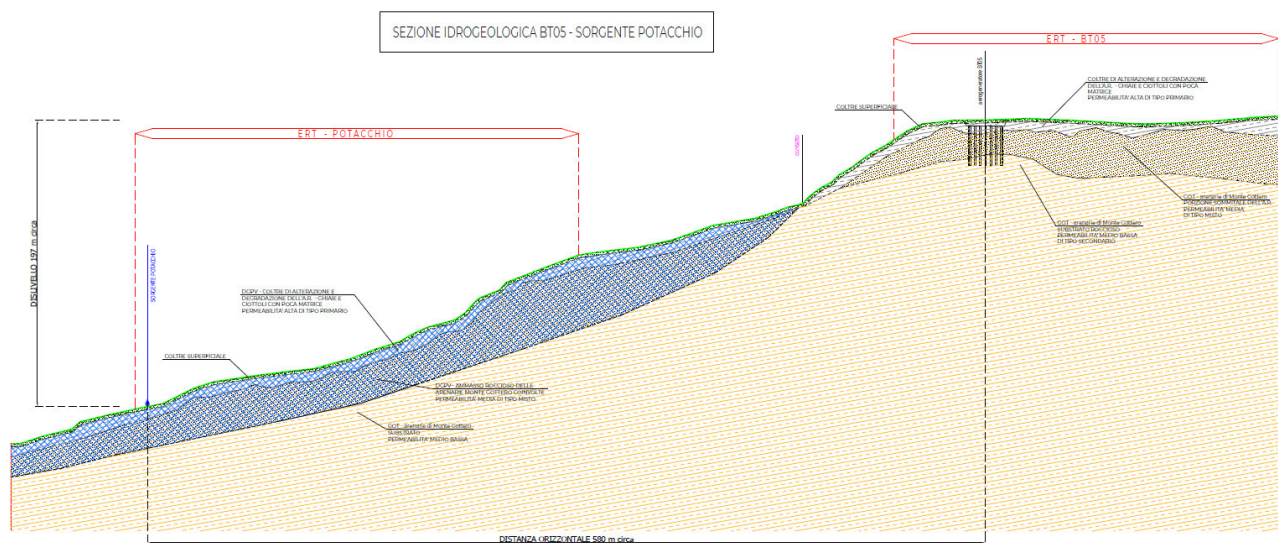


Figura 5.6 – sezione idrogeologica sorgente Potacchio – BT05

Le sezioni poc'anzi illustrate hanno fornito le conoscenze di base per la pianificazione di una campagna di indagini che, stante l'attuale avanzamento della progettazione e dell'iter autorizzativo, permettesse di approfondire le conoscenze di parametri fisici utili alla caratterizzazione geologica locale e correlabili alla presenza di acque sotterranee.

### 5.3.2 Rete acquedottistica del gestore Montagna 2000

Ulteriori potenziali interferenze sono previste nel percorso del cavidotto che, partendo dal parco eolico, raggiunge la sottostazione elettrica in via Pieve a Borgo Val di Taro; nell'elaborato “G-R.4-Tav.2 Carta Idrogeologica e infrastrutture del Sistema Idrico Integrato” sono state indicate, su specifica richiesta di ARPAE



e ATERSIR tutte le infrastrutture di Montagna 2000 e tutte le opere in progetto per evidenziare i punti di potenziale interferenza. Si segnalano 4 punti di interferenza e/o parallelismo fra il cavidotto e la rete acquedottistica (Figura 5.7):

- 3 interferenze sono previste nella zona compresa tra Case Vighini e Grifola, dove il cavidotto interferisce potenzialmente con il tubo della rete acquedottistica che porta le acque dal Serbatoio Vighini al Serbatoio di Grifola;
- 1 interferenza è prevista più a valle delle precedenti, dove il cavidotto interseca il tubo dell'acquedotto che proviene dalle sorgenti poste più ad est e che porta le acque sempre al Serbatoio di Grifola.

In corrispondenza di tali potenziali interferenze gli scavi per la posa del cavidotto saranno eseguiti con la massima cautela e, qualora necessari, saranno valutati eventuali interventi di messa in sicurezza del tubo dell'acquedotto con i tecnici di Montagna 2000.

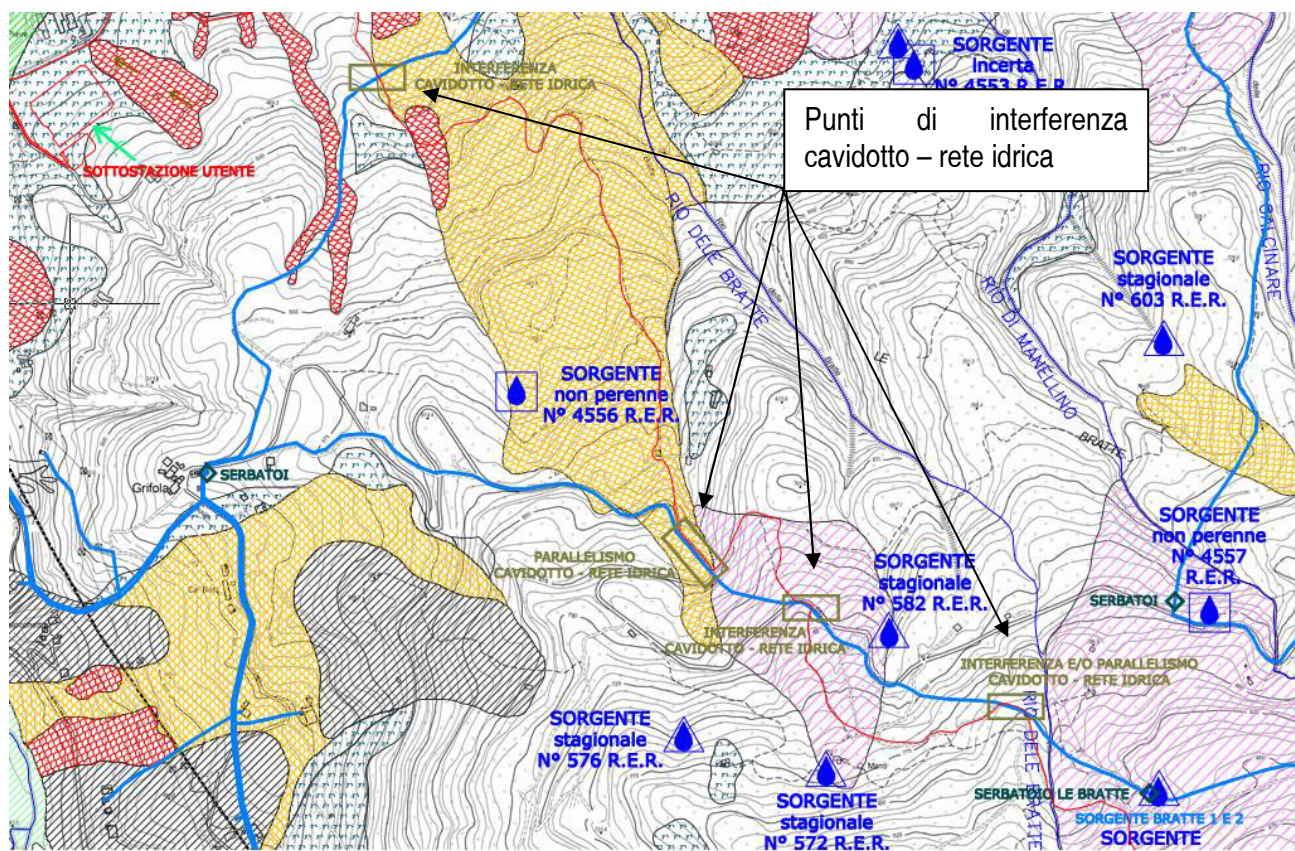


Figura 5.7 – interferenze opere in progetto e infrastrutture di Montagna 2000

### 5.3.3 Sorgenti captate dal Gestore Gaia (Toscana)

E' stata richiesta da parte di ARPAE e ATERSIR una valutazione in merito alla potenziale interferenza fra le opere in progetto e le sorgenti presenti nel versante toscano in Comune di Pontremoli (Massa).

Il gestore idrico del Comune di Pontremoli è rappresentato dalla società GAIA, Gestore Idrico Toscano in 46 comuni, con sede in Marina di Pietrasanta (MS).

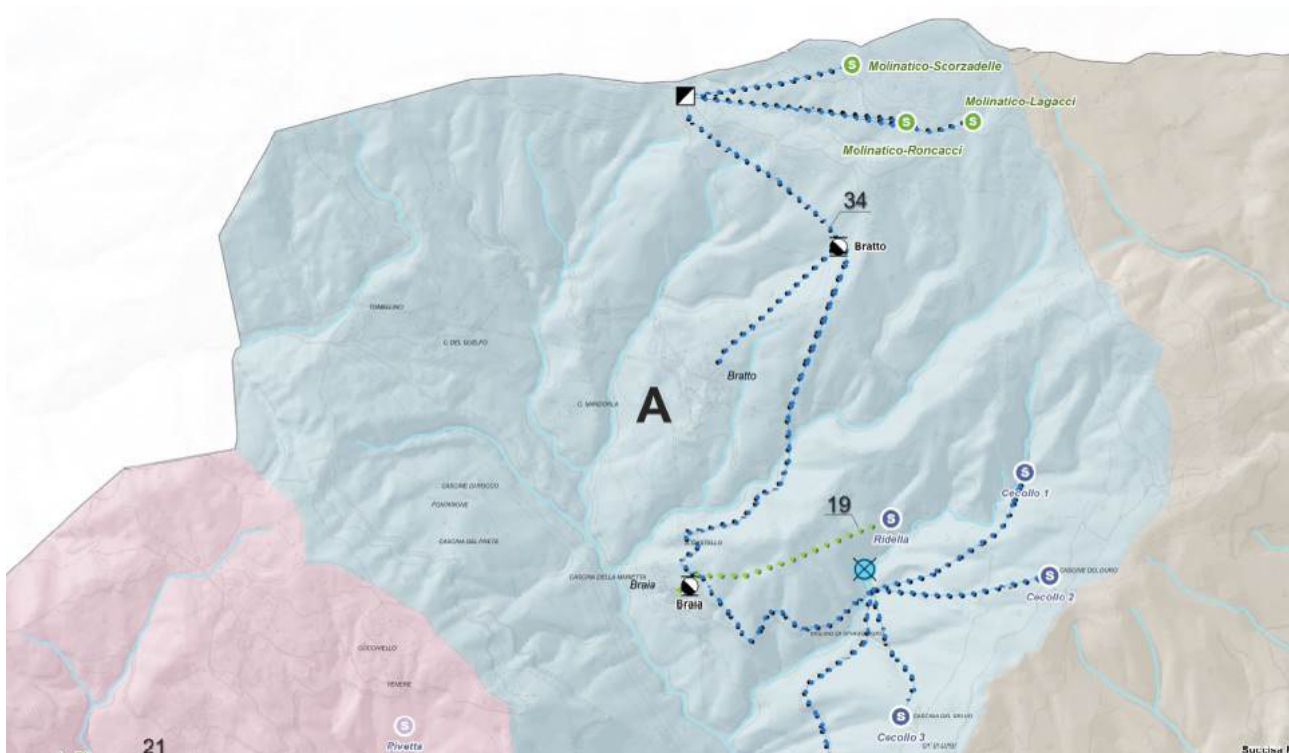
Sono state reperite informazioni e cartografie relative alle infrastrutture del sistema idrico di Pontremoli nella cartografia del Piano Urbanistico Generale (elaborato 7.1 “Le reti acquedottistiche e fognarie – risorse idriche naturali e reti acquedottistiche – Figura 5.8) ed inserite nella cartografia dell'elaborato “G-R.4-Tav.2 Carta Idrogeologica e infrastrutture del Sistema Idrico Integrato”.

RETE ACQUEDOTTISTICA	NOME	SORGENTE	PORTATA	SERBATOI E/O DEPOSITI
----------------------	------	----------	---------	-----------------------





34*	Molinatico - Ceccollo per serbatoio del Castello	Molinatico Scorzadelle	—	Bratto
		Molinatico Roncacci		Stazione Grondola - Guinadi
		Molinatico Lagacci		Grondola
		Ceccollo 1		Cà Corsini
		Ceccollo 2		Traverde
		Ceccollo 3		Castello



#### Le acque

- Laghi, laghetti e riserve idriche
- Rete idrografica: Fiumi, Torrenti, Canali; Fossi e Rii
- Stazioni di monitoraggio acque superficiali (Teglia e Magra)
- Stazione di monitoraggio delle acque destinate alla produzione di acqua potabile

#### Sorgenti e pozzi segnalati dalla Provincia di Massa Carrara

- Sorgenti naturali
- Sorgenti acquedottistiche
- Pozzi acquedottistici

#### Sorgenti e pozzi segnalati dal Comune di Pontremoli

- Sorgenti acquedottistiche
- Pozzi acquedottistici

#### Sistema di approvvigionamento e distribuzione delle acque pubbliche

##### Approvvigionamento e trattamento

- Ripartitore
- Impianto di pompaggio
- Deposito
- Serbatoio

Figura 5.8 – sorgenti e rete acquedottistica Comune di Pontremoli (MS)

Analizzando la cartografia predisposta (Figura 5.9) si evince che sul versante toscano del Monte Molinatico sono presenti 3 sorgenti captate ad uso acquedottistico:

- Sorgente Molinatico Scorzadelle, situata a quota 1.415 m slm;
- Sorgente Molinatico Lagacci, situata a 1.430 m slm;
- Sorgente Molinatico Roncacci, situata a 1.410 m slm.

Tutte e 3 le sorgenti afferiscono alla rete n° 34 delle acque pubbliche di Pontremoli, denominata Molinatico Ceccollo, che porta le acque al serbatoio Castello.

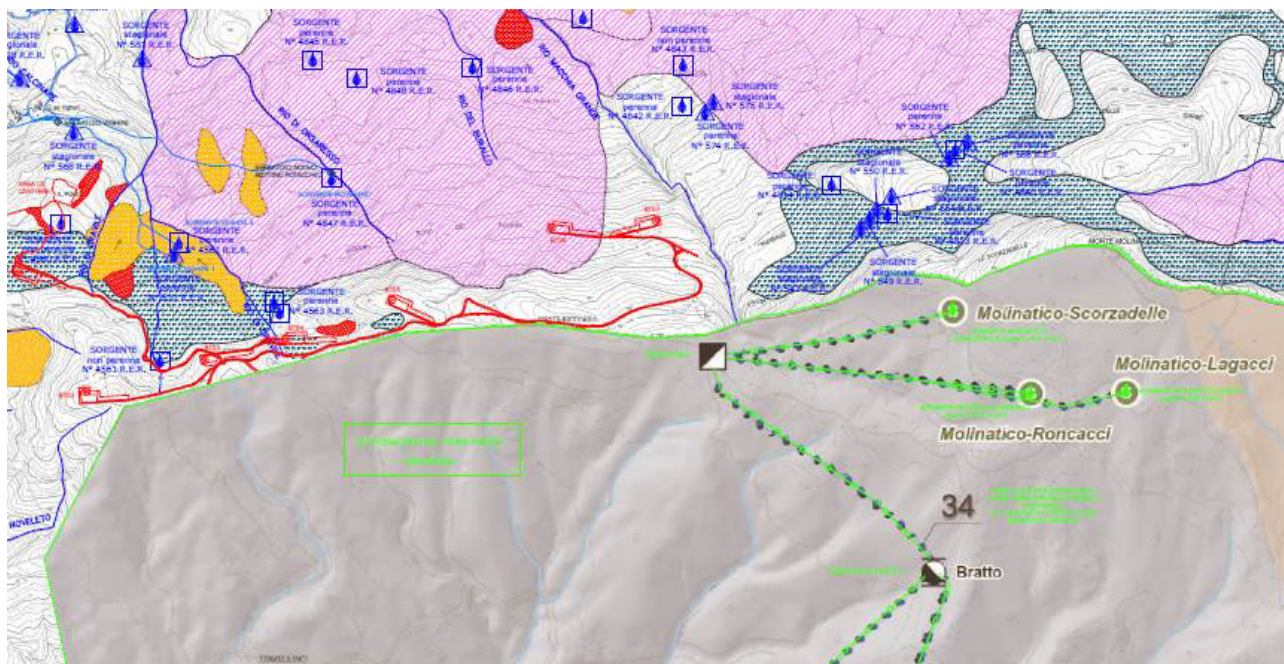


Figura 5.9 – stralcio da elaborato “G-R.4-Tav.2 Carta Idrogeologica e infrastrutture del Sistema Idrico Integrato”

La prima considerazione scaturisce da un’osservazione geometrica, riferita dell’ubicazione delle opere in progetto rispetto a quella delle sorgenti:

- Tutte le opere e le lavorazioni in progetto per la realizzazione del parco eolico sono ubicate molto più ad ovest rispetto alla posizione delle sorgenti del settore toscano e non è prevedibile alcuna interferenza;
- Quanto asserito è ulteriormente avvalorato dalle quote altimetriche a cui emergono le 3 sorgenti toscane; si tratta di quote sempre superiori ai 1.400 m slm, molto più elevate rispetto alle quote di progetto degli aerogeneratori e delle opere del parco, situate a quote sempre inferiori ai 1.200 m slm.

La seconda considerazione è di natura chimico-fisica e scaturisce dal confronto fra i parametri delle acque del versante emiliano e quelle del versante toscano.

Il confronto è stato eseguito utilizzando analisi chimiche delle acque prelevate dal Serbatoio Pontremoli Bratto e Pontremoli Baselica (versante toscano – gestore GAIA – [www. https://www.gaia-spa.it/](https://www.gaia-spa.it/)) e analisi chimiche delle acque di Pontolo (Gestore emiliano – Montagna 2000, rapporto di prova n. PC03730 del 23/05/2022 laboratorio IREN).

I dati di confronto sono riportati nella tabella di *Figura 5.10*, da cui si evince in modo molto evidente come le acque che sgorgano nel versante toscano non siano in connessione con quelle emergenti sul versante emiliano. Tale evidenza permette di escludere che possano esserci potenziali interferenze fra le opere in progetto e le sorgenti del versante toscano, anche mezzo di percorsi di circolazione idrica sotterranea.



ANALISI CHIMICHE ACQUE DI SORGENTE				
Parametri	Unità di misura	EMILIA ROMAGNA	TOSCANA	
		Borgo Val di Taro - Pontolo - PRBOTA0011AR	Pontremoli - Bratto	Pontremoli - Basilica
		maggio 2022	1^ semestre 2022	1^ semestre 2022
		Risultato	Risultato	Risultato
*Turbidità	NTU	370.00		
*Disinfettante residuo	mg/l Cl2	0.01	0.15	0.15
*Colore		Accettabile		
*Odore		Accettabile		
Concentrazione ioni idrogeno	Unità pH	8.02	7.40	6.90
Conduttività	µS/cm a 20°C	130.00	< 78	< 78
Alcalinità	mg/l HCO3-	65.30		
Durezza (da calcolo)	°F	0.21	1.60	1.80
*Residuo fisso a 180°C	mg/l	79.00	<74	<74
Carbonio organico totale (TOC)	mg/l C	<0.5		
Ammonio	mg/l NH4	<0.05	<0.05	<0.05
Nitrito	mg/l NO2	<0.025	<0.05	<0.05
Nitrato	mg/l NO3	<0.5	2.20	1.50
Solfati	mg/l SO4	9.00	3.52	4.25
Cloruro	mg/l Cl	3.00	4.69	4.89
Manganese	µg/l Mn	< 5.00	< 5.00	< 5.00
Calcio	mg/l Ca	19.00	< 5.00	< 5.00
Magnesio	mg/l Mg	< 2.00	0.68	1.30
Alcalinità (HCO3)	mg/l HCO3	65.30	17.00	20.00
Fluoruro	mg/l F	< 0.1	<0.025	<0.025
Potassio	mg/l K	0.76	0.34	0.57
Sodio	mg/l Na	6.00	< 5.00	5.48

Figura 5.10 – tabella di confronto parametri chimico-fisici acque versante toscano e acque versante emiliano



## 6. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOFISICHE

### 6.1 Premessa

Allo stato attuale di avanzamento della progettazione e dell'iter autorizzativo, nell'impossibilità di procedere ad indagini dirette, che saranno demandate alla fase di progettazione esecutiva e che sono illustrate nell'elaborato “Piano di Monitoraggio Ambientale”, sono state pianificate ed eseguite indagini geofisiche utili per una miglior comprensione dell'articolata situazione geologica e idrogeologica locale.

Le indagini geofisiche sono finalizzate ad individuare e misurare parametri fisici di strutture o corpi geologici sotterranei. I parametri comunemente utilizzati nelle indagini geofisiche sono:

- conducibilità elettrica,
- elasticità,
- suscettività magnetica
- densità.

Ad ognuno di questi parametri corrisponde un particolare metodo di indagine: elettrico, sismico, magnetico e gravimetrico. Si sottolinea che per un'ideale applicazione della prospezione geofisica all'esplorazione delle acque sotterranee è fondamentale una stretta collaborazione tra il geofisico ed il geologo; è opportuno che alcune indagini geologiche vengano effettuate preliminarmente rispetto a quelle geofisiche.

Si precisa inoltre che, salvo situazioni particolari (per esempio, l'identificazione dell'interfaccia acqua dolce – acqua salata), la prospezione geofisica di superficie non fornisce direttamente dati idrogeologici (limite della superficie piezometrica, zone di maggiore trasmissività, ecc.), ma solamente le **variazioni di alcuni parametri fisici caratterizzanti il sottosuolo**. Queste grandezze devono essere necessariamente interpretate dal punto di vista geofisico e correlate con i dati geologici e con la presenza o meno di acque sotterranee.

La geofisica costituisce un approccio importante per la definizione del quadro geologico dell'area. Le problematiche in ambito geologico e ambientale necessitano sempre di dati di base di carattere geologico su cui impostare la campagna geofisica e allo scopo sono state utilizzate le informazioni desunte dallo studio illustrato al capitolo precedente. Tutte le operazioni che possono essere programmate per giungere alla soluzione del problema devono andare nella direzione di studiare quei parametri che presentano i maggiori contrasti fisici e dimensionare gli interventi in modo da portare ad un ragionevole rapporto tra i costi ed i benefici che possono derivare dall'impiego della geofisica.

### 6.2 Indagini geoelettriche

Detto ciò, è stata programmata un'indagine geoelettrica da eseguirsi secondo n. 4 stendimenti di lunghezza differente, di cui due posizionati nelle parti più a valle, a partire all'incirca dalle zone di emergenza delle sorgenti e a risalire verso monte, e due a cavaliere della zona di progetto degli aerogeneratori BT03 e BT05, sviluppati principalmente verso il basso.

Le ubicazioni degli stendimenti sono riportati nelle *Figura 5.2, Figura 5.3, Figura 5.4* e chiaramente risentono delle difficoltà orografiche, in primis pendenze e presenza di fitta alberatura; gli stendimenti geoelettrici necessitano infatti di posizionare gli elettrodi secondo un andamento rettilineo, non facilissimo da conseguire nel contesto locale.

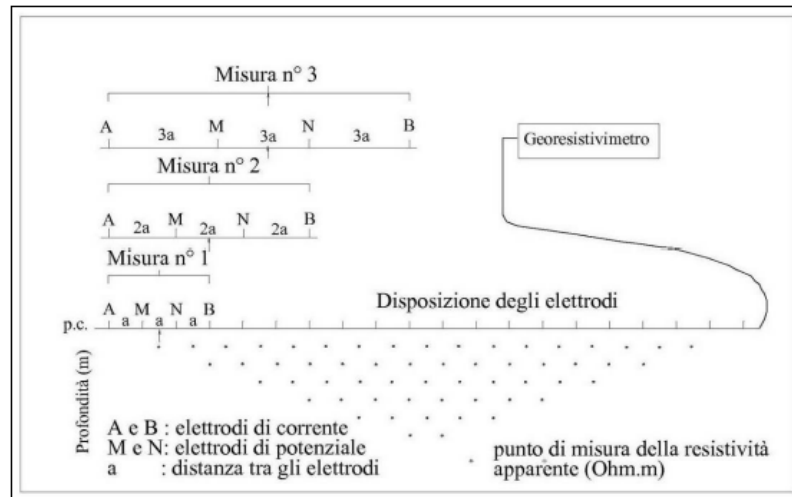
Nel seguito si riassumono le indagini eseguite:

NOME ERT	LUNGHEZZA (m)	NUMERO ELETTRODI	INTERDISTANZA (m)
Sorgenti Vighini	315	64	5
BT03	205	42	5
Sorgente Potacchio	315	64	5
BT05	270	55	5



### 6.3 Strumentazione utilizzata

Le indagini sono state effettuate con GEORESISTIVIMETRO AMBROGEO mod. MANGUSTA 2016 ([www.ambrogeo.eu](http://www.ambrogeo.eu)), acquisitore digitale modulare per prospezione geoelettrica multielettrodo. Il georesistivimetro è dotato di un sistema di gestione automatica degli elettrodi, in grado cioè di commutare gli elettrodi disposti lungo la sezione da investigare in elettrodi di immissione di corrente (punti di energizzazione del terreno) e in elettrodi di misura del potenziale elettrico con tutte le possibili combinazioni quadripolari (in questo caso tutte le combinazioni quadripolari di tipo Wenner, *Figura 6.1*).

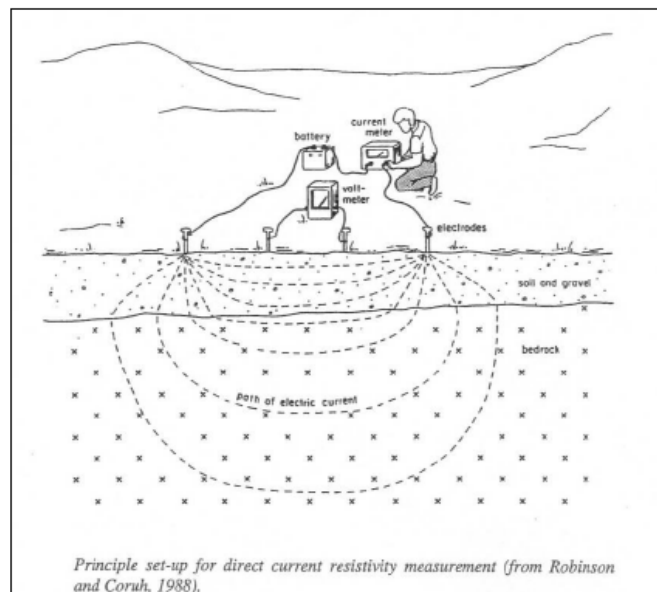


*Figura 6.1 – Combinazioni quadripolari di tipo Wenner*

### 6.4 Metodologia di indagine ERT

L'analisi delle caratteristiche geoelettriche del sottosuolo è stata effettuata mediante prospezioni con metodo geoelettrico multielettrodo in tomografia elettrica verticale (ERT).

Tale metodologia consente di identificare la tipologia dei materiali indagati in funzione della differenza di resistenza da essi opposta al passaggio delle linee di flusso elettrico, schematicamente rappresentato nella seguente *Figura 6.2*.



*Figura 6.2 – Schema esecutivo di un'indagine geoelettrica*



L'apparecchiatura per la misura della resistività è formata schematicamente da:

- un sistema per l'immissione di corrente nel terreno (batteria o generatore di corrente);
- una serie di elettrodi (minimo quattro: A e B elettrodi di corrente, M e N elettrodi di potenziale);
- strumento per la misura dell'intensità di corrente immessa nel terreno mediante gli elettrodi A e B e della differenza di potenziale tra i due elettrodi M e N e relativi cavi di collegamento.

La maggior parte dei materiali presenta caratteri di conducibilità di tipo elettrolitico dato che, con le eccezioni di alcuni minerali metallici, quasi tutti i minerali sono isolanti. La conducibilità è dovuta quindi essenzialmente all'acqua interstiziale ed è in larga misura funzione della porosità, del contenuto d'acqua e della quantità di sali disciolti nell'acqua. La presenza di fluidi nel sottosuolo fa sì che rocce e terreni, attraversati dalla corrente, si comportino relativamente come dei buoni conduttori di elettricità; al contrario le strutture con scarso contenuto di fluidi come rocce asciutte non fratturate e cavità naturali o di natura antropica si comportano come dei cattivi conduttori, se non addirittura come degli isolanti.

Pertanto, le geometrie sepolte rispondono al flusso di corrente artificiale, immessa con diverse modalità, in funzione del parametro fisico che regola tale comportamento: la **resistività elettrica  $\rho$  (Ohm m).**

La successiva *Figura 6.3* mostra gli intervalli di resistività per alcuni litotipi, e, come è possibile osservare, spesso questi valori si sovrappongono e ciò rende problematica la fase di identificazione della roccia. Inoltre, tali valori sono grosso modo indicativi e le reali correlazioni litologia-proprietà elettriche è bene siano controllate da “sondaggi di taratura”.

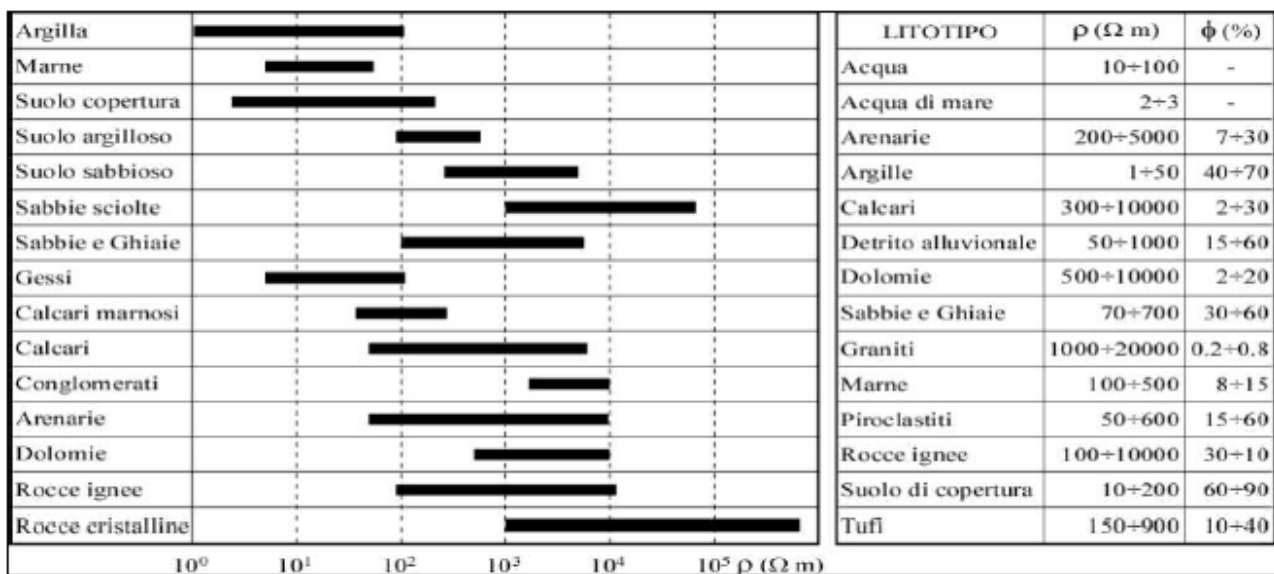


Figura 6.3 – Schema indicativo dei valori di resistività e porosità per vari materiali

## 6.5 Interpretazione dati geoelettrici

I dati ottenuti in fase di acquisizione hanno consentito la costruzione di una matrice di valori di resistività la cui inversione, mediante software ViewLAB3D della GEOSTudi Astier, ha restituito la definizione della distribuzione di resistività elettrica del mezzo investigato mediante visualizzazione grafica in 2D in cui i colori corrispondono a determinati valori di resistività reale.



### 6.5.1 ERT VIGHINI

Lunghezza 315 m - passo 5 m – n. 32 elettrodi di misura

Analizzando la sezione ERT Vighini si evince che i valori di resistività risultano compresi in un intervallo compreso tra 40 e 500 Ohm.m (Figura 6.4).

Nella parte più superficiale del terreno indagato sono presenti valori elevati di resistività (350-500 Ohm m), per un spessore di circa 5-6 m e solo nella parte centrale (elettrodi 32-39) raggiunge i 18 m dal piano di campagna; tali valori di resistività possono essere associati a porzioni ghiaiose e ciottolose con scarsa matrice, verosimilmente i detriti di falda ampiamente diffusi in questo settore di versante. Al di sotto si nota un orizzonte con valori di resistività variabili da 150 a 250 Ohm m, associabile a porzioni di rocciose arenacee. Nella zona alla base del versante (elettrodi 2-10) è presente una zona con bassi valori di resistività (arrivano a 40 Ohm m) che potrebbero essere imputabili alla presenza dell'acqua delle 2 sorgenti Vighini, che tenderebbe ad aumentarne la conducibilità elettrica.

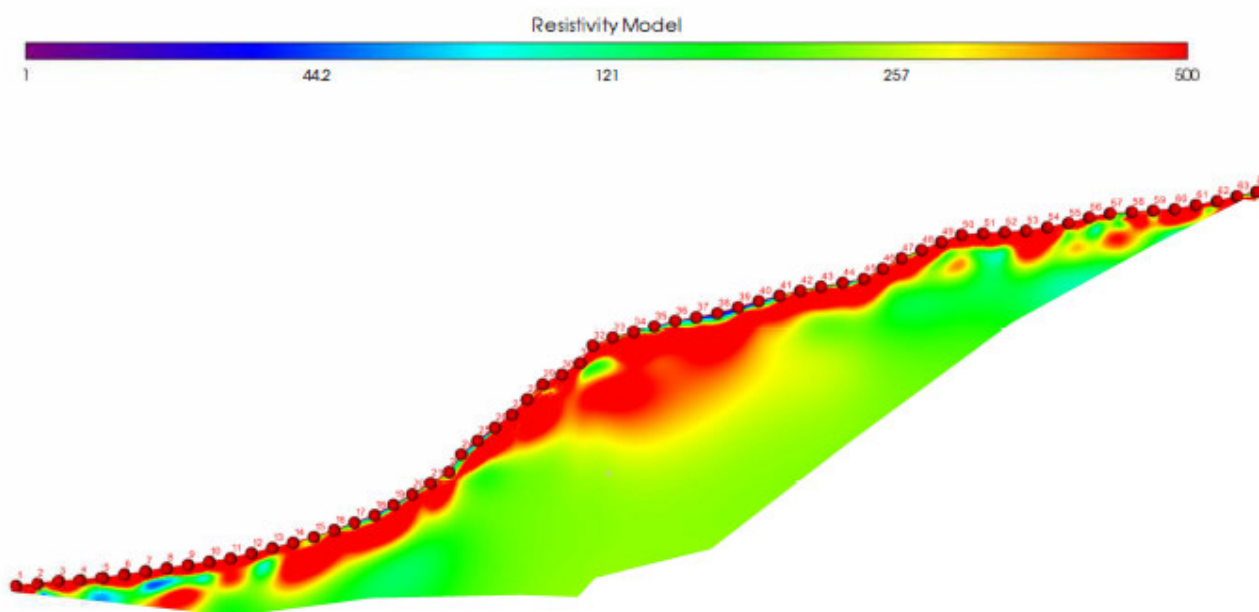


Figura 6.4 – Sezione tomografica geoelettrica Vighini

### 6.5.2 ERT BT03

Lunghezza: 205 m – Passo: 5 m – n. 42 elettrodi di misura

Dall'analisi della ERT BT03 si nota che i valori di resistività risultano compresi in un intervallo che va da 60 fino a 500 Ohm m.

La sezione tomografica risulta caratterizzata da valori di alta resistività tra 400-500 Ohm m nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato (coltre superficiale, di spessore medio pari a circa -5/6 m. Tali resistività possono essere associabili a porzioni ghiaiose e ciottolose con scarsa matrice facente parte della copertura. Al di sotto si estende una porzione distinta da valori di resistività tra 120 a 230 Ohm m che potrebbe essere associabile a porzioni rocciose arenacee fratturate (parte sommitale dell'ammasso roccioso). Tale orizzonte presenta, nella parte centrale della stesa, un settore avente resistività tra 60 e 100 Ohm m che potrebbe indicare una porzione più pelitica della formazione rocciosa o una porzione più umida della stessa.

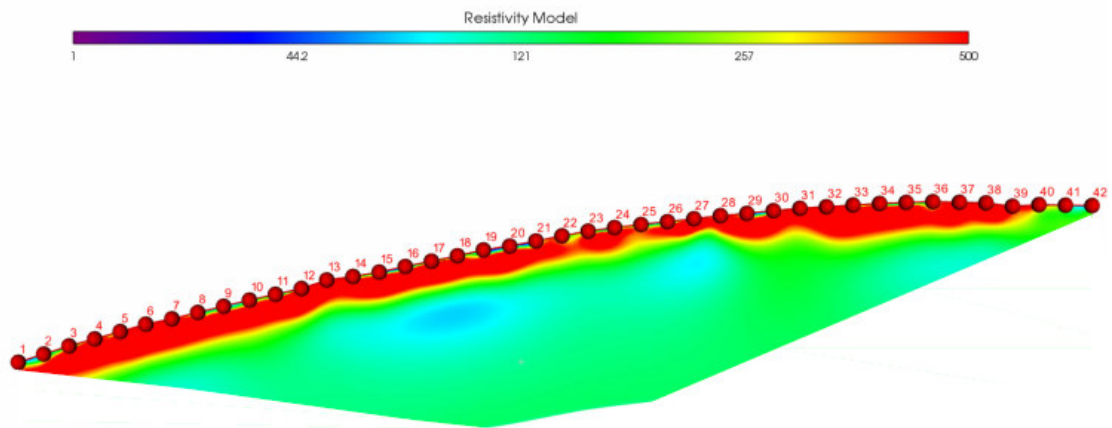


Figura 6.5 – Sezione tomografica geoelettrica BT03

### 6.5.3 ERT POTACCHIO

Lunghezza: 315 m – Passo: 5 m – n. 64 elettrodi di misura

Dall'analisi della ERT POTACCHIO si nota che i valori di resistività risultano compresi in un intervallo che va da 100 fino a 1000 Ohm m (Figura 6.6).

La sezione tomografica risulta caratterizzata da valori di alta resistività tra 250-1000 Ohm m nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato. Mediamente questa porzione si estende fino a circa -9/10 m da p.c.. Tali resistività possono essere associabili a porzioni ghiaiose e ciottolose con scarsa matrice della coltre superficiale dei DGPV. Al di sotto si estende una porzione distinta da valori di resistività tra 250 a 100 Ohm m che potrebbe essere associabile a porzioni rocciose arenacee del substrato

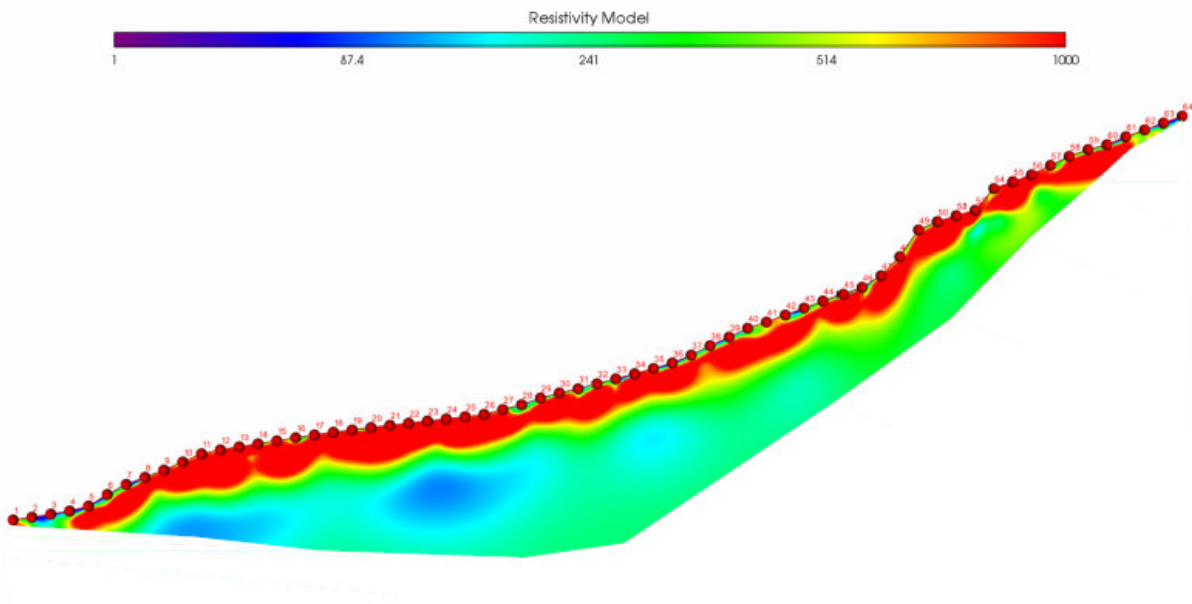


Figura 6.6 – Sezione tomografica geoelettrica Potacchio

### 6.5.4 ERT BT05

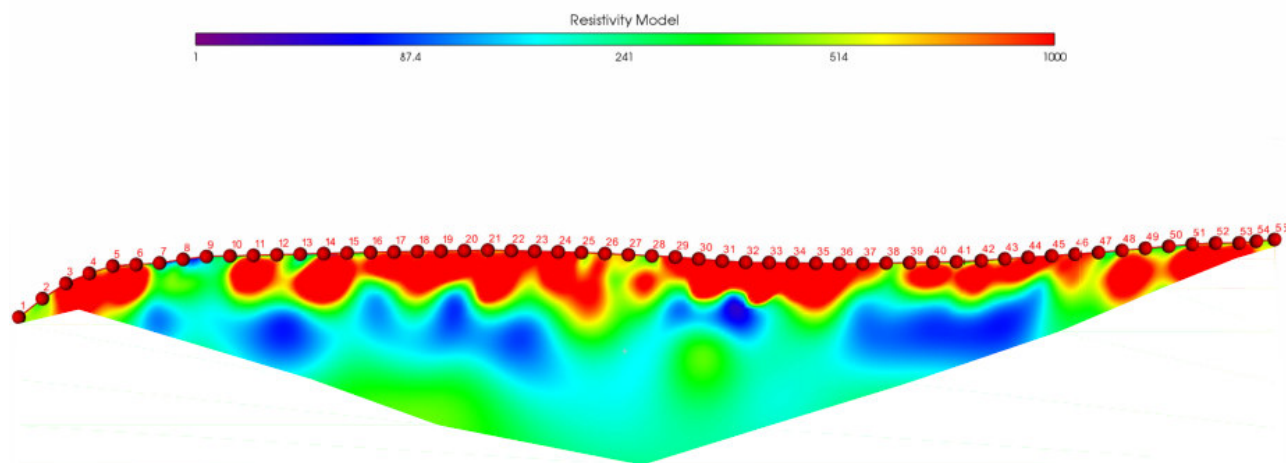
Lunghezza: 315 m – Passo: 5 m – n. 64 elettrodi di misura





Dall'analisi della ERT BT05 si nota che i valori di resistività risultano compresi in un intervallo che va da 100 fino a 1000 Ohm m (*Figura 6.6*).

La sezione tomografica risulta caratterizzata da valori di alta resistività (1000 Ohm m) nella parte più superficiale della porzione di terreno indagato. Mediamente questa porzione si estende fino a circa -8/9 m da p.c.. Tali resistività possono essere associabili a porzioni ghiaiose e ciottolose con scarsa matrice della coltre superficiale dei DGPV. In alcune porzioni della stesa, come al di sotto degli elettrodi 2, 6-10, 27 38-39 e 47-48 le resistività registrate risultano comprese tra valori di 80-250 Ohm m che potrebbero testimoniare la presenza di maggiore matrice fine o l'affiorare della roccia in posto. Al di sotto di questa fascia ad alta resistività si rileva la presenza di un terreno distinto da valori di resistività tra 80-250 Ohm m che potrebbe essere associabile a porzioni rocciose arenacee.



*Figura 6.7 – Sezione tomografica geoelettrica BT05*



## 7. MODELLO IDROGEOLOGICO

Nel presente capitolo si procede allo sviluppo di un modello idrogeologico in corrispondenza delle due potenziali interferenze fra le opere di fondazione degli aerogeneratori BT03 e BT05 e le sorgenti sottostanti, mediante l'integrazione delle informazioni geologico-tecniche di base con gli esiti delle indagini geoelettriche.




### 7.1 Sezione idrogeologica SORGENTI VIGHINI 1 e 3 – BT03

Nell'elaborato grafico denominato G-R.4-Tav.3 Sezione idrogeologica sorgenti Vighini 1 e 3 – BT03, di cui si riporta uno stralcio in *Figura 7.1*, *Figura 7.2*, sono state sintetizzate tutte le informazioni utili per lo sviluppo di un modello idrogeologico aderente allo stato dei luoghi.

In prima analisi si evidenzia la differente situazione geologica del sito di progetto dell'aerogeneratore BT03 rispetto a quello delle sorgenti sottostanti:

- la sezione predisposta semplifica la situazione riscontrata in loco nel versante interposto fra l'aerogeneratore in progetto le due sorgenti; esso si caratterizza infatti per la presenza di 3 profonde incisioni percorse da rii che separano altrettante creste disposte secondo la linea di massima pendenza e che separano fisicamente la congiungente aerogeneratore-sorgenti; in sostanza esistono discontinuità strutturali fra l'areale dell'aerogeneratore e l'areale delle sorgenti;
- nella zona dell'aerogeneratore è presente la formazione delle Arenarie di Monte Gottero, caratterizzata in superficie da un orizzonte sub-superficiale alterato e degradato con permeabilità media e da un substrato arenaceo con permeabilità medio-bassa;
- nella zona delle sorgenti è presente un deposito di frana quiescente complessa che caratterizza tutta l'area poco acclive posta al piede del versante vallivo con pendenze maggiori; evidentemente il corpo di frana presenta al suo interno strati o porzioni di ammasso di materiale fine che favorisce l'uscita a giorno delle acque provenienti da monte, la cui circolazione è favorita dalla presenza di un esteso e potente deposito di detrito di falda ad elevata permeabilità (la geoelettrica evidenzia spessori anche di 18 m);
- la sezione geologico-tecnica e quella tomografica evidenziano chiaramente la situazione sopra esposta, da cui si evince che non esiste diretta correlazione fra la formazione delle Arenarie di Monte Gottero presenti nella zona dell'aerogeneratore BT03 e le sottostanti sorgenti che sono alimentate dall'esteso corpo di detrito di versante presente.

#### UNITA' IDROGEOLOGICHE

PERMEABILITA'		GRADO DI PERMEABILITA': E=elevato, A=alto, M=medio, B=basso, BB=molto basso						TIPO DI PERMEABILITA': P=porosità, M=mista, F=fratturazione					
grado		tipo											
E	A	M	B	BB	P	M	F	COMPLESSI IDROGEOLOGICI					
								<b>Coltre superficiale</b>					
								 terreno vegetale e porzione sommitale del substrato completamente alterata e degradata					
								<b>a2g - Depositi di frana quiescente complessa</b>					
								depositi costituiti dalla combinazione di due e più tipologie di movimento, generalmente scivolamenti accompagnati da colata di fango o detrito (RESISTIVITA' VARIABILE DA <50 ohm m - probabile falda - a >300 ohm m - ghiaia e ciottoli frana)					
								<b>a6 - Detrito di falda</b>					
								accumulo detritico di origine mista, generato spesso da fenomeni di crollo che possono essere rielaborati da episodi di gelo-disgelo e da ruscellamento di acque superficiali					
								ALTA RESISTIVITA' 350 - 500 ohm m					
								<b>GOT - Formazione delle "Arenarie di Monte Gottero"</b>					
								torbiditi arenacei costituiti da arenarie quarzose feldspatiche grigie in strati spessi e molto spessi intercalate a sottili e sottilissimi livelli pelitici grigio-scuri.					
								 substrato costituito dalla coltre di alterazione e degradazione dell'ammasso roccioso (RESISTIVITA' 120-230 ohm m)					
								 substrato arenaceo (RESISTIVITA' 120-250 ohm m)					

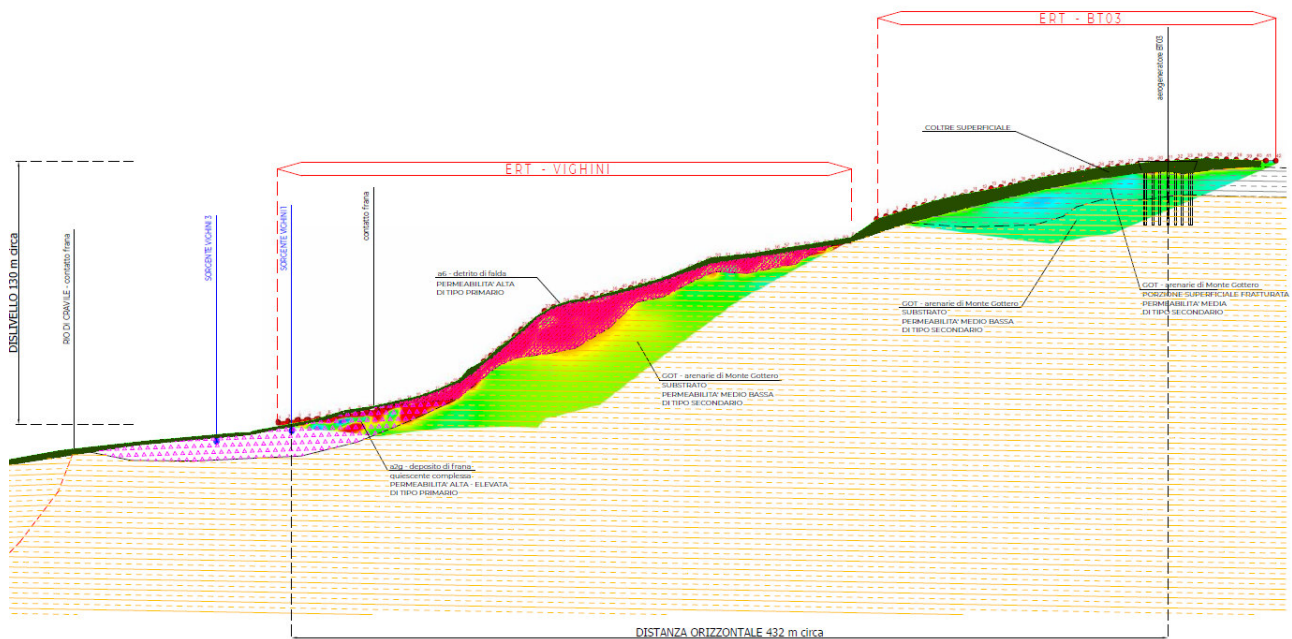


Figura 7.1 – Sezione geologico-technica

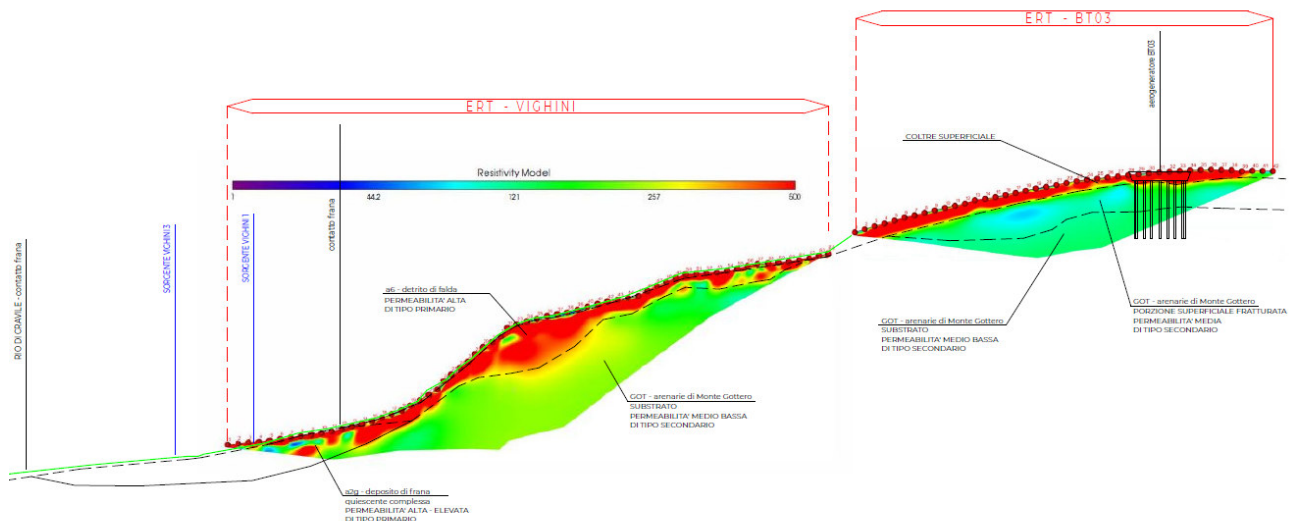


Figura 7.2 – Sezione tomografica geoelettrica

## 7.2 Sezione idrogeologica SORGENTE POTACCHIO– BT05

Nell'elaborato grafico denominato G-R.4-Tav.4 Sezione idrogeologica sorgente Potacchio – BT05, di cui si riporta uno stralcio in *Figura 7.3*, *Figura 7.4*, sono state sintetizzate tutte le informazioni utili per lo sviluppo di un modello idrogeologico aderente allo stato dei luoghi.

L'analisi della sezione evidenzia le seguenti differenti condizioni geologiche e idrogeologiche fra il sito di progetto dell'aerogeneratore BT05 e la sorgente sottostante:

- nella zona dell'aerogeneratore è presente la formazione delle Arenarie di Monte Gottero, caratterizzata superficialmente da una coltre di copertura piuttosto spessa, con alta permeabilità; essa sovrasta una porzione dell'ammasso roccioso con permeabilità media, mentre il substrato è verosimilmente contraddistinto da permeabilità medio bassa per il minor grado fratturativo dell'ammasso in profondità;





- nella zona della sorgente è presente all'interno di un esteso deposito gravitativo profondo di versante, che caratterizza gran parte del versante nord di Monte Borraccia; le indagini geoelettiche hanno evidenziato, all'interno di tale deposito, una porzione sommitale di alterazione e degradazione con alta permeabilità; l'ammasso sottostante impostatosi dopo lo scivolamento è sempre rappresentato dalle Arenarie di Monte Gottero e verosimilmente presenta caratteristiche di permeabilità medie anche se, l'emergenza della sorgente Potacchio, è probabilmente collegata alla presenza di orizzonti fini argillitici e/o siltitici nell'ambito della ammasso roccioso torbiditico;
- il corpo del deposito gravitativo si estende per un lungo tratto a monte della sorgente e probabilmente al suo interno si determina la circolazione idrica che alimenta la sorgente sottostante;
- le indagini eseguite non evidenziano diretta connessione fra l'areale sommitale dell'aerogeneratore BT05 e l'areale del deposito gravitativo profondo di versante da cui sgorga la sorgente Potacchio, ubicata a rilevante distanza dal sito di progetto (circa 580 m);

#### UNITA' IDROGEOLOGICHE

PERMEABILITA'		GRADO DI PERMEABILITA': E=elevato, A=alto, M=medio, B=basso, BB=molto basso						TIPO DI PERMEABILITA': P=porosità, M=mista, F=fratturazione	
grado		tipo							
E	A	M	B	BB	P	M	F	COMPLESSI IDROGEOLOGICI	
								<b>Coltre superficiali</b>	
								terreno vegetale e materiale di copertura	
								<b>DGPV - Deposito di frana quiescente per scivolamento in blocco</b> depositi costituiti da masse di dimensioni più o meno rilevanti di roccia che, pur scivolando lungo una o più superfici di scorrimento, traslative e/o rotazionale, conservano al loro interno la coerenza stratigrafica della roccia di provenienza.	
								coltre di alterazione e degradazione dell'ammasso roccioso, ghiale e ciottoli con poca matrice fine (DGPV) (RESISTIVITA' 250-1000 ohm m)	
								ammasso roccioso coinvolto nel DGPV, fratturato (RESISTIVITA' 100-250 ohm m)	
								<b>GOT - Formazione delle "Arenarie di Monte Gottero"</b> torbiditi arenacei costituite da arenarie quarzose feldspatiche grigie in strati spessi e molto spessi intercalate a sottili e sottilissimi livelli pellici grigio-scuri.	
								coltre di alterazione e degradazione dell'ammasso roccioso, ghiale e ciottoli con poca matrice fine. (RESISTIVITA' 1000 ohm m)	
								porzione sommitale dell'ammasso roccioso coinvolto, fratturato (RESISTIVITA' 80-200 ohm m)	
								substrato roccioso delle Arenarie di Monte Gottero (RESISTIVITA' 120-250 ohm m)	

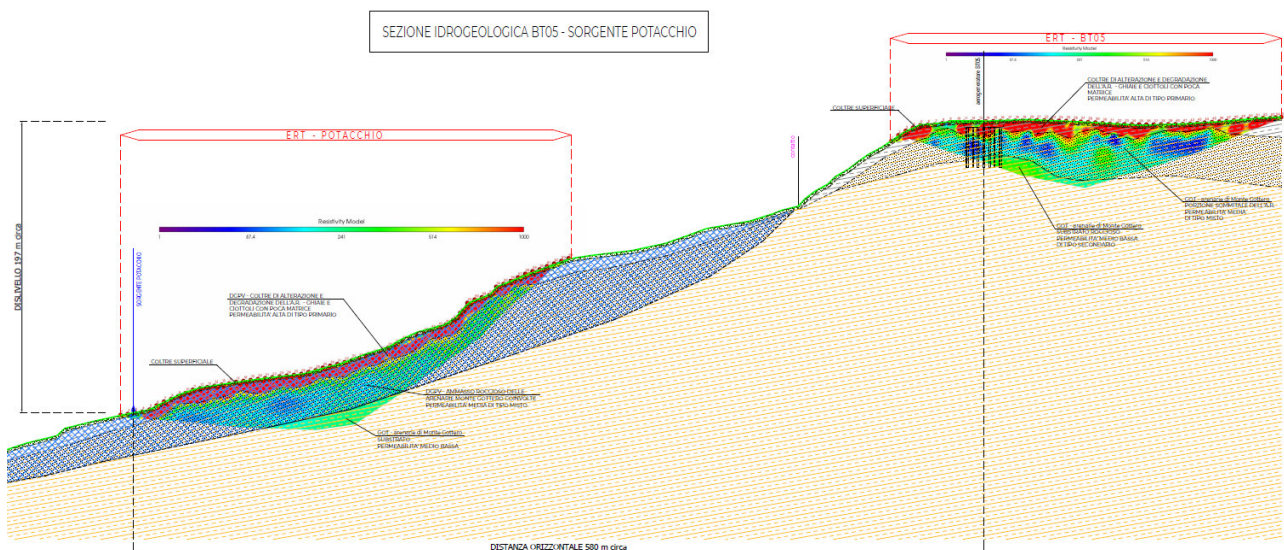


Figura 7.3 – Sezione geologico-tecnica

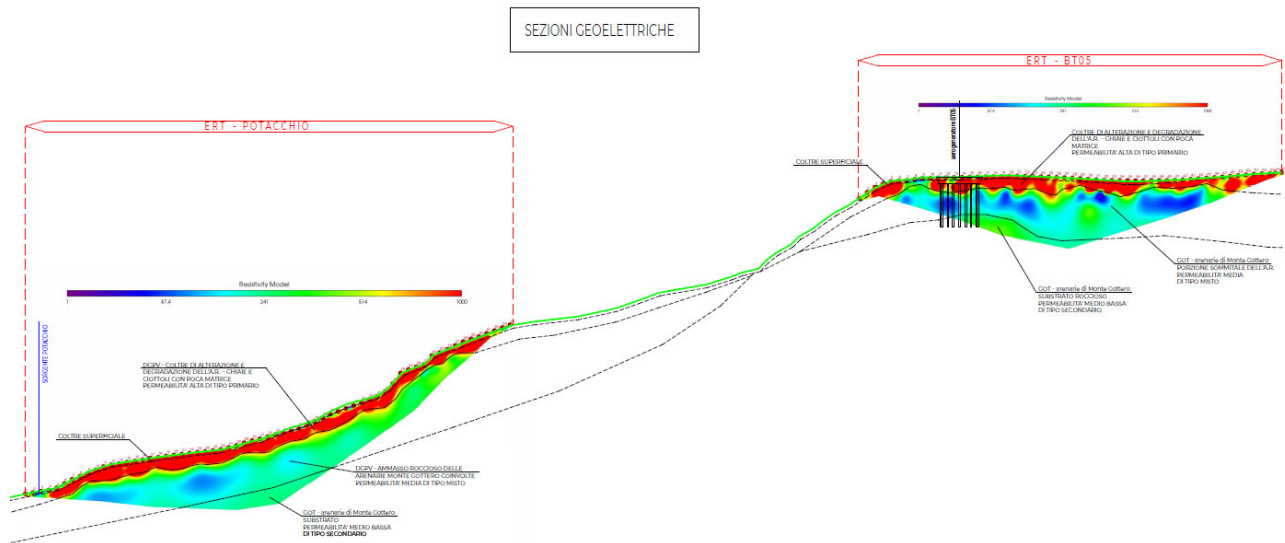


Figura 7.4 – Sezione tomografica geoelettrica



## 8. TUTELA DELLE SORGENTI

Il modello idrogeologico sviluppato al capitolo precedente fornisce un quadro abbastanza dettagliato della situazione presente in corrispondenza delle sorgenti Vighini 1 e 3 e Potacchio, che alimentano la rete acquedottistica del Comune di Borgo Val di Taro.

Le indicazioni scaturite dallo studio idrogeologico e dalle indagini geofisiche indicano che gli areali in cui è prevista la realizzazione degli aerogeneratori BT03 e BT05 presentano condizioni geologiche e di permeabilità differenti rispetto agli areali in cui si collocano le sorgenti; l'alimentazione delle due sorgenti sembra derivare da estesi corpi detritici e di materiale impostato a seguito di movimenti gravitativi profondi di versante piuttosto che da diretta connessione con gli ammassi rocciosi delle aree degli aerogeneratori. Le condizioni di permeabilità di tali ammassi sono riconducibili in linea di massima al grado di fratturazione, che favorisce la circolazione idrica, anche se generalmente si registra una netta diminuzione del sistema fratturativo all'aumentare della profondità, con conseguente diminuzione della permeabilità.

Nel seguito si illustrano i riferimenti normativi per la tutela delle sorgenti ad uso acquedottistico ed il piano di monitoraggio che si intende attuare per il controllo qualitativo e quantitativo delle sorgenti in relazione all'attuazione del progetto del parco eolico.

### 8.1 Riferimenti normativi

Per quanto riguarda gli aspetti normativi per la tutela delle sorgenti, si richiama l'art. 94, comma 3 del D.L. n. 152/2006, che stabilisce, ai fini della tutela delle acque destinate a consumo umano, una “**zona di tutela assoluta**” dei punti di captazione di risorsa idrica del sistema acquedottistico per il pubblico servizio; la norma stabilisce che tale zona “*deve avere una estensione in caso di captazione di acque sotterranee di almeno 10 metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e/o ad infrastrutture di servizio*”.

**Tutte le opere in progetto risultano esterne a tale zona di tutela assoluta.**

La norma prevede inoltre, sempre con riferimento alla tutela delle acque destinate a consumo umano, l'istituzione di una “**zona di rispetto**” (che include la zona di tutela assoluta e che può essere distinta in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata) dei punti di captazione della risorsa idrica del sistema acquedottistico per il pubblico servizio o per lo sfruttamento come acqua minerale; tale fascia, in assenza di individuazione da parte delle regioni ha un'estensione di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione. In tale zona sono vietati insediamenti di centri di pericolo e numerose attività, tra cui:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;





n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

**Tutte le opere in progetto risultano esterne alla zona di rispetto delle sorgenti Vighini 1 e 3 e Potacchio.**

## **8.2 Gestione di eventuali sversamenti durante la fase di cantiere**

Tutte le operazioni di cantiere saranno eseguite con la dovuta cautela ed attenzione per evitare che possano verificarsi incidenti o danni con sversamenti di materiale inquinante nelle parti superficiali e profonde del terreno. Come già specificato nell'elaborato SIA-R.3\_ rev01 (Quadro di riferimento ambientale) sono già state previste e codificate le procedure per la caratterizzazione e messa in sicurezza sia dell'ambiente idrico, sia del suolo e sottosuolo, in caso di perdita di sostanze potenzialmente inquinanti durante tutte le fasi di lavorazione del cantiere e per ciascun intervento.

## **8.3 Piano di monitoraggio**

Benchè le opere in progetto risultino esterne alle zone di tutela assoluta e zone di rispetto delle 2 sorgenti, la società proponente ha eseguito il presente studio idrogeologico su richiesta degli Enti coinvolti, studio che fornisce un quadro conoscitivo esaustivo per l'aspetto idrogeologico relativo alla fase progettuale definitiva.

E' chiaro che le conoscenze degli aspetti idrogeologici per la progettazione esecutiva delle opere dovranno essere approfondite con indagini specifiche, che permetteranno una più accurata definizione dei complessi idrogeologici locali, delle loro caratteristiche e la pianificazione di interventi e modalità costruttive che salvaguardino la risorsa idrica locale.

Come meglio dettagliato nel piano di monitoraggio ambientale, cui si rimanda per una più dettagliata descrizione, nella fase di progettazione esecutiva è prevista, per ciascun aerogeneratore (compresi pertanto anche i siti BT03 e BT05), la perforazione di n. 2 sondaggi che saranno attrezzati rispettivamente con tubo inclinometrico per il monitoraggio della stabilità del versante naturale e con tubo piezometrico per il monitoraggio della eventuale falda idrica; le terebrazioni saranno posizionate strategicamente in aree non direttamente interessate dalle lavorazioni, allo scopo di preservarne la conservazione e potere eseguire le rilevazioni di monitoraggio non solo nella fase ante-operam, ma anche per tutta la durata del cantiere e i primi anni di esercizio del parco eolico.

I carotaggi forniranno importanti informazioni ai fini della caratterizzazione idrogeologica degli ammassi rocciosi delle “Arenarie di Monte Gottero”:

- In primis si potrà accertare la presenza di falda all'interno dell'ammasso roccioso e già questo elemento costituirà fattore discriminante per le ulteriori indagini e per la gestione dei lavori; l'assenza di una falda vera e propria permetterebbe di escludere la veicolazione dei fluidi di perforazione all'interno dell'ammasso roccioso al momento della perforazione dei pali di fondazione, anche se questi saranno eseguiti mediante la posa di una camicia metallica con duplice finalità , di sostegno del foro e di impermeabilizzazione dello stesso;
- La posa del tubo piezometrico permetterà di monitorare le variazioni del livello idrico nel tempo e la sua stabilità;
- Si potranno eseguire prelievi delle acque in foro da sottoporre ad analisi chimiche contestualmente alle acque prelevate dalle due sorgenti, per la verifica dei parametri chimico-fisici e la correlazione fra i due campioni (monte e valle);
- Le informazioni geomeccaniche desunte dalle carote estratte, attraverso l'analisi del parametro RQD (Rock Quality design) e del sistema fratturativo dell'ammasso, consentiranno di fornire ulteriori informazioni sul grado di permeabilità dell'ammasso roccioso;



- L'esecuzione di prova di permeabilità di tipo Lugeon all'interno del foro daranno indicazioni dirette sul coefficiente di permeabilità dell'ammasso, consentendo di fare ulteriori valutazioni in merito alla circolazione idrica sotterranea.

In riscontro alla richiesta inoltrata da ATERSIR, relativa alla predisposizione di un “*piano di Monitoraggio che individui le azioni necessarie da attuare prima, durante e dopo i lavori di escavazione e che comprenda la previsione del monitoraggio in continuo di parametri quali la torbidità, la portata e la qualità dell'acqua delle sorgenti interessate dal progetto, essenziali per poter garantire la corretta funzionalità del servizio idrico integrato*”, la società proponente sottopone all'attenzione della Conferenza dei Servizi la seguente proposta operativa di monitoraggio:

- Predisposizione di sistema di monitoraggio delle due sorgenti Vighini e Potacchio, da eseguirsi con sonda multiparametrica per analisi chimico-fisiche delle acque che permetta l'acquisizione a campione o in continuo dei seguenti parametri fondamentali:
  - temperatura
  - Redox
  - Ph
  - Conducibilità
  - Livello
  - Ossigeno disciolto
  - Torbidità
- Nel caso di approntamento di postazione fissa, da concordare con il gestore Montagna 2000, il data logger collegato alla sonda acquisirà, memorizzerà e trasmetterà i dati a distanza; il sistema necessita di alimentazione da rete continua 220 v oppure batteria con carica batteria da pannello fotovoltaico e trasmissione dati wireless GSM/GPRS via ftp (da verificare copertura telefonica in corrispondenza della postazione fissa);
- Nel caso di approntamento di postazione portatile, da eseguirsi sempre in accordo con il gestore Montagna 2000, si prevede un campionamento discontinuo a date predefinite con acquisizione dati di 3-4 ore e memorizzazione a cadenza programmata; in questo caso si potrebbe pianificare una cadenza di acquisizione settimanale nel periodo ante-operam, da raffittirsi durante la cantierizzazione, in particolare durante le operazioni di perforazione dei pali di fondazione degli aerogeneratori prossimi alle due sorgenti.

#### 8.4 Fonti di approvvigionamento alternative

Con riferimento alla prescrizione di ATERSIR relativa alla richiesta che “*siano individuate fonti di approvvigionamento alternative che garantiscano la continuità del Servizio in caso di variazioni di portata significative e/o di mancato rispetto dei parametri di qualità dell'acqua. La scrivente Agenzia si riserva la facoltà di prescrivere ulteriori azioni di monitoraggio e collegamento alle infrastrutture esistenti del SII, della sorgente individuata. Non saranno ammissibili proposte di utilizzo del servizio di autobotti*” si è proceduto alla ricerca di soluzioni che possano configurarsi come “strutturali”, atte cioè a conseguire un miglioramento delle attuali condizioni di approvvigionamento idrico del sistema acquedottistico di Borgo Val di Taro e non solo a rappresentare una soluzione temporanea per il solo periodo di cantierizzazione.

Le soluzioni individuate sono meglio descritte nei seguenti elaborati, cui si rimanda per una più approfondita analisi:

- AE-9.1 Studio di fattibilità presa idrica in alveo Torrente Tarodine;
- AE-9.2 Sorgenti alternative



## 9. CONCLUSIONI

A seguito di incarico conferito **BORGOTARO WIND srl con sede in Bolzano, Piazza del Grano 3**, per la redazione dello studio idrogeologico inerente alla progettazione definitiva di un parco eolico in località “Monte Croce di Ferro” nel Comune di Borgo Val di Taro (PR), così come richiesto con note prot. 203102/2022 trasmessa in data 12/12/2022 e prot. 205606/2022 trasmessa in data 15/12/2022 da parte di ARPAE Servizio Autorizzazioni e Concessioni di Parma, si è proceduto all’analisi degli aspetti di carattere idrogeologico del territorio interessato dal progetto per la valutazione dell’impatto che l’intervento proposto potrà avere sul sistema di circolazione delle acque sotterranee ed in particolare sulle sorgenti afferenti alla rete acquedottistica del Comune di Borgo Val di Taro.

Gli studi e le indagini eseguite hanno permesso di formulare un quadro conoscitivo dell’area di studio piuttosto dettagliato nonostante la estensione; in particolare lo studio ha evidenziato quanto segue:

- il settore medio e alto del versante Nord del Monte Croce di Ferro e Monte Borraccia si caratterizza per la presenza di complessi idrogeologici permeabili per fratturazione (rocce magazzino, i.e. ammassi rocciosi – Unità del Gottero) e coperture detritiche in connessione mentre nella parte bassa del versante sono presenti gli acquitardi riferibili all’Unità della Media Val Taro, in particolare le Argilliti di San Siro;
- tutta la zona di crinale interessata dal progetto del Parco Eolico e i versanti settentrionale (Emilia Romagna) e meridionale (Toscana) sono caratterizzati dalla presenza dell’Unità Gottero, localmente presente con la formazione delle “Arenarie di Monte Gottero” nella facies GOT (Campaniano Sup. – Paleocene); questa formazione si presenta come una potente successione monoclinale di arenarie torbiditiche, generalmente poco deformate, coinvolte da faglie abbastanza inclinate e da deformazioni plicative piuttosto blande;
- il versante settentrionale è stato interessato da importanti movimenti tettonici che hanno determinato fenomeni gravitativi profondi di versante (DGPV) ampiamente presenti, unitamente alle coperture detritiche di falda, dei depositi glaciali e periglaciali e delle frane (quiescenti e attive);
- Sono state individuate le potenziali interferenze fra le lavorazioni degli aerogeneratori e le sorgenti del Gestore Idrico Montagna 2000, rilevate in corrispondenza delle sorgenti Vighini 1-3 con l’aerogeneratore BT03 e la sorgente Potacchio e l’aerogeneratore BT05;
- ulteriori interferenze fra le opere in progetto e le infrastrutture di Montagna 2000 sono state rilevate in corrispondenza di 4 punti e si riferiscono sempre alle opere del cavidotto e al tubo dell’acquedotto; non si rilevano particolari problematiche, gli scavi in corrispondenza di tali punti saranno eseguiti con la massima cautela e, qualora necessari, saranno valutati eventuali interventi di messa in sicurezza del tubo dell’acquedotto con i tecnici di Montagna 2000;
- è stata analizzata l’eventuale interferenza delle opere di progetto con le sorgenti e le infrastrutture del Gestore Idrico Toscano GAIA relative all’acquedotto di Pontremoli; sono presenti 3 sorgenti sul versante Sud de Monte Molinatico, ma sono state escluse interferenze superficiali e sotterranee poiché ubicate molto più ad est rispetto agli interventi in progetto e a quote altimetriche molto più elevate (superiori ai 1.400 m slm, mentre le opere in progetto non superano i 1.200 m slm);
- Ulteriore motivo di esclusione di interferenza delle opere con le falde sotterranee afferenti alle sorgenti toscane scaturisce dal confronto dei parametri chimico-fisici dei campioni prelevati sui due versanti, che risultano molto difforni, evidenziando natura, percorsi e genesi differenti;
- sono state eseguite analisi geofisiche per la caratterizzazione dei siti delle due sorgenti e degli aerogeneratori di progetto sovrastanti; gli stendimenti geoelettrici multielettrodo hanno permesso di restituire in tomografia elettrica verticale (ERT) i valori di resistività dei terreni ivi presenti che, unitamente ai dati delle sezioni geologico-tecniche, hanno permesso di predisporre un modello idrogeologico in corrispondenza delle due sezioni;





- Nella sezione idrogeologica Vighini 1 e 3 – BT03 si evidenzia che la zona delle sorgenti è caratterizzata da un deposito di frana quiescente complessa che si estende in tutta l'area poco acclive posta al piede del versante vallivo con pendenze maggiori; il corpo di frana presenta al suo interno strati o porzioni di ammasso di materiale fine che favorisce l'uscita a giorno delle acque provenienti da monte, la cui circolazione è favorita dalla presenza di un esteso e potente deposito di detrito di falda ad elevata permeabilità (la geoelettrica evidenzia spessori anche di 18 m); la zona dell'aerogeneratore è invece contraddistinta dalla presenza della formazione delle Arenarie di Monte Gottero, caratterizzata in superficie da un orizzonte sub-superficiale alterato e degradato con permeabilità media e da un substrato arenaceo con permeabilità medio-bassa; le analisi condotte evidenziano che non esiste diretta correlazione fra la formazione delle Arenarie di Monte Gottero presenti nella zona dell'aerogeneratore BT03 e le sottostanti sorgenti che sono alimentate dall'esteso corpo di detrito di versante presente
- Nella sezione idrogeologica Potacchio – BT05 si evidenzia che la zona della sorgente è ubicata all'interno di un esteso deposito gravitativo profondo di versante, che caratterizza gran parte del versante nord di Monte Borraccia; le indagini geoelettriche hanno evidenziato, all'interno di tale deposito, una porzione sommitale di alterazione e degradazione con alta permeabilità; l'ammasso sottostante impostatosi dopo lo scivolamento è sempre rappresentato dalle Arenarie di Monte Gottero e verosimilmente presenta caratteristiche di permeabilità medie anche se, l'emergenza della sorgente Potacchio, è probabilmente collegata alla presenza di orizzonti fini argillitici e/o siltitici nell'ambito della ammasso roccioso torbido; il corpo del deposito gravitativo si estende per un lungo tratto a monte della sorgente e probabilmente al suo interno si determina la circolazione idrica che alimenta la sorgente sottostante. Nella zona dell'aerogeneratore è presente la formazione delle Arenarie di Monte Gottero, caratterizzata superficialmente da una coltre di copertura piuttosto spessa, con alta permeabilità; essa sovrasta una porzione dell'ammasso roccioso con permeabilità media, mentre il substrato è verosimilmente contraddistinto da permeabilità medio bassa per il minor grado fratturativo dell'ammasso in profondità. Lo studio non evidenzia diretta connessione fra l'areale sommitale dell'aerogeneratore BT05 e l'areale del deposito gravitativo profondo di versante da cui sgorga la sorgente Potacchio, ubicata a rilevante distanza dal sito di progetto (circa 580 m);
- con riferimento agli aspetti normativi, si evidenzia che tutte le opere in progetto risultano esterne alla **“zona di tutela assoluta”** ed anche alla **“zona di rispetto”** delle sorgenti Vighini 1 e 3 e Potacchio;
- Tutte le operazioni di cantiere saranno eseguite con la dovuta cautela ed attenzione per evitare che possano verificarsi incidenti o danni con sversamenti di materiale inquinante nelle parti superficiali e profonde del terreno; qualora dovesse verificarsi tale evenienza, sono già state previste e codificate le procedure per la caratterizzazione e messa in sicurezza sia dell'ambiente idrico, sia del suolo e sottosuolo;
- la conoscenza degli aspetti idrogeologici sarà approfondita con ulteriori e più approfondite indagini nella fase di progettazione esecutiva, come meglio dettagliato nel piano di monitoraggio ambientale; in particolare, per ciascun aerogeneratore (compresi pertanto anche i siti BT03 e BT05), si procederà alla perforazione di n. 2 sondaggi da attrezzare ad inclinometro e piezometro; il piezometro consentirà di acquisire importanti informazioni, in primis sulla presenza o meno della falda all'interno dell'ammasso roccioso, nel primo caso il controllo sulle oscillazioni del livello nel tempo, sulla permeabilità attraverso esecuzione di prove di permeabilità oppure indirettamente attraverso l'analisi dei dati fratturativi delle carote estratte;
- in ottemperanza alla richiesta di ATERSIR è stato inoltre proposta una soluzione di monitoraggio delle sorgenti da eseguirsi con sonda multiparametrica in continuo o a campione, con rilevamento dei principali parametri chimico-fisici (temperatura, Redox, Ph, conducibilità, livello, ossigeno disciolto, torbidità);
- infine, sempre in riferimento a richiesta di ATERSIR si è provveduto allo studio di fonti di approvvigionamento alternative; le soluzioni individuate (studio di fattibilità presa idrica in alveo Torrente Tarodine e sorgenti alternative) potrebbero configurarsi come interventi strutturali, con



apporto di migliorie rispetto alle attuali condizioni di approvvigionamento idrico del sistema acquedottistico di Borgo Val di Taro e non solo soluzioni temporanee previste per il periodo di cantierizzazione del parco eolico.