

MAGGIO 2024

SKI W A4 S.R.L.

**WIND FARM “CASTELLACCIO” – IMPIANTO EOLICO
DA 46,2 MW E SISTEMA DI ACCUMULO DA 18 MW**

LOCALITÀ CASTELLACCIO

COMUNE DI FIUMICINO (RM)

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO

ELABORATO R09

RELAZIONE IDRAULICA

Montana

Progettista

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n.1726

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Lorenzo Griso

Francesca Casero

Riccardo Coronati

Codice elaborato

2800_5100_CST_PFTE_R09_Rev0_RELAZIONEIDRAULICA

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano

Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2800_5100_CST_PFTE_R09_Rev0_REL AZIONEIDRAULICA	05/2024	Prima emissione	<i>G.d.L.</i>	<i>E.L.</i>	<i>CP</i>

Visto

Il Direttore Tecnico
Alberto Angeloni

Gruppo di lavoro per l'elaborato

Nome e cognome	Ruolo/Temi trattati	Ordine professionale
Fabio Lassini	Coordinamento Progettazione idraulica	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Mariana Marchioni	Ingegnere Civile Idraulico – Progettazione idraulica	
Laura A. Lodi	Ingegnere Ambientale - Progettazione idraulica	
Paolo Pallavicini	Ingegnere Ambientale - Progettazione idraulica	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com



INDICE

1. PREMESSA	5
1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO	6
2. DATI DI RIFERIMENTO	10
2.1 DATI DI RIFERIMENTO	10
2.1.1 Modello digitale del terreno	10
2.1.2 Reticolo idrografico	10
2.1.3 PAI e PGRAAC	10
2.1.4 Copertura del suolo	10
2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	10
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	12
3.1 COPERTURA DEL SUOLO	12
3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	12
3.2.1 Aspetti geomorfologici	13
3.2.2 Aspetti geologici ed idrogeologici	14
3.3 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO	17
3.3.1 Idrografia superficiale	17
3.4 INQUADRAMENTO QUALITÀ DELLE ACQUE	21
3.4.1 Acque superficiali	23
3.4.2 Acque sotterranee	30
4. STUDIO PRELIMINARE DELLA COMPATIBILITÀ E INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO.	33
4.1 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) – BACINI LAZIALI	33
4.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO CENTRALE (PGRAAC)	35
4.3 INVARIANZA IDRAULICA	37
4.4 CONCLUSIONI	38
5. STATO DI PROGETTO	39
5.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE GENERALI DELL'OPERA	39
5.2 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO BESS	40
5.3 AEROGENERATORI	42
5.4 VIABILITÀ DI ACCESSO ALLE TORRI	43
5.5 PIAZZOLE	44
6. STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO	47
6.1 CRITERI DI PROGETTO	47
6.2 CALCOLI IDROLOGICI	48
6.2.1 Considerazioni climatiche	48
6.2.2 Scelta del tempo di ritorno	48
6.2.3 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense	49
6.2.4 Valutazione della pioggia efficace (netta)	55
6.2.5 Valutazione post-operam e fase di cantiere	57
6.2.6 Modello di trasformazione afflussi/deflussi – stima delle portate di progetto post-operam	57
6.3 CALCOLI E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	58



6.3.1 Fosso di guardia e tubazioni	58
6.3.2 Trincea drenante.....	59
6.4 SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE - VIABILITÀ.....	60
6.4.1 Sistema di gestione delle acque meteoriche: strade.....	60
6.4.2 Tipologico - fosso di guardia e tubazioni	63
6.4.3 Risoluzione delle interferenze con eventuali solchi di drenaggio naturali	64
6.5 SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE - PIAZZOLE	65
6.5.1 Fase di cantiere/montaggio	65
6.5.2 Piazzole definitive	67
6.5.3 Trincee drenanti.....	67
7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	68
7.1 IDENTIFICAZIONE DELLE INTERFERENZE	68
7.2 INTERFERENZE CON VIABILITÀ DI NUOVA REALIZZAZIONE	69
7.2.1 Interferenza T01	72
7.2.2 Interferenza T02	73
7.2.3 Interferenza T03	75
7.2.4 Interferenza T04	76
7.2.5 Interferenza T05	78
7.2.6 Interferenza T06	79
7.2.7 Interferenza T07	81
7.3 INTERFERENZE CON TRACCIATO DI CONNESSIONE.....	82
7.4 INTERFERENZE CON LE PIAZZOLE DI CANTIERE E DEFINITIVE	86
7.5 INTERFERENZE CON IL SISTEMA DI ACCUMULO BESS	86
7.6 INTERFERENZE CON LA SOTTOSTAZIONE UTENTE	86
8. CONCLUSIONE	87

ELABORATI GRAFICI

- 2800_5100_CST_PFTE_R09_T01_Rev0_PLANIMETRIADRENAGGI
- 2800_5100_CST_PFTE_R09_T02_Rev0_ATTRAVERSAMENTIIDRAULICI



1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di 46,2 MW, che prevede l'installazione di n. **7 aerogeneratori da 6,6 MW**, e di un **sistema di accumulo da 18 MW** da installarsi nel territorio comunale di Fiumicino, in provincia di Roma. Le relative opere di connessione interesseranno i territori del comune di Anguillara Sabazia, Fiumicino e Roma (RM).

La Società Proponente è la SKI W A4 S.R.L., con sede legale in Via Caradosso 9, 20123 Milano (MI).

Tale opera si inserisce nel quadro istituzionale di cui al D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" le cui finalità sono:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali;
- concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica (SE) a 150 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 150 kV "Cesano - Crocicchie". Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto a 150 kV per il collegamento della centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce l'impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo del produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce l'impianto di rete per la connessione.

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto:

- da n° 7 aerogeneratori della potenza nominale di 6,6 MW ciascuno;
- di un sistema di accumulo da 18 MW
- dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte adeguando strade comunali e/o agricole esistenti;
- dalle opere di collegamento alla rete elettrica;
- dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco.

A tal fine il presente documento costituisce la **Relazione Idraulica** del progetto, in cui vengono analizzate le eventuali interferenze dei diversi componenti del parco eolico con il reticolo idrografico e le aree a pericolosità idraulica e identificando, nel caso, la migliore soluzione e tecnologia per la risoluzione delle stesse. Nel caso di interferenze con canali irrigui/corsi d'acqua naturali si è inoltre valutato che il superamento delle interferenze avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

Lo studio Idrologico e idraulico relativo al reticolo idrografico superficiale, ai principali solchi vallivi o aree depresse e alle aree allagabili è riferito alla perimetrazione della pericolosità idraulica riportata negli ultimi aggiornamenti dei Piani stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino interregionale Fiora e regionale Lazio e del Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC) e ai corsi d'acqua del reticolo idrografico disponibile sul Geoportale nazionale e di quello disponibile sul Geoportale della Regione Lazio. Ci si è riferiti, inoltre, alla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), alla rete idrografica estratta dall'analisi DEM e alle immagini satellitari.



Il progetto affronta lo studio idrologico e idraulico delle aree scolanti interessate dalle opere del progetto con valutazioni in merito alle possibili variazioni ante-operam – post-operam, analizzando quindi il possibile impatto dello stesso da un punto di vista idrologico (valutazione invarianza idraulica, valutazione delle variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione delle variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale).

Lo studio idrologico idraulico ha inoltre previsto una sistemazione del drenaggio oggi assente al fine di indirizzare e distribuire le portate.

Tale studio è svolto secondo le Norme Tecniche di Attuazione del Piano d'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino dell'Appennino, ed è costituito da:

- analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionali Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI);
- valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo critico del bacino idrografico oggetto di studio (tempo di corrivazione e ietogramma di progetto);
- determinazione delle portate di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento e, ove necessario, di laminazione delle stesse.

Il Capitolo 6 descrive i sistemi di gestione delle acque meteoriche per le opere in progetto mentre il Capitolo 0 riporta lo studio di compatibilità idraulica delle interferenze.

1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Le opere di progetto si estendono nella provincia di Roma secondo la seguente configurazione:

- n.7 aerogeneratori territorialmente tutti collocati nel territorio comunale di Fiumicino (Figura 1-1).;
- n.1 sistema di accumulo (BESS) collocato nel territorio comunale di Roma, in prossimità della Sottostazione Elettrica Utente (Figura 1-2);
- il cavidotto interrato di connessione MT 30 kV collocato nei territori comunali di Anguillara Sabazia, Fiumicino e Roma (Figura 1-1);
- il cavidotto interrato di connessione AT 150 kV collocato nel territorio comunale di Roma (Figura 1-1);
- la cabina di smistamento collocata nel territorio comunale di Anguillara Sabazia (Figura 1-1);
- la Nuova Stazione Elettrica (SE) Terna collocata nel territorio comunale di Roma (Figura 1-1).

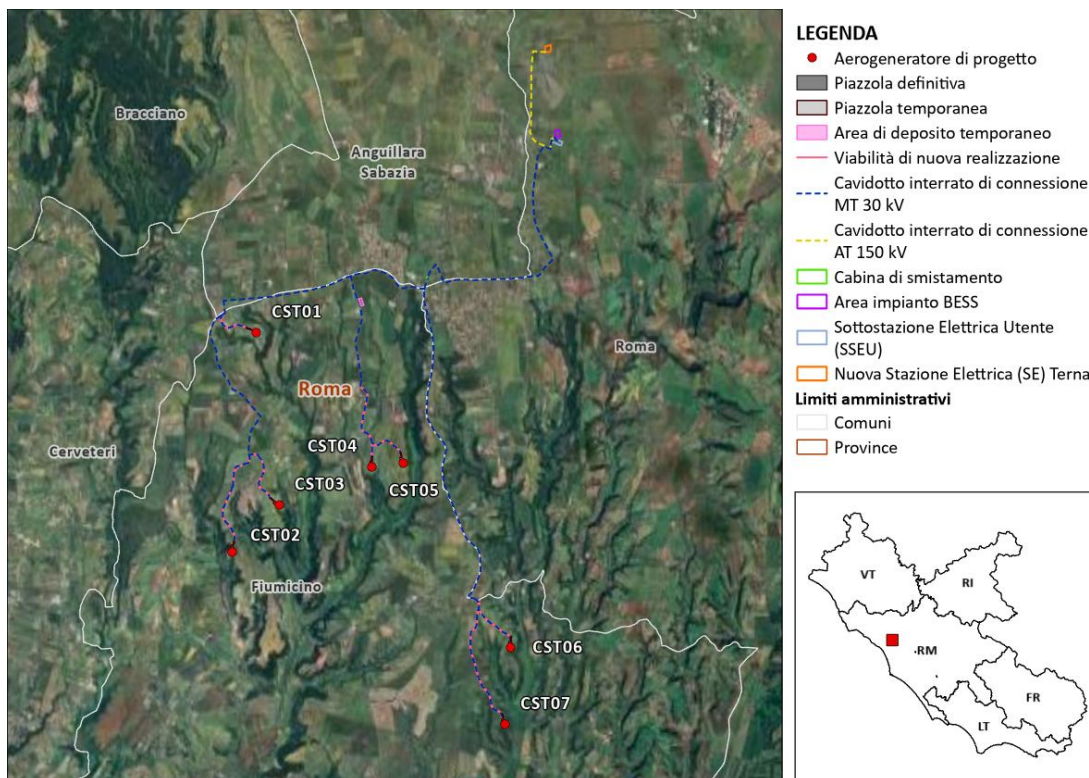


Figura 1-1: Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell'impianto proposto

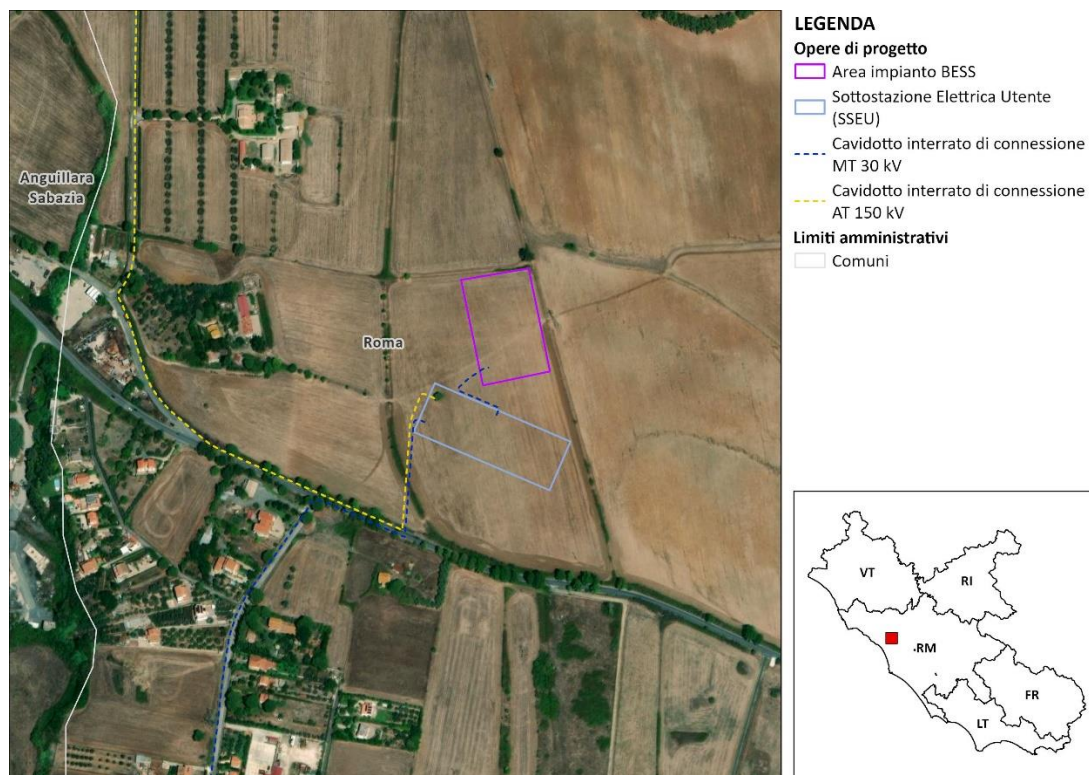


Figura 1-2: Inquadramento dell'Area di impianto BESS e Sottostazione Elettrica Utente (SSEU)

Le coordinate degli aerogeneratori previsti sono riportate in Tabella 1-1.

Tabella 1-1: Coordinate aerogeneratori - WGS 1984 (Gradi decimali)

AEROGENERATORI	WGS 84 – GRADI DECIMALI	
	Longitudine E	Latitudine N
CST01	12,210347	42,011799
CST02	12,204052	41,980573
CST03	12,213526	41,986984
CST04	12,231685	41,991958
CST05	12,237686	41,992375
CST06	12,257021	41,965368
CST07	12,255384	41,954316

L'accesso al sito avverrà mediante strade esistenti a carattere nazionale e regionale partendo dal porto di Livorno (LI) fino ad arrivare all'area di progetto. Successivamente, le principali strade provinciali e comunali del territorio, in aggiunta alle piste appositamente create, permetteranno di collegare le singole piazzole di ciascuna torre con la viabilità pubblica esistente (Figura 1-3 e Figura 1-4).

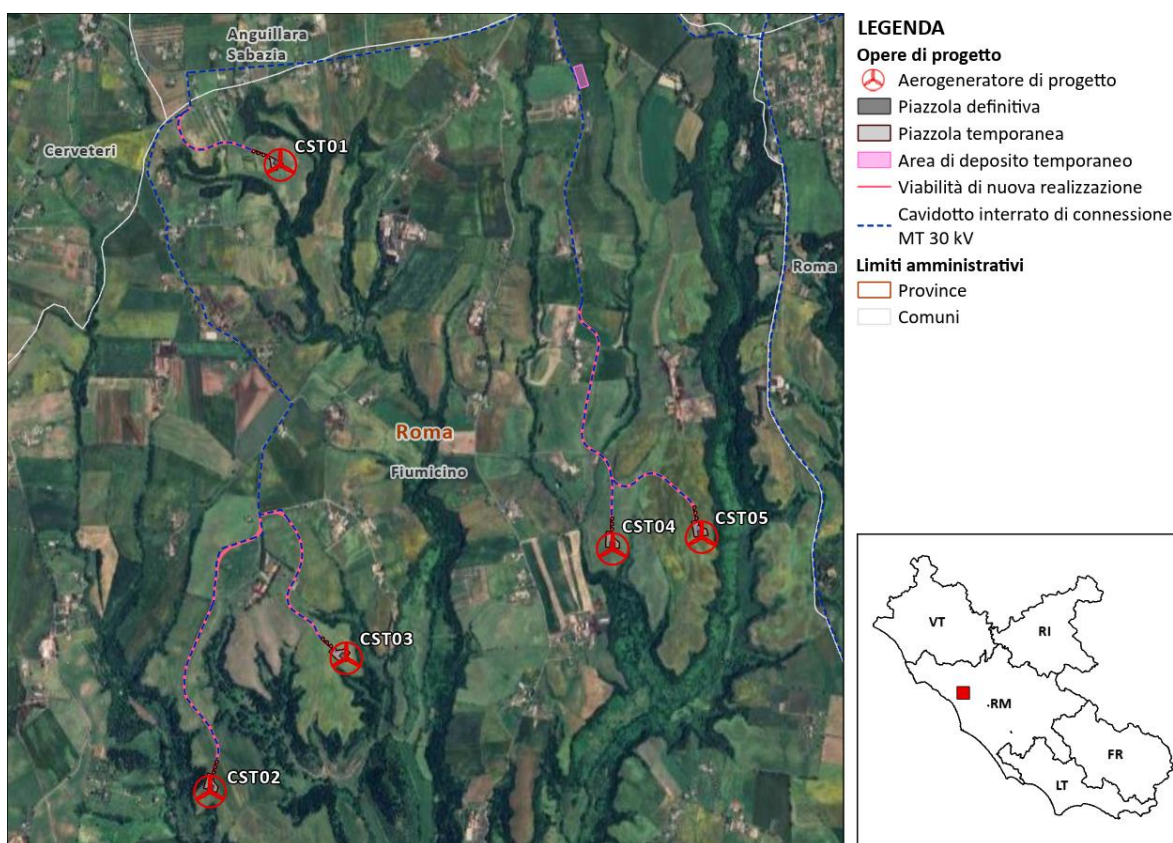


Figura 1-3: Inquadramento della viabilità di progetto nella parte nord del layout

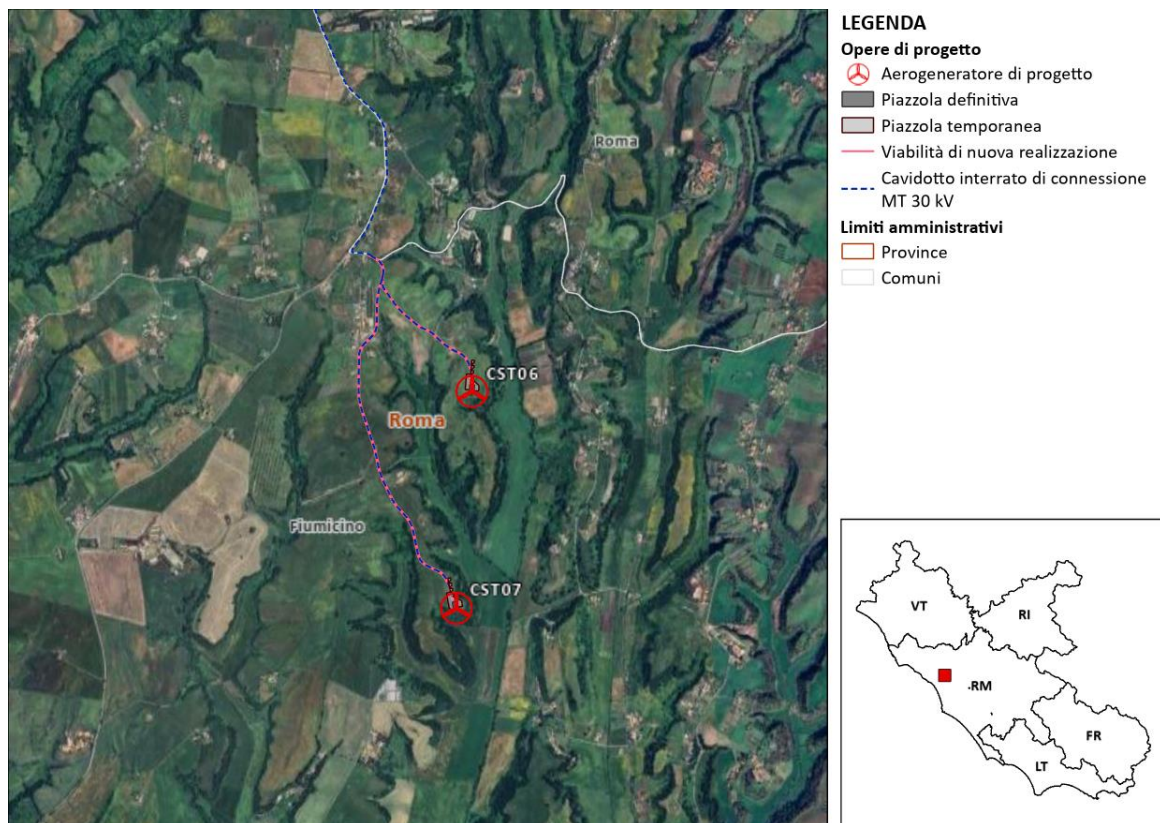


Figura 1-4: Inquadramento della viabilità di progetto nella parte nord del layout

2. DATI DI RIFERIMENTO

2.1 DATI DI RIFERIMENTO

2.1.1 *Modello digitale del terreno*

Attraverso il portale dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) è stato ottenuto, dal progetto "Tinality", il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 10x10 metri di tutta l'area di progetto.

2.1.2 *Reticolo idrografico*

Per lo studio dell'idrografia superficiale è stato analizzato sia il reticolo idrografico del progetto DBPRIOR10K, sia quello disponibile sul Geoportale della Regione Lazio. Ci si è riferiti, inoltre, alla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), all'idrografia estratta mediante simulazione del modello digitale del terreno e alle immagini satellitari.

2.1.3 *PAI e PGRAAC*

Per lo studio delle aree a pericolosità idraulica ci si è riferiti agli ultimi aggiornamenti dei Piani stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dei Bacini Regionali del Lazio, e del Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC).

2.1.4 *Copertura del suolo*

Attraverso il database rielaborato da Copernicus (Global Monitoring for Environment and Security – EU), infine, è stato possibile ottenere la mappa di uso del suolo del progetto Corine Land Cover (CLC), aggiornata al 2018.

2.2 *NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO*

I seguenti documenti sono stato utilizzati come principali riferimenti per lo studio:

- D.Lgs 152/06 e smi;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D.Lgs. 49/2010;
- La sistemazione dei bacini idrografici, Vito Ferro, McGraw – Hill editore;
- NTC 2018 – Norme tecniche per le costruzioni 2018;
- Open Channel Hydraulics, Chow – McGraw – Hill editore;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC) previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010;
- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale del Lazio n. 17 del 4 aprile 2012;
- Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione - Hoepli, CSDU;
- Spate Irrigation - FAO – HR Wallinford;
- Tarquini S., Isola I., Favalli M., Battistini A. (2007) TINITALY, a digital elevation model of Italy with a 10 m-cell size (Version 1.0) [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/TINITALY/1.0>.”;
- Urban Drainage Design Manual pubblicato da FHWA (Federal highway administration-US Department of transportation);



- Gruppo Nazionale Per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche - Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia;
- Deliberazione n.117 24/03/2020 Regione Lazio "Approvazione delle "Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali" - D.lgs 49/2010 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni"".

3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

3.1 COPERTURA DEL SUOLO

Nell'ambito dello studio idrologico del nuovo parco eolico è stata valutata sia la copertura del terreno sia l'uso del suolo dell'area di ubicazione delle opere in progetto.

L'analisi, in particolare, è stata condotta con riferimento al database del progetto Corine Land Cover (CLC), aggiornato al 2018.

L'area di interesse è occupata principalmente da colture intensive (2111); si individua, inoltre, la presenza di aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti (243), zone residenziali a tessuto discontinuo e rado (112) e sistemi colturali e particellari complessi (242).

Si riporta uno stralcio della carta dell'uso del suolo CORINE Land Cover (2018) in Figura 3-1.

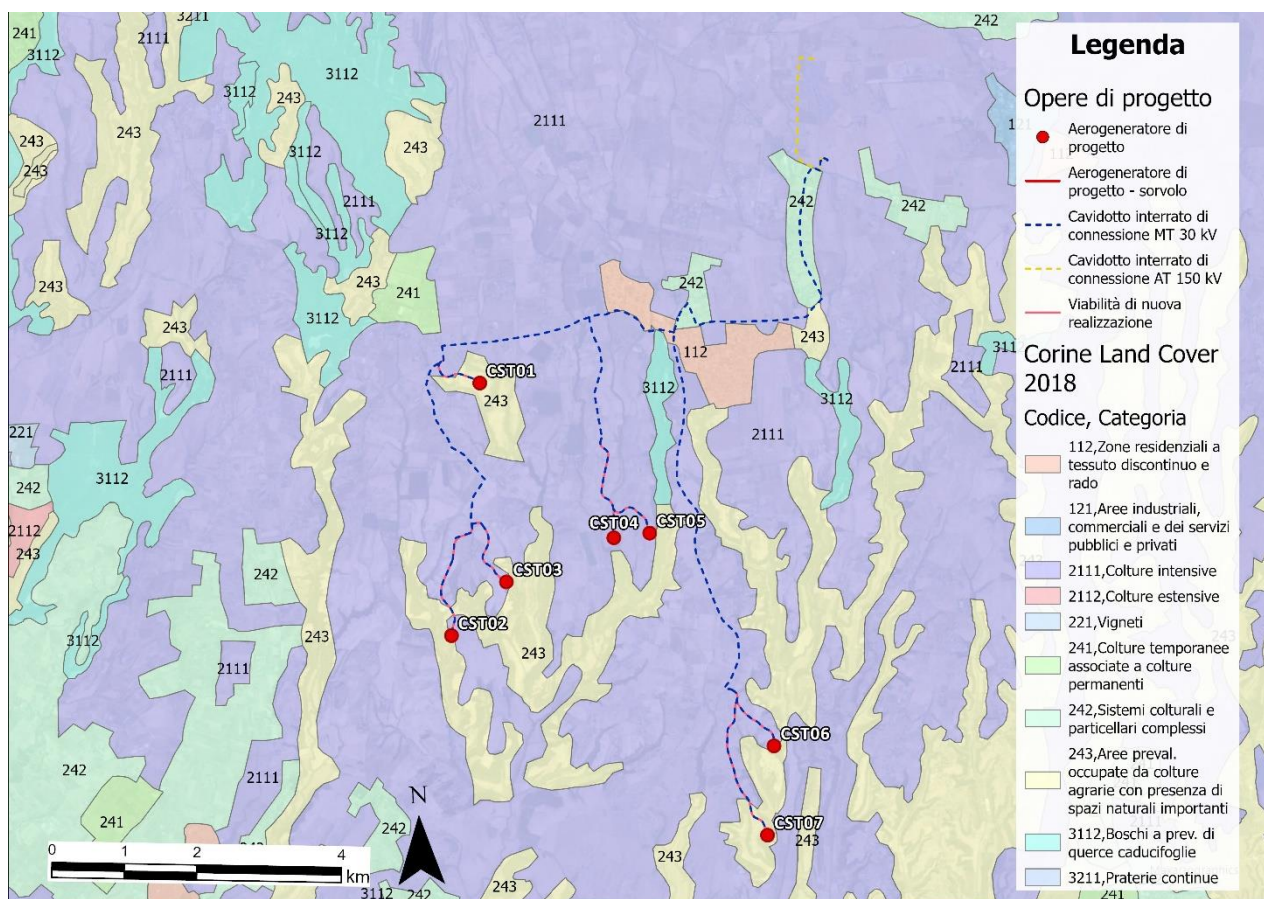


Figura 3-1: Stralcio carta uso del suolo 2018, CORINE Land Cover.

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Nel presente paragrafo sono riportati alcuni estratti dell'analisi geomorfologica e idrogeologica del sito; per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato di progetto 2800_5100_CST_PFTE_R08_Rev0_RELGEO.



3.2.1 Aspetti geomorfologici

Sotto il punto di vista geomorfologico, il territorio è caratterizzato da versanti allungati in direzione nord – sud alternati a valli molto incise dai corsi d’acqua con quote medie comprese tra i 140 e i 80 metri circa sul livello del mare, con pendenza generalmente modesta, orientata prevalentemente in direzione nord-sud. Le torri 01 -02- 03 – 04 -05 ricadono nell’ambito del bacino idrografico del Fosso della Moletta, mentre le torri 06 – 07 in quello del Rio Maggiore, che fanno da spartiacque tra i bacini minori.

La morfologia dell’area è caratterizzata dalla presenza di forme collinari addolcite su cui si riconoscono modeste inflessioni in corrispondenza delle incisioni fluviali secondarie. Il reticolo idrografico è uno degli elementi che è stato maggiormente influenzato dalla situazione morfo-tettonica; infatti, i corsi d’acqua tendono a incanalarsi in linee di scorrimento preferenziale, spesso costituite da discontinuità tettoniche e/o litologiche, come nel caso di faglie e fratture.

Tutta la zona ha una conformazione a displuvio verso le vallate poste ai lati e in regressione delle quote planimetriche verso la costa tirrenica. Le zone pianeggianti sono limitate in estensione localizzate in prossimità dei corsi d’acqua principali.

Le aree acclivi corrispondono alle pendici dei versanti, ma attualmente mascherati da una fitta vegetazione boschiva. I valori di acclività variano da poche unità ad una media del 10-15%.

Inoltre, tutte le aree oggetto di intervento si pongono a distanza da elementi geomorfologici rilevanti e nel complesso non si denotano segni di squilibrio o elementi manifesti che possano far nutrire dubbi sulla sua stabilità d’insieme; questa situazione di sostanziale stabilità sarebbe ulteriormente confermata dalla presenza nel sottosuolo di litotipi dotati di buone caratteristiche di resistenza e dalla assenza di dinamiche erosive imputabili all’idrografia superficiale.

Ad ulteriore conferma della stabilità del territorio in oggetto, come riportato nella “Carta inventario dei fenomeni franosi d’Italia IFFI”, sia nella carta delle Aree Sottoposte a Tutela per Dissesto Idrogeologico del PAI Autorità dei Bacini Regionali Regione Lazio, dove per le aree in esame non vengono segnalati fenomeni di dissesto e processi morfogenetici di tipo evolutivo in atto e/o allo stato latente.

L’assetto morfologico generale dell’area, nonché le caratteristiche di resistenza dei terreni in presenza, evidenziano una sostanziale stabilità dell’area e, nel dettaglio dell’opera, i lavori non interferiranno con la stabilità dell’area.

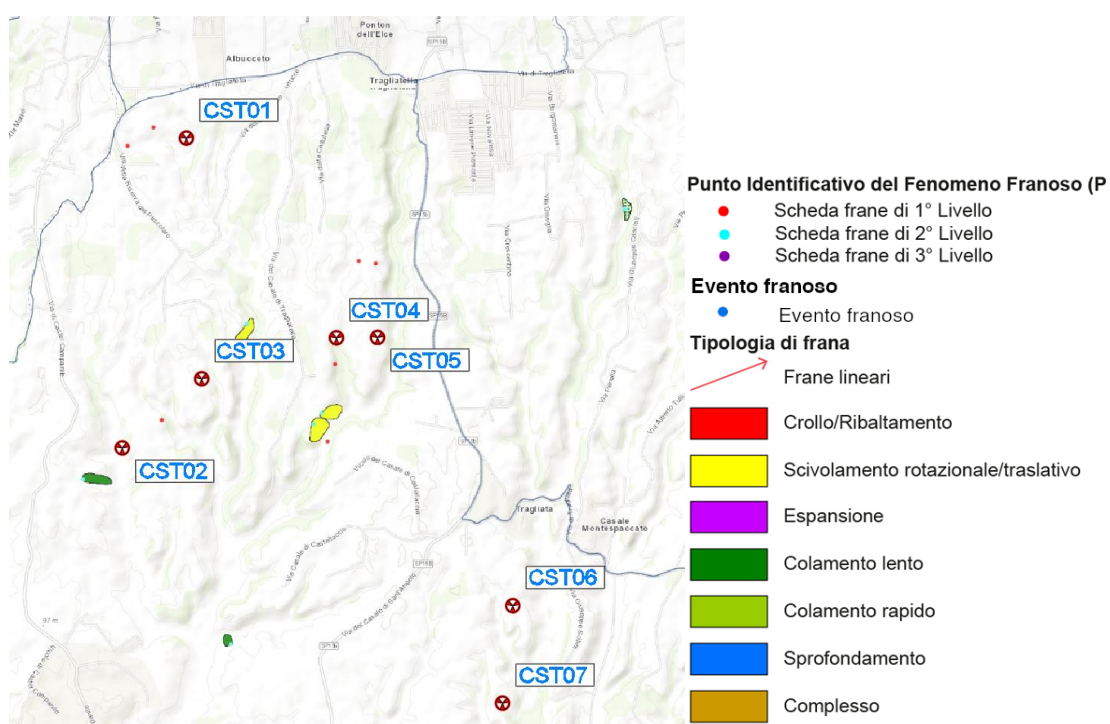


Figura 3-2: Stralcio Carta IFFI

3.2.2 Aspetti geologici ed idrogeologici

Sotto il profilo geologico l'area di intervento appartiene al comprensorio vulcanico Sabatino, i cui prodotti, qui rappresentati esclusivamente da litotipi esplosivi quali tufi e pozzolane, sono stati messi in posto nel pleistocene medio ed hanno ricoperto i sedimenti salmastri del pleistocene inferiore.

La formazione vulcanica, che in zona presenta una potenza >20 metri, è stata interessata in epoche post-Vulcaniche da spinti processi erosivi che l'hanno ridotta ed in taluni casi completamente asportata lasciando affiorare, in prossimità dei versanti, i sottostanti terreni sedimentari.

I terreni vulcanici costituiscono la quasi totalità degli affioramenti ad eccezione delle aree depresse dove si rinvengono i terreni alluvionali recenti (Figura 1 9: Stralcio Carta Geologica).

Come gran parte del comprensorio vulcanico romano anche questa zona è stata abbondantemente incisa dai corsi di acqua i quali, nello specifico, presentano generalmente asse NS. Nel sito questa formazione vulcanica affiora diffusamente anche nel suo aspetto litoide.

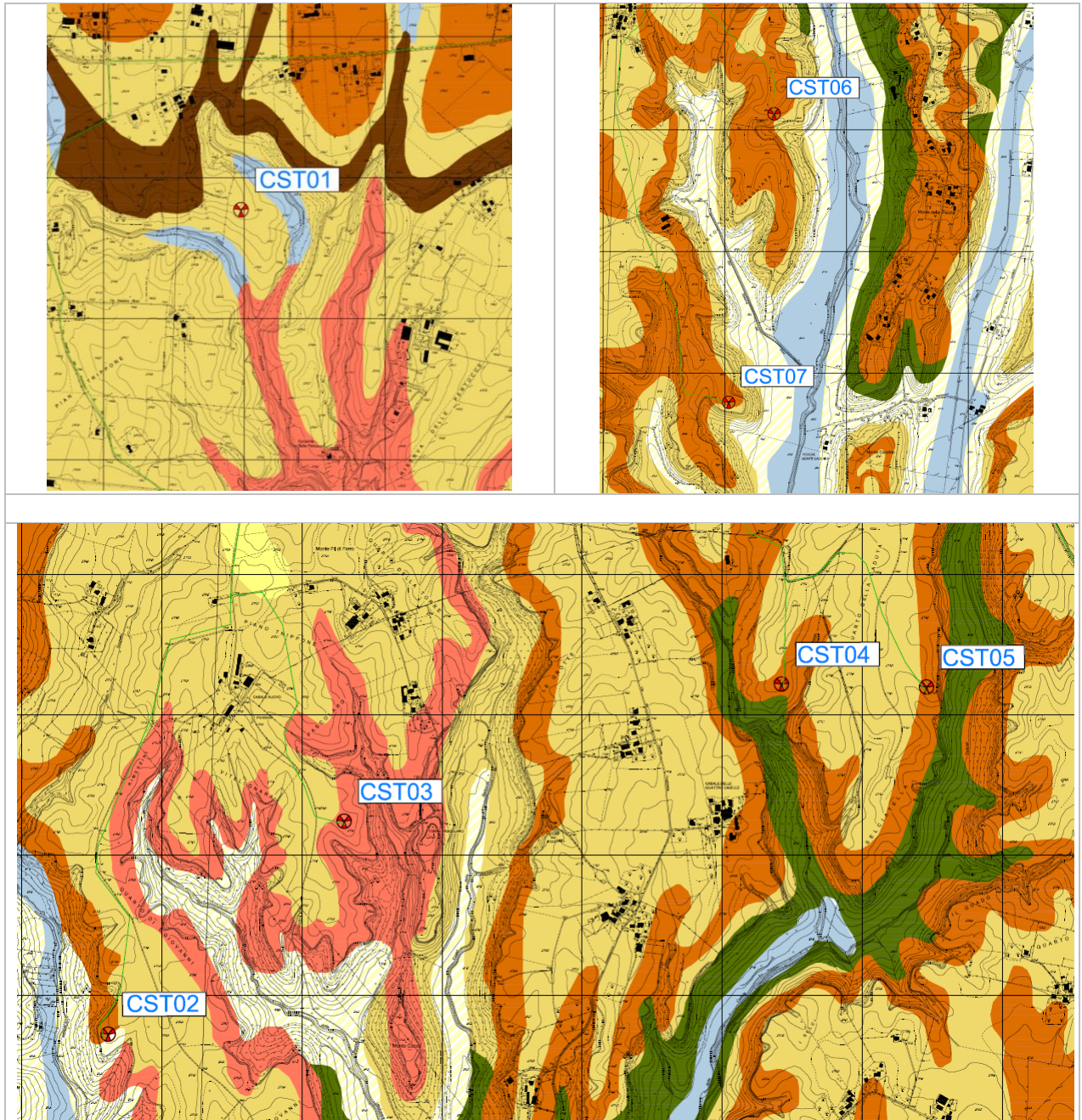


Figura 3-3: Stralcio Carta Geologica

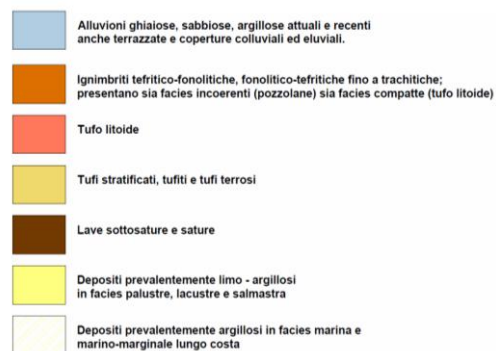


Figura 3-4: Legenda Carta Geologica



L'idrogeologia della zona è caratterizzata dalla presenza delle formazioni appartenenti al complesso Vulcanico Sabatino. La potenzialità dell'acquifero basale delle vulcaniti dipende oltre che dal generale afflusso proveniente dalle aree a monte, anche dalla paleomorfologia sepolta del basamento impermeabile sedimentario. Infatti, ove questo risulta più approfondito vi è un maggiore spessore di materiali vulcanici, quindi maggiore spessore dell'acquifero. Dove invece, il basamento sedimentario forma delle zone di alto sepolte, lo spessore delle vulcaniti e quindi delle acquifere tende a diminuire drasticamente, fino a volte, a scomparire.

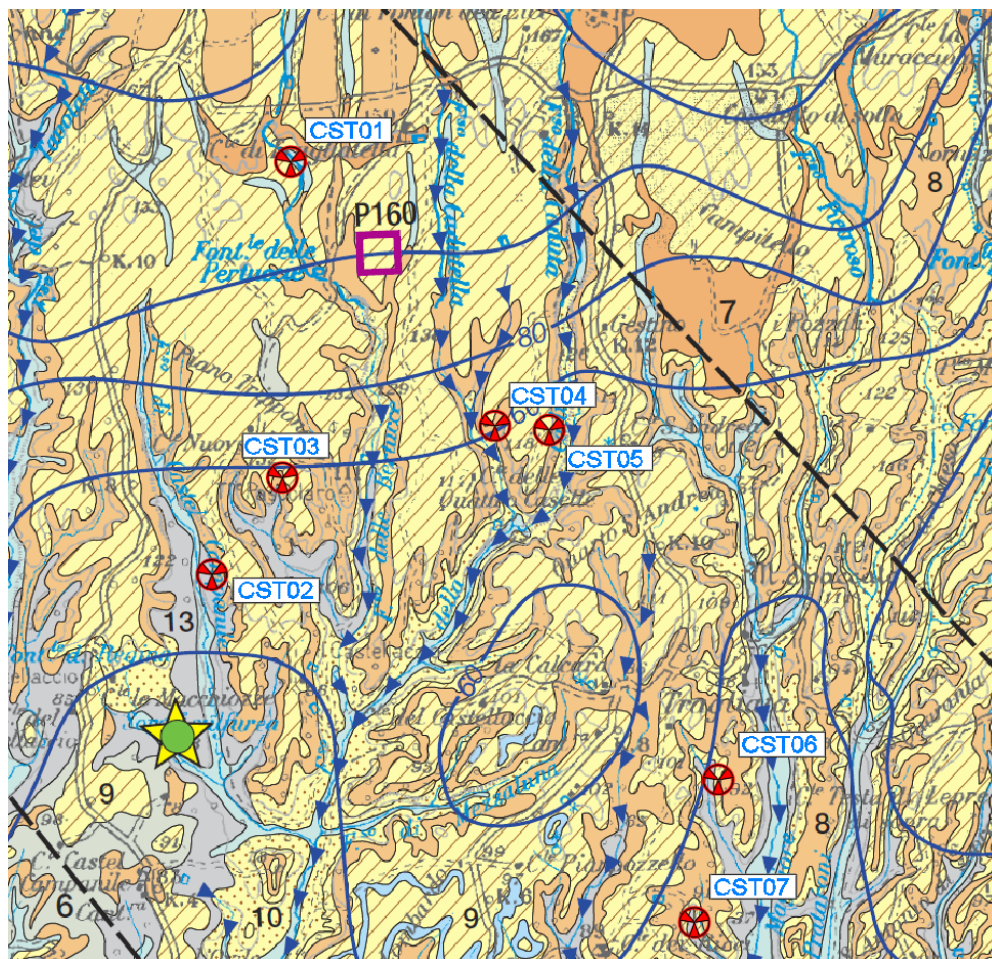


Figura 3-5: Stralcio Carta Idrogeologica Italia Meridionale

1	COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI - potenzialità acquifera da bassa a medio alta Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture di alluvioni e conifere (OLOCENE). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali da corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dai corsi d'acqua minori, con spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.
2	COMPLESSO DEI DEPOSITI DETRITICI - potenzialità acquifera medio alta Detriti di falda e di pendio, depositi molentici, di conifere e di frana e terre rosse (PLEISTOCENE - OLOCENE) con spessori variabili fino ad alcune decine di metri. Dove poggia su un substrato più permeabile ospita falde spesse che alimentano sorgenti diffuse a regime generalmente stagionale. Dove è sostenuto da un substrato meno permeabile ospita falde spesse che alimentano sorgenti diffuse a regime generalmente stagionale. Le grandi conifere possono contenere falde perenni alimentate da infiltrazione zenitale e, localmente, da apporti provenienti dagli acquiferi con cui sono in continuità idraulica.
3	COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI ANTICHI - potenzialità acquifera bassa Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose antiche terrazzate, (PLEISTOCENE). L'eterogeneità granulometrica dei litotipi di questo complesso favorisce la presenza di piccole falde sospese locali.
4	COMPLESSO DEI TRAVERTINI - potenzialità acquifera medio alta Travertini antichi, recenti ed attuali, concrezioni travertinose intercalate a depositi alluvionali e lacustri (PLEISTOCENE - OLOCENE). Spessore variabile fino ad un massimo di un centinaio di metri. Dove affiora in estese placche isolate è sede di una circolazione idrica significativa che dà luogo a falde locali di buona produttività; dove si trova in continuità idraulica con gli acquiferi alluvionali e/o carbonatici regionali, la produttività della falda aumenta perché ben alimentata.
5	COMPLESSO DELLE SABBIE DUNARI - potenzialità acquifera medio alta Sabbie dune, depositi interdunari, depositi di spiaggia recenti e dune costiere (PLEISTOCENE - OLOCENE). Spessore di alcune decine di metri. Il complesso è sede di una significativa circolazione idrica sotterranea che dà origine a falde continue ed estese la cui produttività è limitata dalla ridotta permeabilità delle sabbie.
6	COMPLESSO DEI DEPOSITI FLUVIO PALUSTRI E LACUSTRI - potenzialità acquifera bassa Depositi prevalentemente limo-argillosi in fasce palustri, lacustre e alluvionali con locali intercalazioni ghiaiose e/o travertinose (PLEISTOCENE - OLOCENE). Spessore variabile da pochi metri ad alcune decine di metri. La prevalente componente argillosa di questo complesso impedisce una circolazione idrica significativa; la presenza di ghiaie, sabbie e travertini può dare origine a limitata falde locali. Il complesso può assumere il ruolo di acquifero contribuendo alla circolazione idrica sotterranea degli acquiferi carbonatici (Piana Pontina e di Cassino).
7	COMPLESSO DELLE LAVI, LACCOLTI E CONI DI SCORIE - potenzialità acquifera medio alta Sceie generalmente andate, lave e laccolti (PLEISTOCENE). Spessori da qualche decina a qualche centinaio di metri. Questo complesso contiene falde di importanza locale ed elevata produttività, ma di estensione limitata.
8	COMPLESSO DELLE POZZOLANE - potenzialità acquifera media Depositi da colata piroclastica, generalmente massivi e caotici, prevalentemente litoidi. Nel complesso sono comprese le ignimbrite e tuffi (PLEISTOCENE). Spessore da pochi metri ad un migliaio di metri. Questo complesso è sede di una estesa ed articolata circolazione idrica sotterranea che alimenta le falde di base dei grandi acquiferi vulcanici regionali.
9	COMPLESSO DEI TUFI STRATIFICATI E DELLE FACIES FREATOMAGMATICHE - potenzialità acquifera bassa Tufi stratificati, tuffi, tuffi piroclastici, conifere, tuffi e depositi da frana granitica (PLEISTOCENE). I termini del complesso si presentano interdigitati tra gli altri complessi vulcanici per cui risulta difficile definire lo spessore totale. Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo

Figura 3-6: Legenda Carta Idrogeologica Italia Meridionale

L'acquifero locale sembra costruito da un'unica falda di notevole potenzialità che da rilevazioni effettuate nell'area si è riscontrato che il livello della falda di base, si pone ad una profondità dell'ordine di 20 m dal p.c. in prossimità della torre CST01 fino a circa 50 m nella torre CST02.

I litotipi affioranti nell'area in esame, presentano nel complesso caratteristiche di permeabilità per porosità e fatturazione medio-alta, l'andamento della falda freatica di base è omogeneo ed in direzione Nord-Sud.

3.3 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

3.3.1 Idrografia superficiale

Il sistema idrologico della regione Lazio si sviluppa su 40 bacini idrografici; le opere in progetto, in particolare, ricadono a est all'interno del bacino idrografico del Fiume Arrone mentre a ovest ricadono all'interno del bacino idrografico tra Mignone e Fiume Arrone (Figura 3-7).



Figura 3-7: L'area di studio (in rosso) ricade a est all'interno del bacino idrografico del Fiume Arrone mentre a ovest ricade all'interno del bacino idrografico tra Mignone e Fiume Arrone (fonte: Geoportale Nazionale).

Il Bacino del Fiume Arrone e il Bacino tra il Mignone e il Fiume Arrone rispondono all'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio, appartenente al Distretto dell'Appennino Centrale. L'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio include quasi tutta la fascia costiera del Lazio, i bacini dei Laghi di Bolsena e Bracciano nella parte Nord, la bonifica Pontina nella parte Sud, per una estensione complessiva di circa 5761 km².



Il Fiume Arrone ha origine dal lago di Bracciano di cui è l'emissario. Sfocia nel mare Tirreno a Torre di Maccarese, dopo un percorso di 37 km tra dolci colline. Il contributo del lago alla portata del fiume è da considerarsi minimo; solo dopo l'apporto delle acque minerali Giulia e Claudia e del depuratore a servizio dei comuni rivieraschi del lago di Bracciano, la portata del corso d'acqua diventa rilevante. Il fiume attraversa, nei pressi del mare, zone densamente abitate.

Il Fiume Mignone, lungo 62 km, nasce dai monti Sabatini, nel territorio del comune di Vejano, a Nord-Ovest del lago di Bracciano. Per i primi due terzi della lunghezza è praticamente un torrente che si è scavato il suo letto, creando valli anche profonde, mentre, per il rimanente tratto, attraversa le dolci colline dei monti della Tolfa e sbocca a mare fra Tarquinia Lido e Civitavecchia.

In base alle caratteristiche idrografiche, geomorfologiche ed antropiche il territorio dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio può essere suddiviso in due aree, separate dal bacino idrografico del Fiume Tevere, nel seguito denominate rispettivamente Bacini Regionali Nord e Bacini Regionali Sud.

L'area di intervento, in particolare, ricade nell'area dei Bacini Regionali Nord.

Il bacino regionale Nord include la parte occidentale della Provincia di Viterbo ed una porzione della Provincia di Roma. Un primo settore si estende in parte nel Comune di Montalto di Castro ed in parte nella Regione Toscana, comprendendo il Bacino del Fosso Chiarone, la cui asta principale segna, nel tratto finale, il confine con la Regione Toscana, ed il bacino del Fosso Tafone, fino al limite superiore del Bacino Interregionale del Fiora.

Un secondo settore dei Bacini Nord è ubicato nella Porzione nord-occidentale della Regione Lazio, e si estende sino al limite dei bacini del Fiume Fiora e del Fiume Paglia. Nella sua parte orientale confina con il Bacino del Fiume Tevere ed a meridione include il Bacino del Fiume Mignone, delimitato dai Monti della Tolfa e dal Bacino del Lago di Bracciano e del suo emissario torrente Arrone. Il territorio è prevalentemente collinare con numerose incisioni vallive: le massime altitudini si hanno nell'area dei Monti Cimini (Monte Fogliano 965m. s.l.m. e Monte Cimino 1.053 m s.l.m.), entrambi al limite del bacino idrografico. Sono compresi in tale settore i bacini del Torrente Arrone (viterbese), dei corsi d'acqua con foce a mare (fosso Due Ponti ed altri minori), del Lago di Bolsena e del fiume Marta suo emissario, dei corsi d'acqua fra quest'ultimo e il fiume Mignone ed infine il bacino del fiume Mignone. Il fosso Chiarone, il torrente Arrone e la parte alta del fiume Marta attraversano zone orograficamente poco accidentate e presentano percorsi per lo più lineari, mentre il fiume Mignone, irregolare per quasi tutto il suo percorso, assume linearità nel tratto finale.

Un terzo settore si estende nell'area dei bacini dei corsi d'acqua con sbocco a mare compresi tra il bacino del Fiume Mignone e il limite settentrionale del bacino nazionale del fiume Tevere. Questo accorpamento di bacini regionali ricade interamente nella provincia di Roma, tranne per una piccola porzione, ricadente nella provincia di Viterbo (comuni di Oriolo Romano, Bassano Romano e Sutri). La prima parte dei bacini di questo settore, tra i quali i fossi Marangone e di Castel Secco, si alimenta dai monti della Tolfa, su un territorio prevalentemente collinare con bordi pianeggianti e numerose incisioni vallive. Poco più rilevante è il bacino del fosso Vaccina-La Mola. I bacini compresi tra quest'ultimo e il Fiume Arrone, che si alimentano dal versante sud del bacino del lago di Bracciano, coprono una superficie di circa 203 km² in totale, per la maggior parte collinare, ma con ampia fascia costiera. I fossi più importanti sono il Sanguinaro, Cupino, Fosso delle Cadute e fosso dei Tre Denari.

Per lo studio di compatibilità idraulica del parco eolico di progetto si è proceduto analizzando in modo dettagliato il reticolo idrografico in prossimità delle opere in progetto al fine di individuare le potenziali interferenze tra le opere in progetto e i corsi d'acqua superficiali.

A tal fine, sono stati dapprima analizzati il reticolo idrografico disponibile sul geoportale della Regione Lazio e il reticolo idrografico del progetto DBPrior10k: si riporta in Figura 3-8 uno stralcio del reticolo idrografico DBPrior10k, il più esaustivo tra i due.

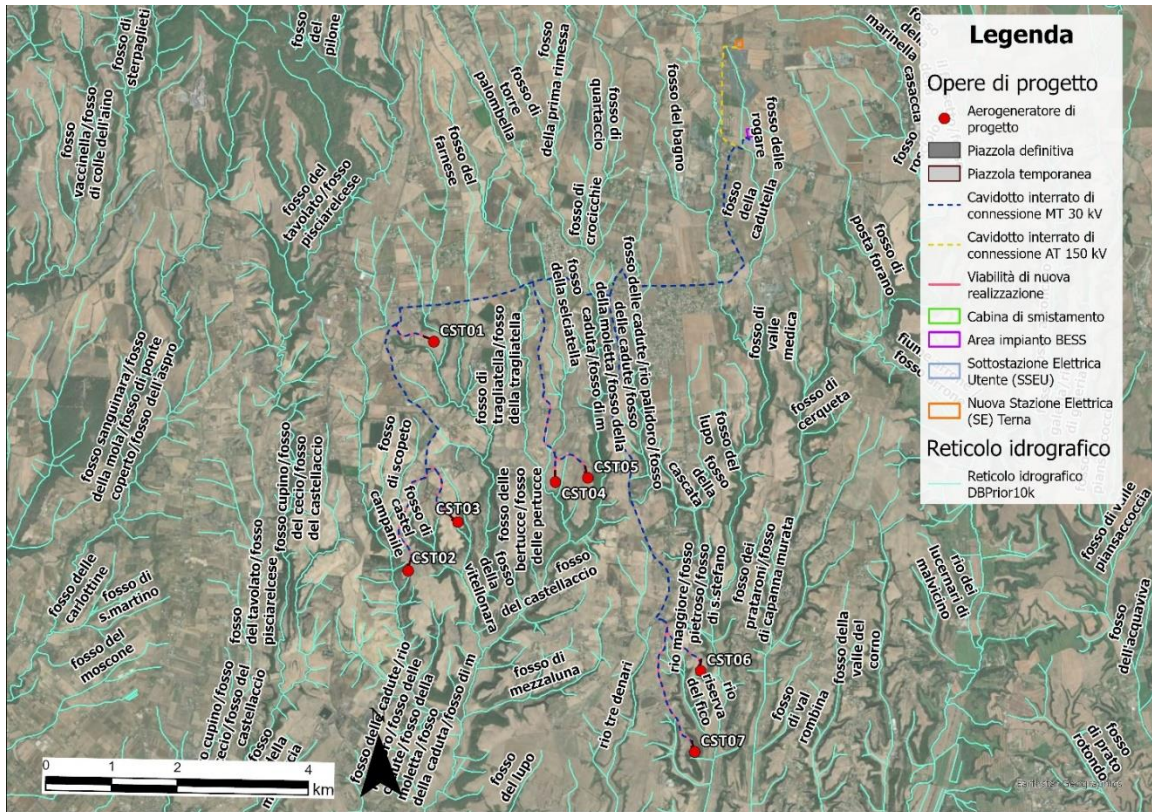


Figura 3-8: Reticolo idrografico DBPrior10k e opere di progetto.

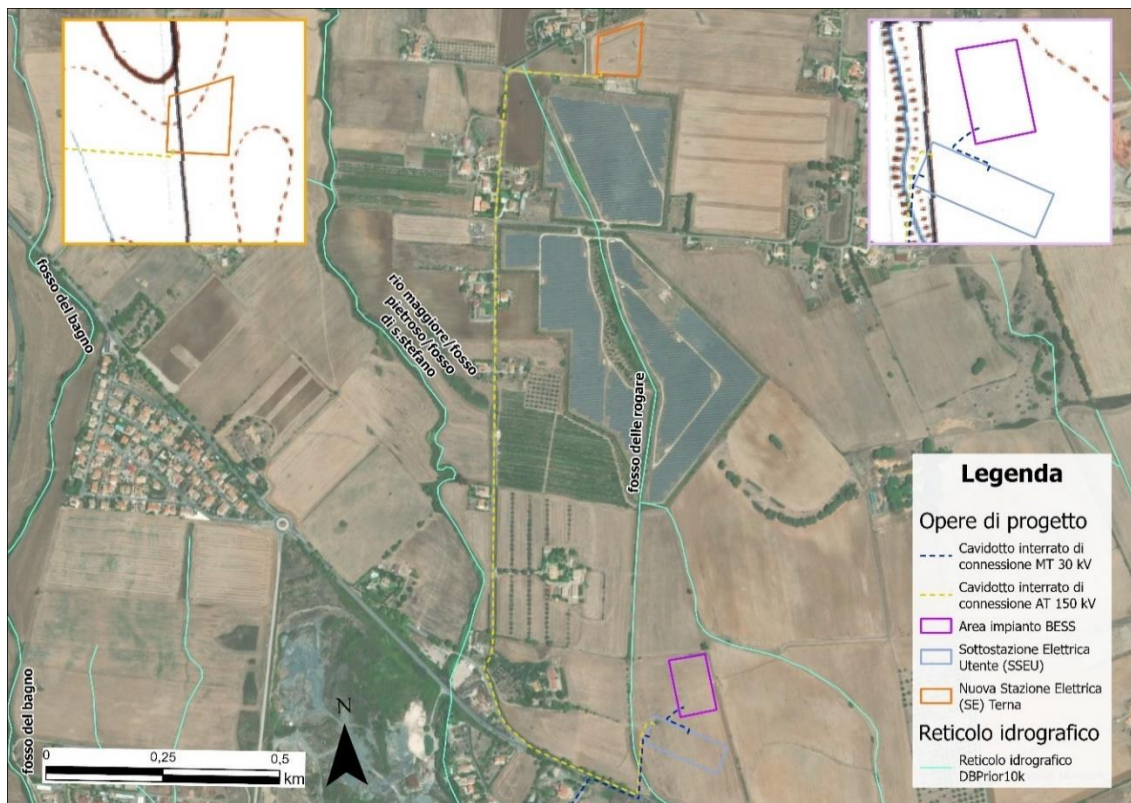


Figura 3-9: Dettaglio reticolo idrografico DBPrior10k

Inoltre, è stata consultata la carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM).

Infine, nel presente studio è stata anche eseguita una simulazione del modello digitale del terreno ottenuto dal portale dell'INGV dal progetto Tinality. La simulazione è stata condotta mediante algoritmi TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models – Utah State University) e successivamente rielaborata in ambiente GIS. Lo studio del DEM ha permesso di identificare, con l'aiuto delle immagini satellitari, solchi di drenaggio e impluvi naturali nell'area di studio non riconosciuti dal reticolo idrografico DBPRIOR10K, dal reticolo idrografico disponibile sul geoportale della Regione Lazio e dalla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM).

Nell'area di progetto sono presenti numerosi elementi idrici e fossi minori: si rimanda al capitolo 7 per l'individuazione e lo studio di compatibilità idraulica delle interferenze.

È stata, inoltre, valutata l'appartenenza delle opere di progetto del parco eolico all'interno delle aree di competenza del Consorzio di Bonifica Litorale Nord (CBLN), tramite la visione del Web Map Service - WMS (reperibile al seguente indirizzo: <https://www.consorziobonificalitoralenord.it/webgis/>).

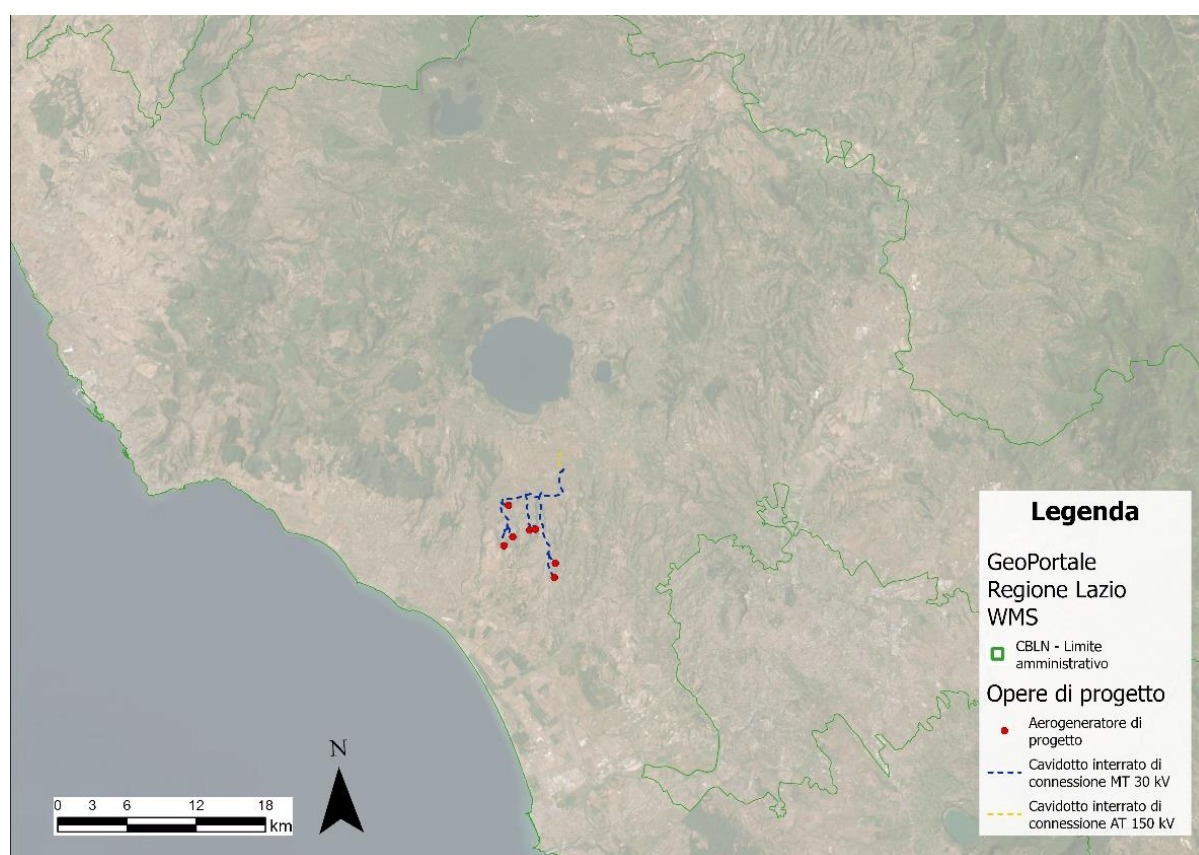


Figura 3-10: Stralcio WMS del Consorzio di Bonifica Litorale Nord (<https://www.consorziobonificalitoralenord.it/webgis/>): in verde il limite amministrativo. In giallo e in blu il cavidotto di connessione e in rosso gli aerogeneratori di progetto.

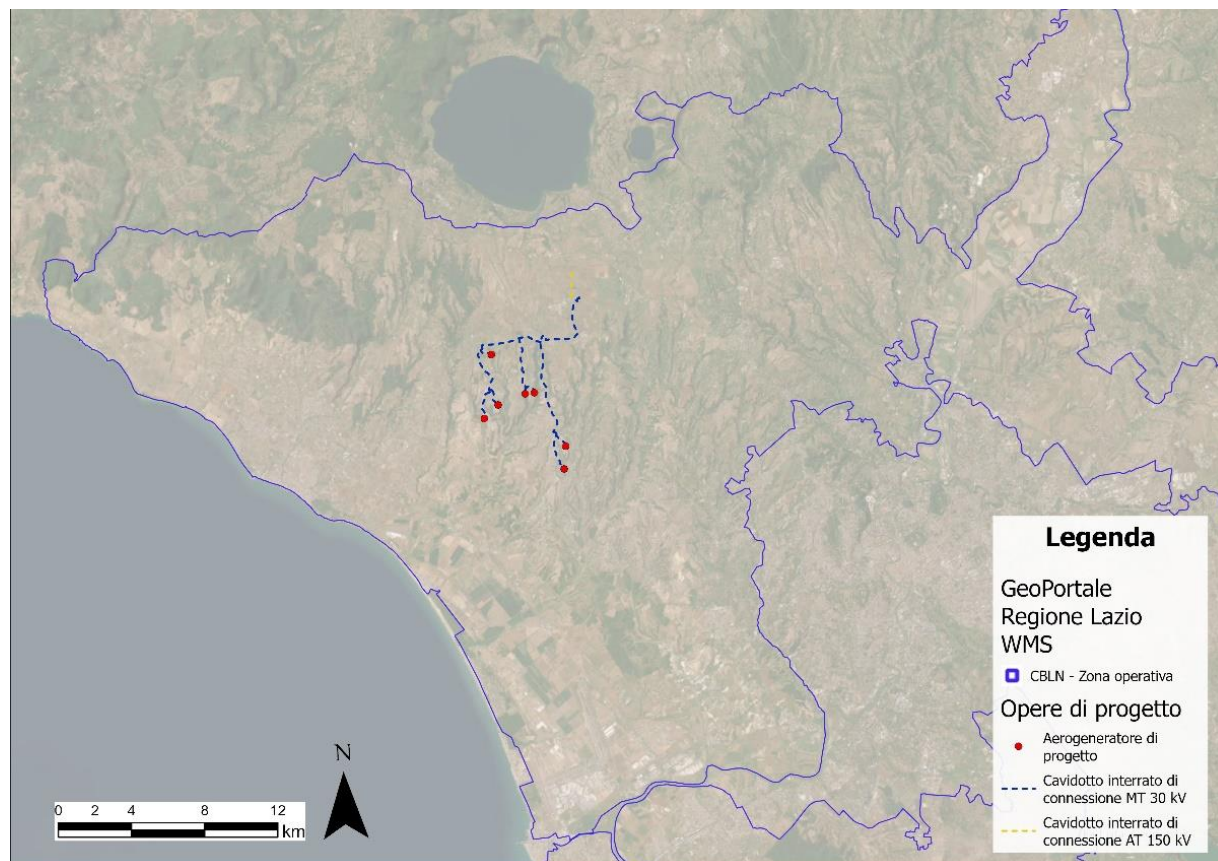


Figura 3-11: Stralcio WMS del Consorzio di Bonifica Litorale Nord (<https://www.consorziobonificalitoralenord.it/webgis/>): In viola le perimetrazioni della zona. In giallo il cavidotto di connessione e in rosso gli aerogeneratori di progetto.

Come si evince dalle Figura 3-10 e Figura 3-11, le opere di progetto ricadono all'interno delle perimetrazioni del CBLN, ovvero del limite amministrativo e della zona operativa dello stesso.

3.4 INQUADRAMENTO QUALITÀ DELLE ACQUE

Il tema della qualità delle acque superficiali e sotterranee è trattato nel Piano regionale denominato Piano di Tutela delle Acque Regionale (PTAR).

Il Piano di Tutela delle Acque Regionale (PTAR) costituisce un piano stralcio di settore di Bacino e rappresenta lo strumento dinamico attraverso il quale ciascuna Regione, avvalendosi di una costante attività di monitoraggio, programma e realizza a livello territoriale, gli interventi volti a garantire la tutela delle risorse idriche e la sostenibilità del loro sfruttamento - compatibilmente con gli usi della risorsa stessa e delle attività socio-economiche presenti sul proprio territorio - per il conseguimento degli obiettivi fissati dalla Direttiva 2000/60/CE, tra i quali il raggiungimento dello stato di buona qualità di ciascun corpo idrico e di condizioni di utilizzo della risorsa, entro il 2015.

Il PTAR attualmente vigente, è stato adottato con Deliberazione di Giunta Regionale n. 266 del 2 maggio 2006 e approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 42 del 27 settembre 2007 (Supplemento ordinario al "Bollettino Ufficiale" n. 3 n. 34 del 10 dicembre 2007).

Il PTAR contiene in particolare:



- i risultati dell'attività conoscitiva;
- l'individuazione degli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione;
- l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento;
- le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico;
- l'indicazione della cadenza temporale degli interventi e delle relative priorità;
- il programma di verifica dell'efficacia degli interventi previsti;
- gli interventi di bonifica dei corpi idrici;
- i dati in possesso delle autorità e agenzie competenti rispetto al monitoraggio delle acque di falda delle aree interessate e delle acque potabili dei comuni interessati, rilevati e periodicamente aggiornati presso la rete di monitoraggio esistente, da pubblicare in modo da renderli disponibili per i cittadini;
- l'analisi economica al fine di prendere in considerazione il recupero dei costi dei servizi idrici e definire il programma di misure;
- le risorse finanziarie previste.

Il d.lgs. 3 aprile 2006 n.152 s.m.i. (art.121 comma 5) prevede che il PTAR sia aggiornato dalle Regioni ogni sei anni. In particolare, l'aggiornamento del piano è finalizzato a:

- migliorare l'attuazione della normativa vigente;
- integrare le tematiche ambientali in altre politiche settoriali (quali ad esempio quella agricola e industriale) nelle decisioni in materia di pianificazione locale e di utilizzo del suolo;
- assicurare una migliore informazione ambientale ai cittadini.
- In materia di risorse idriche, l'obiettivo è quello di conseguire livelli di qualità delle acque che non producano impatti o rischi inaccettabili per la salute umana e per l'ambiente e di garantire che il tasso di estrazione delle risorse idriche sia sostenibile nel lungo periodo.

La Giunta Regionale con deliberazione 4 febbraio 2014, n.47 ha approvato le "Linee guida per l'aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque Regionale (PTAR) approvato con DCR n.42 del 27 settembre 2007 della Regione Lazio".

Le Linee guida definiscono i criteri e le modalità per la redazione dell'aggiornamento del PTAR.

Nel mese di agosto 2015 con deliberazione n.440 la Regione ha approvato il "Documento propedeutico alla costruzione dell'aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque Regionale". Il documento, alla luce delle attività di analisi e valutazione svolte, fornisce un quadro di riferimento delle misure funzionali al raggiungimento degli obiettivi stabiliti dall'Unione Europea. Il documento, alla luce delle attività di analisi e valutazione svolte, fornisce un quadro di riferimento delle misure funzionali al raggiungimento degli obiettivi stabiliti dall'Unione Europea.

Nei paragrafi seguenti viene dettagliata l'attività di monitoraggio dello stato di qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei della Regione Lazio prevista dal Piano di Tutela delle Acque Regionale (PTAR) riportando, in particolare, i risultati del monitoraggio ottenuti per i corpi idrici prossimi all'area di intervento.

3.4.1 Acque superficiali

L'obiettivo del monitoraggio dei Corpi Idrici Superficiali è quello di stabilire un quadro generale coerente ed esauriente dello Stato di Qualità (Ecologico e Chimico) delle acque all'interno di ciascun bacino idrografico.

Ai sensi del D.M 260/2010, la programmazione del monitoraggio dei Corpi Idrici Superficiali avviene per cicli sessennali, strettamente connessi ai cicli della programmazione dei Piani di Tutela delle Acque. Il monitoraggio si articola in monitoraggio di sorveglianza e monitoraggio operativo.

Il monitoraggio di sorveglianza ha come principale obiettivo la validazione degli impatti imputabili alle pressioni puntuali e diffuse, la calibrazione dei successivi piani di monitoraggio e di permettere la classificazione dei Corpi Idrici Superficiali in accordo a quanto previsto dalle più recenti norme sull'argomento. Il monitoraggio di sorveglianza deve avere una durata di almeno 1 anno per ogni ciclo di monitoraggio, ad eccezione dei siti facenti parte la rete nucleo per il quale il monitoraggio deve avvenire con cadenza triennale.

Il monitoraggio operativo viene definito per i corpi idrici a rischio di non soddisfare gli obiettivi ambientali previsti dal D.Lgs. 152/2006.

Il processo di valutazione dello Stato di Qualità dei Corpi Idrici Superficiali si articola attraverso l'elaborazione di indicatori rappresentativi delle diverse componenti la cui combinazione (secondo il principio che il valore peggiore individua lo stato finale) determina lo Stato Ecologico e lo Stato Chimico dei diversi corpi idrici di riferimento.

Gli indicatori ambientali di riferimento per la valutazione dello **stato ecologico** dei corsi d'acqua, secondo quanto previsto dal 152/2006 e s.m.i. sono:

- Indicatori biologici (per i seguenti elementi di qualità biologica: Macroinvertebrati, Diatomee, Macrofite e Pesci) il cui monitoraggio è pianificato in modo differente per ogni stazione.
- Elementi di qualità fisico - chimica a sostegno: LIMeco (Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico)
- Elementi chimici a sostegno (altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità).

Tali indici vengono classificati secondo cinque classi di qualità: "Elevato", "Buono", "Sufficiente", "Scarso" e "Cattivo" ad eccezione degli elementi chimici a sostegno il cui stato è espresso da "Elevato", "Buono" e "Sufficiente".

Gli indicatori ambientali di riferimento per la valutazione dello **stato chimico** dei corsi d'acqua, secondo quanto previsto dal 152/2006 e s.m.i. sono:

- L'indice chimico basato sulla presenza di sostanze inquinanti di natura pericolosa e persistenti nella matrice acqua con livelli di concentrazione superiore agli Standard di Qualità Ambientale (SQA-MA, SQA-CA) di cui alla tab.1A del DM 260/2010 e Dlgs 172/2015;
- L'indice chimico basato sulla presenza di sostanze inquinanti di natura pericolosa e persistenti nella matrice pesci con livelli di concentrazione superiore agli Standard di Qualità Ambientale (SQA-MA, SQA-CA) di cui alla tab.1A del Dlgs 172/2015.

Tali indici sono classificati secondo le seguenti due classi: "buono" e "non buono" in cui "buono" rappresenta l'assenza di sostanze inquinanti oltre il valore limite.

Al fine di assicurare un adeguato livello di protezione ambientale dei corpi idrici fluviali, nel territorio regionale sono stati individuati 72 corsi d'acqua di riferimento, scelti in base all'estensione del bacino imbrifero che sottendono e all'importanza ambientale e/o socioeconomica che rivestono. Tali corsi d'acqua vengono costantemente monitorati per poter esprimere un giudizio di qualità sul loro stato ambientale e verificare il rispetto della normativa. Attualmente la rete regionale di monitoraggio dei

corsi d'acqua comprende 128 stazioni sulle quali l'ARPA effettua, con cadenza mensile, campionamenti ed analisi di tipo biologico e chimico fisico.

Inoltre, l'attività di monitoraggio dello Stato di Qualità dei Corpi Idrici Superficiali comprende anche, ad oggi, 14 stazioni disposte sui 14 laghi significativi della Regione Lazio.

In prossimità dell'area di intervento, in particolare, sono monitorati i corsi d'acqua "Fosso Sanguinara 1", "Fosso delle Cadute 1", "Fosso delle Cadute 2", "Fosso Tre Denari 1", "Fosso Tre Denari 2", "Fiume Arrone 1", "Fiume Arrone 2", "Fiume Arrone 3", il Lago di Bracciano e il Lago di Martignano.

Stato ecologico

In Figura 3-12 e Figura 3-13 si mostra la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici superficiali (corsi d'acqua e laghi) prossimi all'area di intervento, ottenuta sulla base del monitoraggio condotto nel periodo 2015-2020.

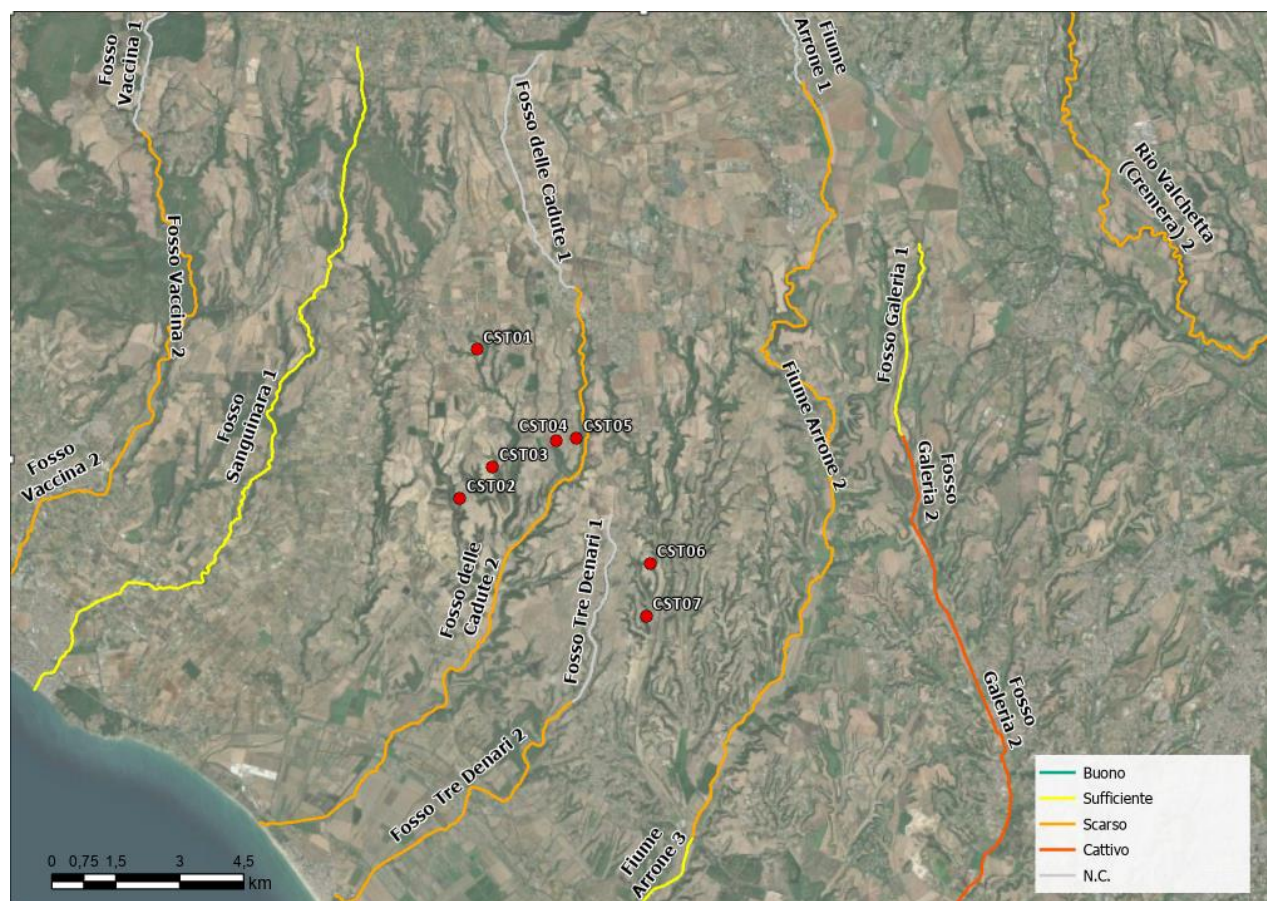


Figura 3-12: Stato ecologico corsi d'acqua significativi in prossimità dell'area di progetto (2015-2020) (Fonte: Geoportale Lazio).

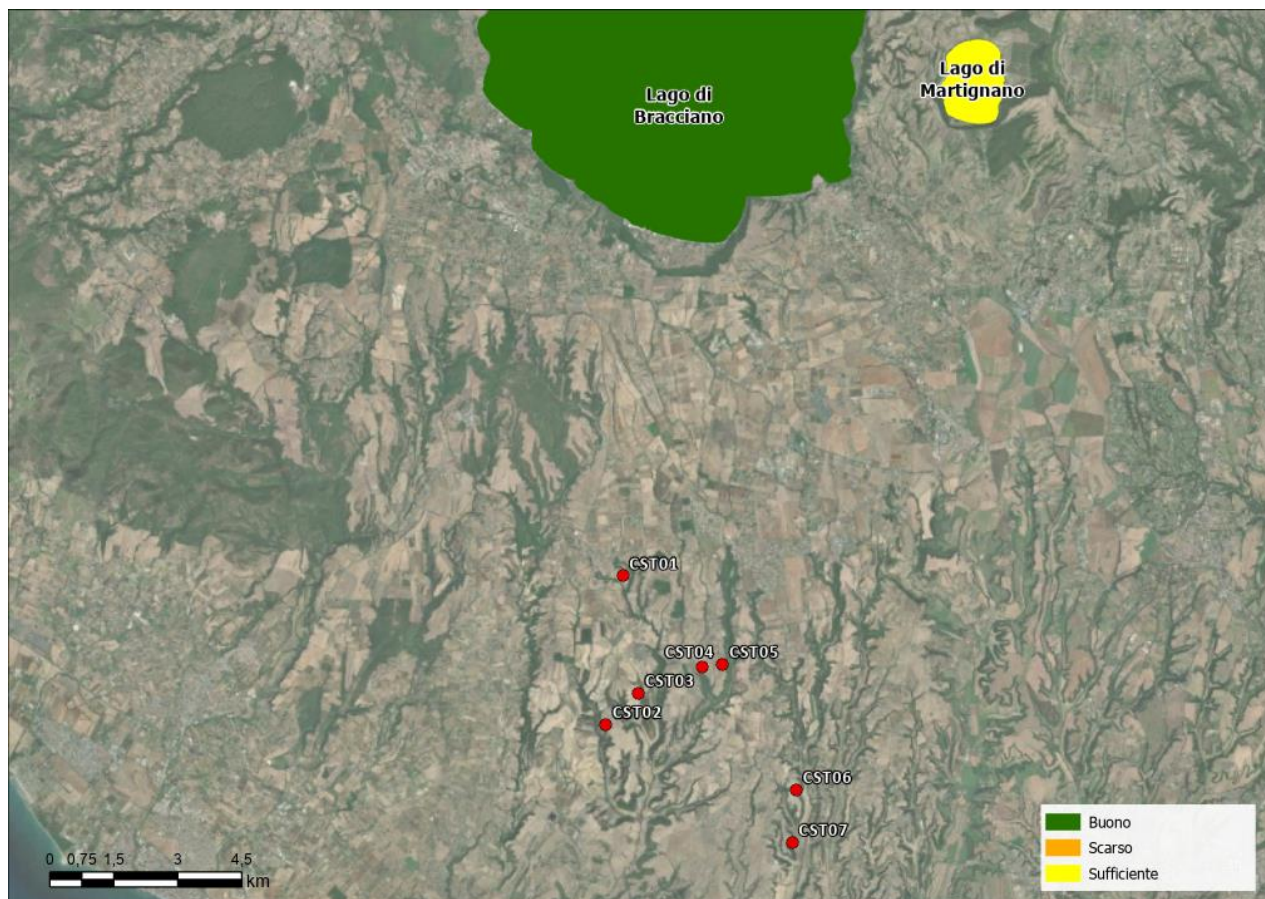


Figura 3-13: Stato ecologico laghi significativi in prossimità dell'area di progetto (2015-2020) (Fonte: Geoportale Lazio).

I corsi d'acqua "Fosso Sanguinara 1" e "Fiume Arrone 3" sono stati classificati con stato ecologico "sufficiente", i corsi d'acqua "Fosso delle Cadute 2", "Fosso Tre Denari 2", e "Torrente Arrone 2" sono stati classificati con stato ecologico "scarso", mentre i corsi d'acqua "Fosso delle Cadute 1", "Fosso Tre Denari 1" e "Fiume Arrone 1" non sono stati classificati. Lo stato ecologico del Lago di Bracciano è risultato "buono", mentre quello del Lago di Martignano "sufficiente".

Non è disponibile l'aggiornamento dello stato ecologico dei corpi idrici in questione successivamente all'anno 2020.

Stato chimico

In Figura 3-14 e Figura 3-15 si mostra, invece, la classificazione dello stato chimico dei corpi idrici superficiali (corsi d'acqua e laghi) prossimi all'area di intervento, ottenuta sulla base del monitoraggio condotto nel periodo 2015-2020.

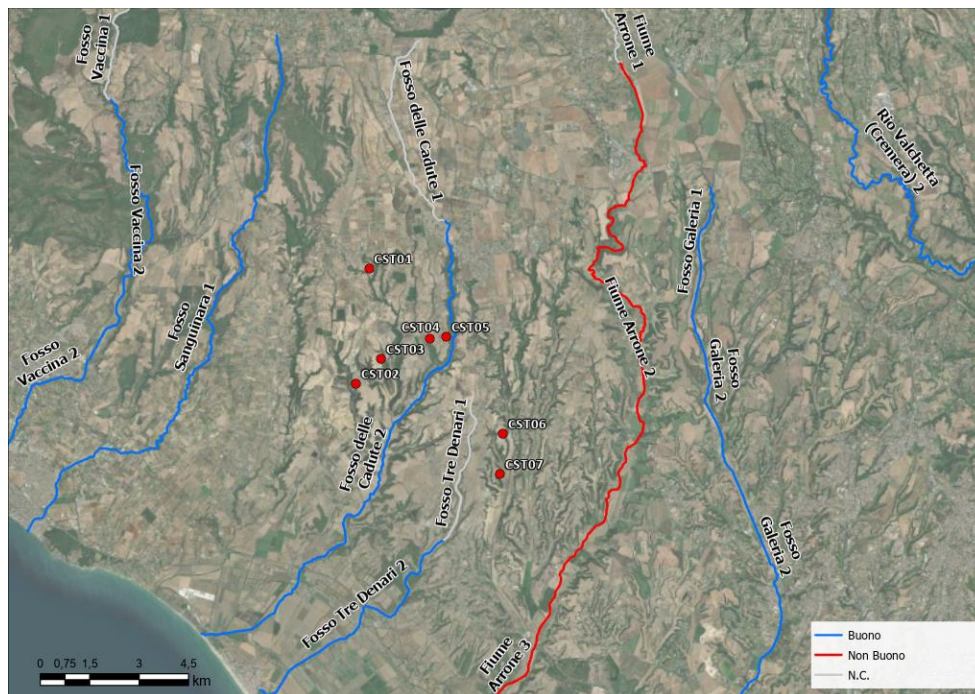


Figura 3-14: Stato chimico corsi d'acqua significativi in prossimità dell'area di progetto (2015-2020) (Fonte: Geoportale Lazio).

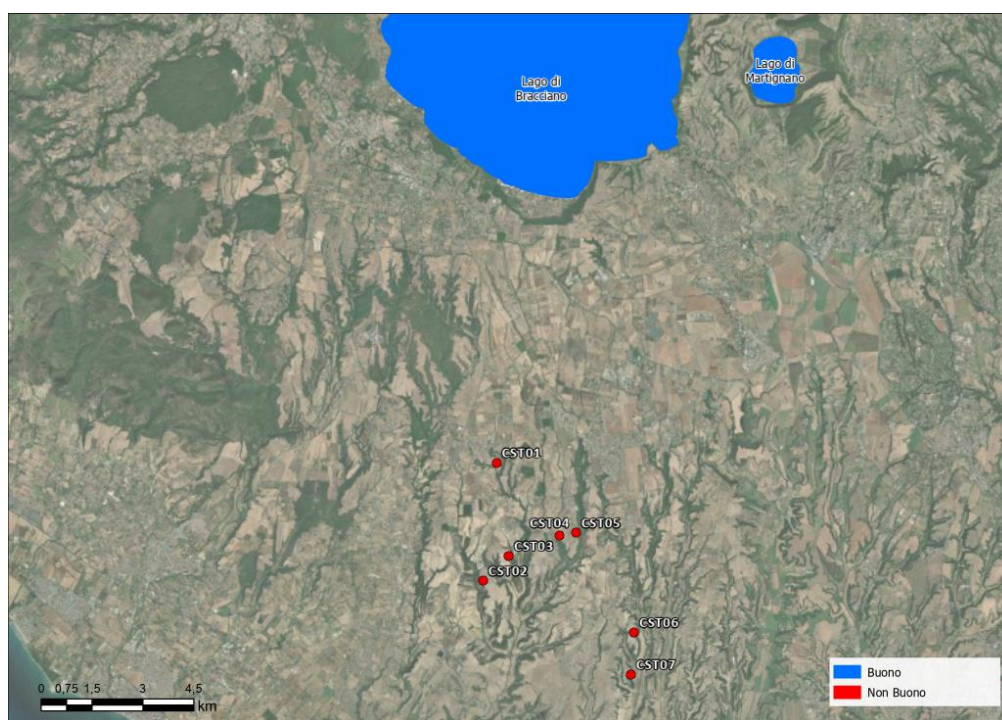


Figura 3-15: Stato chimico laghi significativi in prossimità dell'area di progetto (2015-2020) (Fonte: Geoportale Lazio).



I corsi d'acqua "Fosso Sanguinara 1", "Fosso delle Cadute 2", "Fosso Tre Denari 2" sono stati classificati con stato chimico "buono", i corsi d'acqua "Fiume Arrone 2" e "Fiume Arrone 3" sono stati classificati con stato chimico "non buono", mentre i corsi d'acqua "Fosso delle Cadute 1", "Fosso Tre Denari 1" e "Fiume Arrone 1" non sono stati classificati. Lo stato chimico del Lago di Bracciano è risultato "buono", così come quello del lago di Martignano.

Si riportano di seguito di risultati dell'attività di monitoraggio condotta successivamente al 2020. Essi mostrano le Classi di Qualità degli EQB, LIMeco, gli elementi chimici a sostegno e lo stato chimico dei corsi d'acqua e dei corpi idrici lacustri monitorati nel 2021 e 2022 (piano di monitoraggio 2021 - 2026). In particolare, lo stato chimico dei corpi idrici "Fosso Sanguinara 1", "Fosso delle Cadute 2", "Fosso Tre Denari 2" si è confermato "buono", lo stato chimico del corso d'acqua "Fiume Arrone 2" si è confermato "non buono", mentre il corso d'acqua "Fiume Arrone" è passato da "non buono" a "buono" in seguito al monitoraggio del 2022.

corpo idrico	stazione cod. reg.	provincia	tipologia	rete (WFD)	macroinvt.	diatomee	macrofite	LIMeco 2021	LIMeco 2022	tab. 1/b 2021	tab. 1/b 2022	stato chimico 2021	stato chimico 2022	tab. 1/b parametro superamento 2021	tab. 1/b parametro superamento 2022	stato chimico parametro superamento 2021	stato chimico parametro superamento 2022
Fiume Arrone 3	F4.23	RM	N	O	3	3	2	4	4	3 ²	3 ²	BUONO	BUONO	Arsenico	AMPA, Arsenico		
Fiume Arrone 2	F4.24	RM	N	O	4			4	5	2	3 ^{1,2}	NON BUONO	BUONO ¹		Arsenico	Cipermetrina (MA), Triclorometano (MA)	
Fosso Tre Denari 2	F4.31	RM	FM	O				4	3	3 ²	3 ²	BUONO ¹	BUONO ¹	Arsenico	AMPA, Arsenico		
Fosso Sanguinara 1	F4.65	RM	N	O				3	3	3 ^{1,2}	3 ^{1,2}	BUONO	BUONO	Arsenico	Arsenico		
Fosso delle Cadute 2	F4.69	RM	N	S	4	4	3	2		3 ^{1,2}		BUONO		Arsenico			

Legenda e note alla tabella

N = naturale, FM = fortemente modificato, A = artificiale, n.c. = non classificato, n.v. = non valutabile perchè elemento biologico pur essendo stato analizzato è stato ritenuto non idoneo alla valutazione di questo tratto di fiume.
O = operativo, S = sorveglianza.

nota 1 = analisi effettuata esclusivamente sui metalli.

nota 2 = il parametro Arsenico che ha superato i limiti è caratteristico di aree vulcaniche e pertanto non si esclude che possa avere origine naturale; tuttavia, non risultano atti da parte dell'autorità competente che attestino i valori naturali di fondo e che, quindi, consentano di ricondurre i superamenti al substrato geologico prevalente dell'area. Si precisa che in tal caso la classificazione anziché essere "Sufficiente" sarebbe "Elevato" o "Buono", a meno che non si riscontrino altri parametri che non permettano tale classificazione.

nota 3 = classe elevata da confermare mediante elementi idromorfologici.

nota 4 = in programma ma non effettuato per fiume in secca naturale secca naturale (corpo idrico tipizzato intermittente)

Si fa presente che per la valutazione dei limiti tabellari di piombo e nichel, dove richiesto, è stata calcolata la biodisponibilità

Figura 3-16: Aggiornamento risultati di monitoraggio dei corsi d'acqua significativi in prossimità dell'area di progetto (2021-2022) (Fonte. ArpaLazio).

corpo idrico	codice regionale stazione	Tipo	Fitoplankton		Macrofite		elementi a sostegno del biologico					Stato chimico		
			IPAM		VL-MMI		LTLeco		"altri inquinanti" (tab. 1/B del D.Lgs. 152/06)			2021	2022	
			2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	parametro superamento			
Lago di Bracciano	L4.26	naturale	buono	buono	elevato		buono	buono	buono	buono			buono ¹	buono ¹
Lago di Martignano	L4.27	naturale	buono	sufficiente	-		buono	sufficiente	elevato	buono			buono ¹	buono ¹

Legenda e note alla tabella

Nota 1: parametri analizzati metalli.

Nota 2: il parametro che attribuisce lo stato non buono è la cipermetrina sia per il superamento dello standard di qualità ambientale, SQA-MA, sia per l'SQA-CMA.

Nota 3: dinamica del lago da approfondire nel corso del sessennio.

Nota 4: i parametri che hanno superato i limiti sono caratteristici di aree vulcaniche e pertanto non si esclude che possano avere origine naturale; tuttavia, non risultano atti da parte dell'autorità competente che attestino i valori naturali di fondo e che, quindi, consentano di ricondurre i superamenti al substrato geologico prevalente dell'area; si precisa che in tal caso la classificazione anziché essere "sufficiente" sarebbe "elevato" o "buono".

Si fa presente che per la valutazione dei limiti tabellari di piombo e nichel, dove richiesto, è stata calcolata la biodisponibilità

Figura 3-17: Aggiornamento risultati di monitoraggio dei laghi significativi in prossimità dell'area di progetto (2021-2022) (Fonte. ArpaLazio).



Stima degli impatti potenziali

La realizzazione dell'impianto non prevede scarichi di nessun tipo, né di natura civile, né industriale; pertanto, gli aspetti da valutare relativamente alla componente acque superficiali sono quelli dovuti a:

- Possibile presenza di circolazione idrica sotterranea e/o stagnazione acque di pioggia in fase di scavo delle fondazioni: vanno considerati gli effetti dell'eventuale presenza d'acqua alla quota di imposta delle fondazioni in relazione ad una possibile circolazione idrica indotta dai fenomeni di detensionamento dovuti agli scavi;
- utilizzo dell'acqua per soddisfare i fabbisogni del cantiere, strettamente correlato all'atto di bagnare le superfici al fine di ridurre l'emissione di polveri sottili dovute alle attività di scavo e alla circolazione dei veicoli sulle strade sterrate.
- Contaminazione in caso di sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di cantiere in seguito ad incidenti o determinati da incidenti o guasti agli aerogeneratori.

Dallo studio di compatibilità idraulica sono emerse n.7 interferenze con la viabilità di nuova realizzazione (T01,..., T07). L'analisi ha permesso di individuare, inoltre, n.37 interferenze lungo il tracciato del cavidotto di connessione (I01, I02, I03..., I37), nessuna delle quali situate all'interno delle fasce di pericolosità idraulica del PGRAAC e del PAI.

Per ulteriori dettagli sulla stima degli impatti potenziali delle acque superficiali si rimanda allo studio di impatto ambientale (Rif. 2800_5100_CST_SIA_R01_Rev0_SIA).

Azioni di mitigazione

L'approccio utilizzato nella progettazione ha posto grande attenzione non solo alla progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, ma soprattutto all'integrazione delle opere con lo stato di fatto. Si sono quindi minimizzate le interferenze con l'idrografia esistente, sostituendo l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile di raccolta e scarico con opere che implementassero la mitigazione.

In particolare, in contrapposizione al classico approccio di drenaggio delle acque meteoriche, in cui il principale obiettivo è l'allontanamento delle acque dal sito, nel presente progetto si sono utilizzate tecniche di progettazione a basso impatto.

La scelta dei sistemi di drenaggio sostenibili porterà al raggiungimento di più obiettivi:

- Diminuzione del carico di acque meteoriche smaltite nei vari corsi idrici, per lo smaltimento tramite infiltrazione;
- Realizzazione di infrastrutture verdi a vantaggio di quelle grigie;
- Rallentamento e riduzione del picco di piena durante piogge intense;
- Realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di infiltrazione e ritenzione e gli indiretti processi di bioremediation;
- Contrastare i processi di erosione.

Ai sensi delle migliori pratiche progettuali sono state previste opere di laminazione e infiltrazione (trincee drenanti) nei sistemi di gestione acque meteoriche delle piazzole in progetto.

Nel confronto tra la rete di drenaggio naturale dello stato di fatto e di progetto si segnala che si è prevista una rete costituita da fossi in terra non rivestiti, che presentano scarichi in corrispondenza degli impluvi naturali esistenti; questi ultimi sono stati identificati sulla base di una simulazione del modello digitale



del terreno con estrazione dei sottobacini idrografici e della rete idrografica primaria e secondaria esistente.

Tali scelte consentono di evitare di modificare la rete naturale, senza interferenze nella costruzione della viabilità e nella disposizione delle piazzole.

Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica.

Per quanto concerne la fase di cantiere le principali azioni di mitigazione sono:

- L'installazione di pompe, adeguatamente dimensionate per la portata da emungere, al fine di mantenere asciutti gli scavi per la realizzazione della fondazione in caso di evento meteorico. Nella successiva fase progettuale, sulla base delle indagini sito specifiche, sarà possibile definire l'andamento della superficie piezometrica in corrispondenza dell'area di intervento e quindi valutare la possibile interazione tra le fondazioni delle opere in progetto e la falda. In caso di interazione tra le fondazioni e la falda, sarà necessario prevedere l'attività continua del sistema di pompaggio al fine di mantenere asciutti gli scavi per la realizzazione della fondazione.
- L'adozione di tutte le misure di sicurezza dei cantieri per evitare sversamenti accidentali;
- La pronta rimozione del terreno incidentato in caso di sversamento di idrocarburi;
- La manutenzione, la pulizia e il ricovero dei mezzi meccanici dovranno avvenire in apposite aree ben identificate ed impermeabilizzate, possibilmente coperte, al fine di impedire che le acque utilizzate per la pulizia dei mezzi, i carburanti, gli oli o altre sostanze inquinanti vengano a contatto con il terreno;
- Le acque utilizzate in queste attività dovranno essere convogliate in apposite vasche a perfetta tenuta stagna e trattati come rifiuti speciali pericolosi e gestiti secondo la normativa del settore o, in alternativa, l'installazione di idoneo impianto di depurazione dimensionato per il trattamento di acque reflue contenenti tali sostanze;
- L'acqua utilizzata in cantiere dovrà provenire da fonti di approvvigionamento con caratteristiche qualitative e quantitative tali da rispettare i massimi livelli di compatibilità ambientale per il sito, onde evitare l'alterazione chimico-fisica e idraulica della componente acqua superficiale e sotterranea;
- Lo sfalcio dell'erba e la manutenzione generale delle aree libere e in prossimità delle strutture e della viabilità saranno eseguiti attraverso mezzi meccanici, dove possibile e manualmente nelle aree con limitata possibilità di spazi;
- Durante le attività dovranno essere evitati i versamenti d'idrocarburi, oli e qualsiasi sostanza inquinante contenuta negli automezzi necessari per il funzionamento degli stessi. Nell'eventualità di uno sversamento accidentale dovranno essere messe in atto tutte le misure necessarie per limitare la diffusione nel suolo e nel sottosuolo e contemporaneamente al ripristino dell'area contaminata;
- Non sono previsti e non dovranno essere utilizzati diserbanti;
- La viabilità interna dovrà essere tenuta in perfetto stato, con il ripristino del manto drenante per evitare l'istaurarsi di superfici impermeabili, che possono influenzare il regime idraulico superficiale dando origine a fenomeni di ristagno ed erosione differenziale.

L'adozione di tutte le misure di sicurezza dei cantieri per evitare sversamenti accidentali e la pronta rimozione del terreno incidentato in caso di sversamento di idrocarburi sono misure da adottare anche in fase di esercizio e di dismissione.



3.4.2 Acque sotterranee

Le acque sotterranee costituiscono la riserva di acqua dolce più delicata, principale fonte di alimentazione e ravvenamento dei sistemi idrici superficiali interni e imprescindibile riserva di approvvigionamento di acqua potabile. In generale, tutte le disposizioni normative (la direttiva comunitaria WFD 2000/60/CE, la successiva direttiva 2006/118/CE, il d.lgs 152/2006, il d.lgs 30/2009 e il d.m. 260/2010) sono tese ad assicurare la preservazione della risorsa attuando, anche attraverso le pianificazioni di settore (P.T.A. e P.G.A.), le azioni volte a preservare e/o risanare il patrimonio idrico dall'inquinamento e, al contempo, impedire il depauperamento delle risorse in termini quantitativi. Ai sensi della direttiva 2014/80/CE e delle parti A e B dell'allegato II della direttiva 2006/118/CE, in relazione ai criteri per la fissazione dei valori soglia per gli inquinanti delle acque sotterranee, sono stabiliti valori soglia per tutti gli inquinanti e gli indicatori di inquinamento che, secondo le caratterizzazioni effettuate ai sensi dell'articolo 5 della direttiva 2000/60/CE, consentono di definire se i corpi o gruppi di corpi idrici possono conseguire o meno un buono stato chimico delle acque sotterranee. Nell'ambito delle azioni tecniche finalizzate all'implementazione della rete di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei della Regione Lazio, a far data dai primi mesi dell'anno 2020 l'ARPA, con propria iniziativa, dapprima ha omogeneizzato e accorpato la rete di monitoraggio c.d. "rete sorgenti" (del. giunta reg. 355/2003) con la rete di campionamento c.d. "ZVN", conformando i parametri ricercati alle disposizioni di cui ai citati riferimenti normativi e ai criteri adottati per gli altri corpi idrici sotterranei regionali e, in seconda battuta, ha selezionato ulteriori punti di campionamento, individuati anche in relazione agli indirizzi operativi di cui alla linea guida APAT n. 114/2014 recante "Progettazione di reti e programmi di monitoraggio delle acque ai sensi del d.lgs. 152/2006 e relativi decreti attuativi" (delibera del Consiglio federale delle Agenzie ambientali. seduta del 30 giugno 2014). Il risultato è stata l'implementazione della rete di monitoraggio che, sebbene ancora sottodimensionata rispetto al numero dei corpi idrici sotterranei censiti (47 quelli considerati "produttivi" ai sensi di quanto previsto dal d.lgs. 30/2009 su un totale di 66), nell'anno 2021 è stata portata a 148 punti complessivi monitorati semestralmente, di cui 47 selezionati anche per il monitoraggio trimestrale delle ZVN, con l'obiettivo di incrementarli negli anni a venire. Proseguendo quanto già avviato nell'anno precedente, la campagna di monitoraggio 2021 è stata caratterizzata anche dall'applicazione di set analitici più completi ai campioni prelevati in corrispondenza dei punti facenti parte della ex rete ZVN e sui punti di nuovo inserimento; in 2 particolare gli analiti ricercati hanno riguardato la caratterizzazione ionica, i metalli e i microinquinanti organici.

L'area di progetto ricade in corrispondenza del corpo idrico sotterraneo denominato "Unita dei Monti Sabatini", il quale è stato classificato, complessivamente, con stato chimico "non buono" sulla base dell'attività di monitoraggio condotta nel periodo 2015-2020 (Figura 3-18). I dettagli dell'attività di monitoraggio, condotta annualmente mediante n.1 punto di campionamento, sono riportati in Figura 3-19.

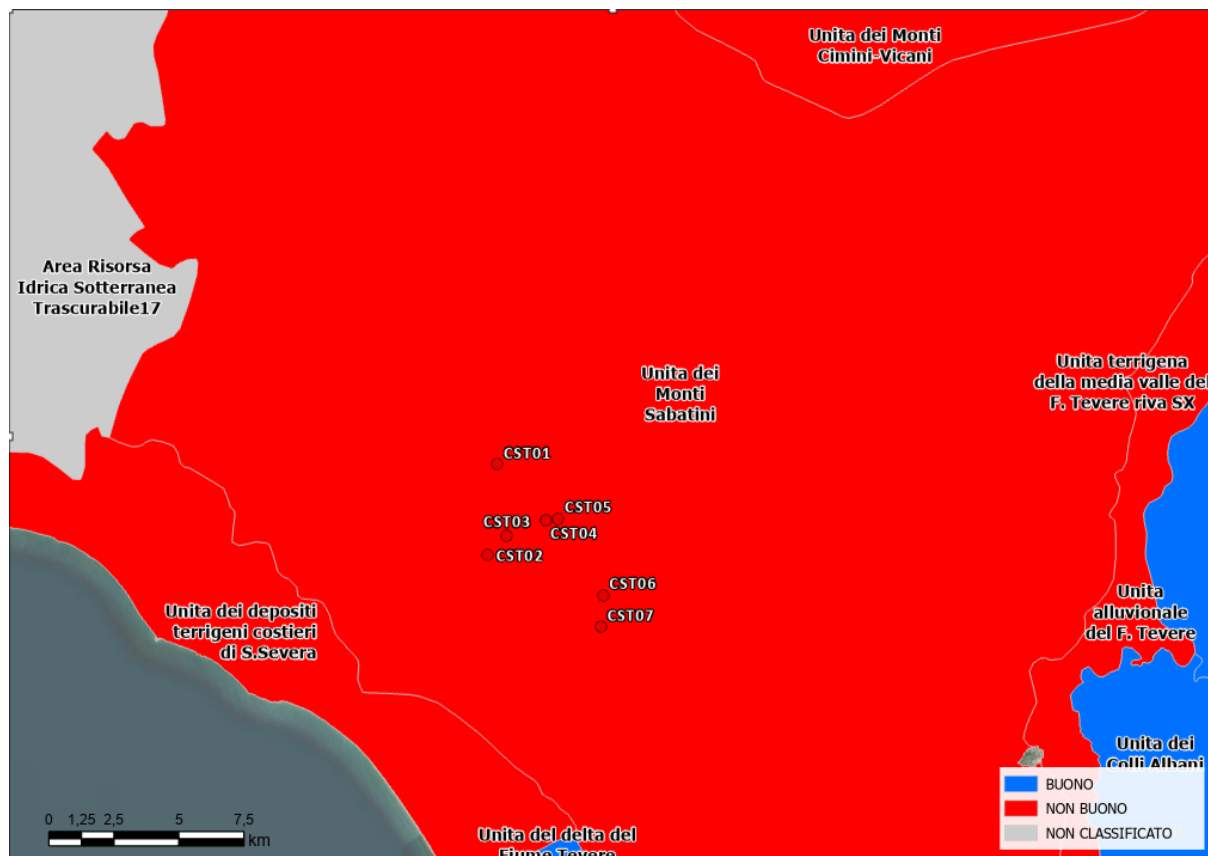


Figura 3-18: Stato chimico corpi idrici sotterranei in prossimità dell'area di progetto (2015-2020).

DENOMINAZIONE PUNTI CAMPIONAMENTO	COMUNE	CODIFICA	VECCHIA CODIFICA	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Sessennio
Termini	Cerveteri	VU002_S001	S.28	Non Buono	Non Buono	Non Buono	Non Buono	Non Buono	Non Buono	Non Buono

Figura 3-19: Elenco dei punti di monitoraggio chimico del corpo idrico sottterraneo "Unità dei Monti Sabatini" (2015-2020).

Nella Figura 3-20 e nella Figura 3-21 si riportano i risultati delle attività di monitoraggio condotte rispettivamente nel 2021 e nel 2022, i quali hanno confermato, complessivamente, lo stato chimico non buono per il corpo idrico sottterraneo "Unità dei Monti Sabatini".

Corpo idrico sottterraneo	Complesso idrogeologico	Codice Stazione	Vecchio Codice Stazione	Comune	Stato chimico 2021
Unità dei Monti Sabatini	VU	VU002_S001	S.28	Cerveteri #	☹️
		VU002_P002 ^Δ	-	Fiumicino #	☹️
		VU002_P001 ^Δ	-	Roma	😊

Figura 3-20: Aggiornamento dello stato chimico del corpo idrico sottterraneo "Unità dei Monti Sabatini" (2021).



Corpo idrico sotterraneo	Complesso idrogeologico	Codice stazione	Vecchio codice stazione	Comune	Stato chimico 2022
Unità dei Monti Sabatini	VU	VU002_S001	S.28	Cerveteri #	☹️
		VU002_P002 ^Δ	-	Fiumicino #	☹️
		VU002_P001 ^Δ	-	Roma	😊
		VU002_P004	-	Roma #	☹️

Figura 3-21: Aggiornamento dello stato chimico del corpo idrico sotterraneo "Unità dei Monti Sabatini" (2022).



4. STUDIO PRELIMINARE DELLA COMPATIBILITÀ E INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO.

Lo studio preliminare della compatibilità idraulica del parco eolico in progetto è stato condotto con riferimento alla perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica dei Piani stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dei Bacini Regionali del Lazio e del Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAC).

4.1 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) – BACINI LAZIALI

Nell'ambito della pianificazione codificata dalla L.183/89 e delle successive modificazioni e integrazioni, nonché della L.R. 39/96, il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (nel seguito sinteticamente riportato PAI), opera essenzialmente nel campo della "difesa del suolo" con particolare riferimento alla difesa delle popolazioni e degli insediamenti umani a rischio. Indubbiamente, esso è fortemente interrelato con tutti gli altri aspetti della pianificazione e tutela delle acque e, il suo specifico ambito di competenza, è particolarmente indirizzato alla pianificazione organica del territorio e della difesa dai dissesti idrogeologici nonché alla programmazione degli interventi prioritari. Una pianificazione volta finalmente a "prevenire" i dissesti, soprattutto quelli connessi a fenomeni di vasta proporzione, individuabili, programmabili ed affrontabili soltanto con strumenti avanzati e normative adeguate.

In attuazione alle disposizioni della normativa di settore (L. 183/89 e ss. mm. ed ii.; DLgs 152/99; DLgs/152/06. L.R. 39/96), il PAI affronta, quale piano stralcio di settore, la problematica relativa alla difesa del suolo, in stretta connessione con gli aspetti pianificatori, di difesa dei versanti e di regimazione idraulica.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) è quindi lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio individua, nell'ambito del proprio territorio, le aree da sottoporre a tutela per la prevenzione e la rimozione delle situazioni di rischio, e pianifica e programma sia gli interventi finalizzati alla tutela e alla difesa delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo dal rischio di frana e d'inondazione, sia le norme d'uso del territorio.

Le finalità del PAI riguardano:

- la difesa ed il consolidamento dei versanti e delle aree instabili, nonché la difesa degli abitati e delle infrastrutture dai movimenti franosi e da altri fenomeni di dissesto;
- la difesa, la sistemazione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la moderazione delle piene, anche mediante serbatoi d'invaso, vasche di laminazione, casse d'espansione, scaricatori, scolmatori, diversivi o altro, per la difesa dalle inondazioni e dagli allagamenti;
- la manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere e degli impianti nel settore idrogeologico e la conservazione dei beni;
- la regolamentazione dei territori interessati dagli interventi ai fini della loro tutela ambientale, anche mediante la determinazione dei criteri per la salvaguardia e la conservazione delle aree demaniali, e la costituzione di parchi fluviali e di aree protette.

Il PAI prevede la ricognizione e classificazione di dissesti gravitativi ed idraulici, la loro successiva trasposizione cartacea a scala adeguata, l'individuazione delle aree a rischio ricadenti in fasce a pericolosità differenziata, la conseguente normativa di attuazione nonché l'individuazione degli interventi necessari per l'eliminazione e/o mitigazione del rischio idrogeologico. Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, il Piano disciplina l'uso del territorio in funzione di tre classi di pericolosità (art. 7):

- fasce a pericolosità A: aree ad alta probabilità di inondazione, ovvero che possono essere inondate con frequenza media trentennale. Le fasce a pericolosità A sono a loro volta suddivise in due sub-fasce:
 - sub-fasce a pericolosità A1: aree che possono essere investite dagli eventi alluvionali con dinamiche intense e alti livelli idrici;
 - sub-fasce a pericolosità A2: aree, ubicate nelle zone costiere pianeggianti, ovvero ad una congrua distanza dagli argini, tale da poter ritenere che vengano investite dagli eventi alluvionali con dinamiche graduali e con bassi livelli idrici;
- fasce a pericolosità B: aree a moderata probabilità di inondazione, ovvero che possono essere inondate con frequenza media compresa tra la trentennale e la duecentennale. Le fasce a pericolosità B sono a loro volta suddivise in due sub-fasce:
 - sub-fasce a pericolosità B1: aree che possono essere investite dagli eventi alluvionali caratterizzati da dinamiche intense ed alti livelli idrici.
 - sub-fasce a pericolosità B2: aree, ubicate nelle zone costiere pianeggianti, ovvero ad una congrua distanza dagli argini, tale da poter ritenere che vengano investite da eventi alluvionali caratterizzati da dinamiche graduali e bassi livelli idrici.
- fasce a pericolosità C: aree a bassa probabilità di inondazione, ovvero che possono essere inondate con frequenza media compresa tra la duecentennale e la cinquecentennale.

Per i restanti corpi idrici di importanza rilevante, pur senza una reale modellazione, sono state individuate le fasce che, presumibilmente, sulla base delle indicazioni geomorfologiche rilevate dalla cartografia disponibile, potrebbero essere interessate da eventuali esondazioni. In tali aree, indicate come “aree di attenzione”, l’A.BR. intende svolgere studi ed approfondimenti. Si rimanda alle Norme di attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico dell’Autorità dei Bacini Regionali del Lazio per gli interventi consentiti in funzione della classe di pericolosità idraulica.

Si riporta di seguito uno stralcio delle aree a pericolosità idraulica del PAI nei dintorni dell’area di progetto, aggiornato al 2020.

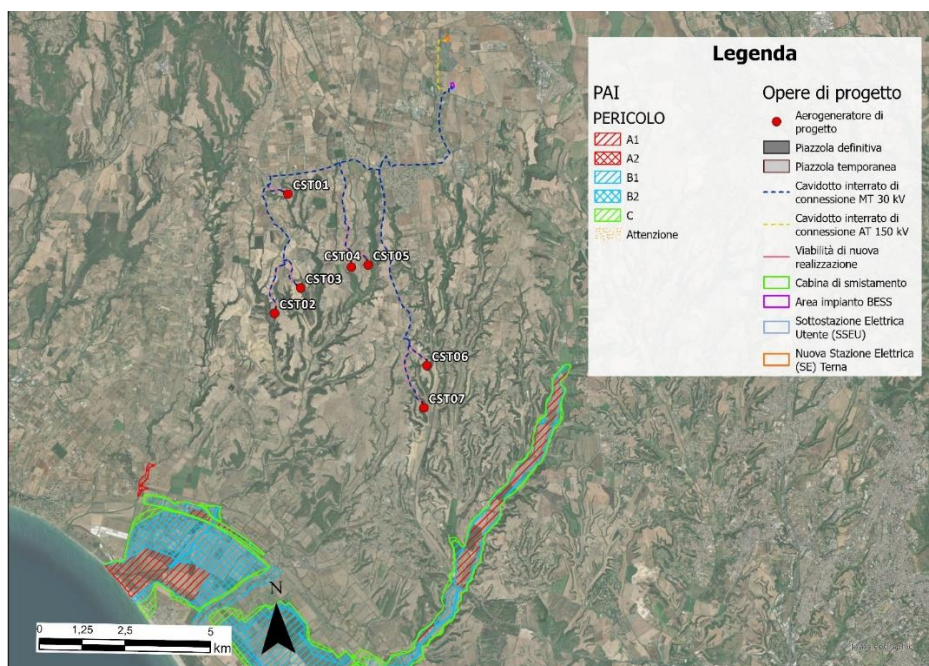


Figura 4-1: Stralcio del PAI – Aree a pericolosità idraulica (aggiornamento 2020).

Come si evince dalla Figura 4-1, le opere in progetto (aerogeneratori, sistema di accumulo, viabilità di accesso, opere di collegamento alla rete elettrica) non ricadono nelle aree a pericolosità idraulica del PAI.

4.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO CENTRALE (PGRAAC)

Il Piano di gestione del Rischio Alluvioni, redatto in forza della direttiva 2007/60 recepita nell'ordinamento italiano dal D. lgs. n. 49/2010, è stato approvato dal Presidente del Consiglio dei ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017.

Il Piano è stato preceduto, come previsto dalle normative sopra ricordate, da una lunga fase di attività preparatorie tra le quali – la più importante – la fase di mappatura della pericolosità e del rischio del Distretto idrografico dell'Appennino centrale.

L'articolazione territoriale del Distretto è stata definita con il D. Lgs 152/2006 e comprendeva allora:

- Tevere, già bacino nazionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Tronto, già bacino interregionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Sangro, già bacino interregionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Bacini del Lazio, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Bacini dell'Abruzzo, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Potenza, Chienti, Tenna, Ete, Aso, Menocchia, Tesino e bacini minori delle Marche, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989.

Il Piano è stato quindi elaborato per questo territorio con le relative mappe di pericolosità e di rischio.

Solo successivamente la L.221/2015 ha modificato l'articolazione dei distretti idrografici precedentemente definiti con il D. Lgs.152/2006 assegnando al Distretto dell'Appennino i bacini dei seguenti fiumi che appartenevano fino ad allora al Distretto dell'Appennino settentrionale:

- Fiora, già bacino interregionale ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;
- Foglia, Arzilla, Metauro, Cesano, Misa, Esino, Musone e altri bacini minori, già bacini regionali ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;

Le relative mappe ed il Piano di questi territori sono quindi stati elaborati dall'Autorità di Distretto dell'Appennino settentrionale e sono in corso le procedure di acquisizione.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale è stato adottato il 17 dicembre 2015 con deliberazione n. 6 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, costituito ai sensi dell'art.12, comma 3, della legge n. 183/1989 e integrato dai componenti designati dalle Regioni il cui territorio ricade nel Distretto Idrografico non già rappresentante nel medesimo Comitato.

Il Piano è stato sottoposto alla Valutazione Ambientale Strategica, nel rispetto di quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006. Sulla base del parere della Commissione Tecnica VIA-VAS n. 1934 del 4 dicembre 2015 e del parere del Ministero per i beni e le attività culturali e del turismo prot. n. 1656 del 22 gennaio 2016 è stata predisposta la Dichiarazione di sintesi e l'iter della VAS si è concluso con l'emissione del decreto del Ministro dell'Ambiente, reso di concerto con il Ministro dei beni e delle attività culturali e del turismo, n. DEC/MIN/49 del 2 marzo 2016, con il quale è stato espresso parere motivato positivo di compatibilità ambientale sul PGRAAC. Il Piano è stato successivamente approvato il 3 marzo 2016, con deliberazione n. 9, dal Comitato istituzionale ed il 27 ottobre 2016 dal Presidente del Consiglio dei Ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017 recante "approvazione del piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Centrale".

Il secondo ciclo di pianificazione del Piano di gestione del rischio alluvioni del distretto dell'Appennino centrale è effettuato in applicazione del comma 3 dell'art. 12 del D.Lgs. 49/2010 che prevede l'aggiornamento di detti strumenti di pianificazione entro il 22 settembre 2021 e, successivamente, ogni sei anni.

Nella redazione delle mappe di pericolosità sono state considerate:

- le alluvioni rare di estrema intensità, tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (P1 - bassa probabilità);
- le alluvioni poco frequenti, tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (P2 - media probabilità);
- le alluvioni frequenti, tempo di ritorno tra 20 e 50 anni (P3 - elevata probabilità)

Per ognuno di tali scenari sono stati indicati l'estensione dell'inondazione, l'altezza idrica o livello e le caratteristiche del deflusso.

Si riporta di seguito uno stralcio delle mappe di pericolosità idraulica del PGRAAC nei dintorni dell'area di progetto (Primo aggiornamento - adottato dalla C.I.P. mediante deliberazione n. 27/2021 del 20/12/2021).

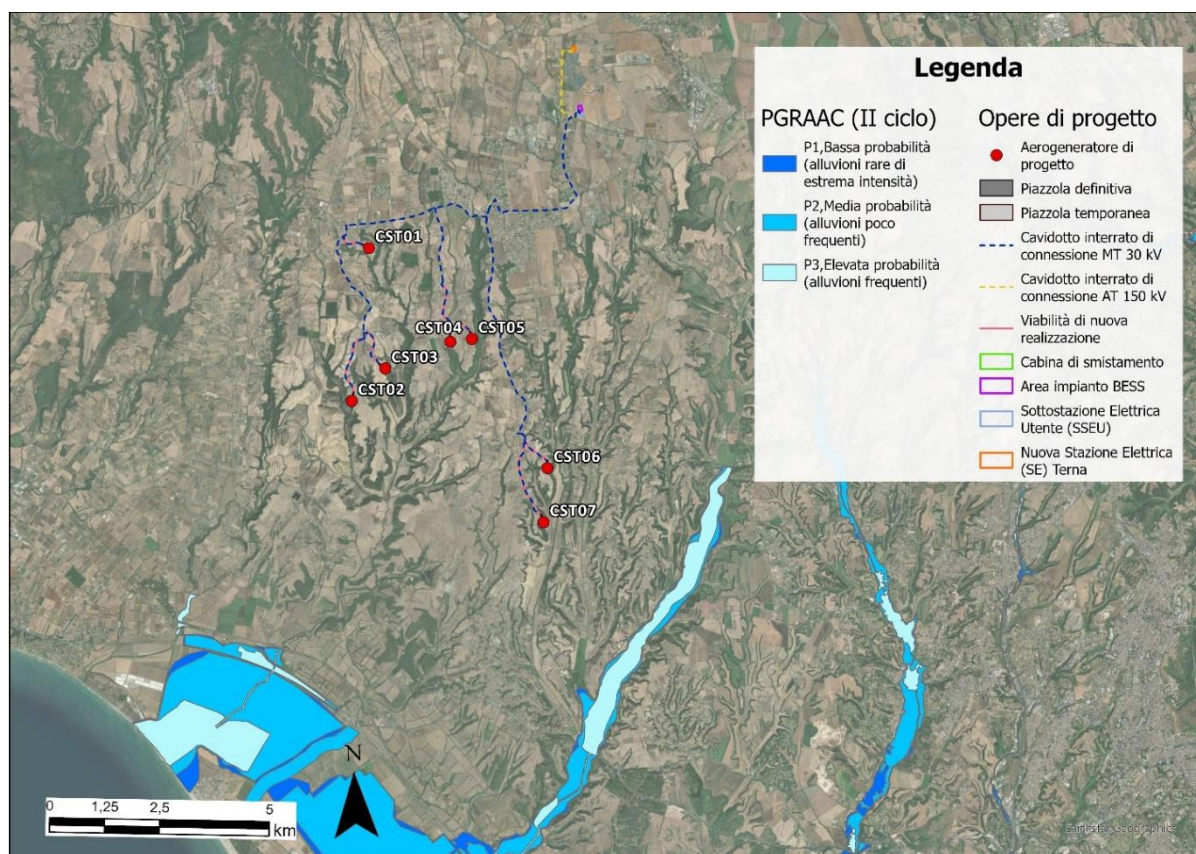


Figura 4-2: Stralcio PGRAAC (aggiornamento 2021).

Come si evince dalla Figura 4-2, nessuna delle opere in progetto (aerogeneratori, sistema di accumulo (BESS), viabilità di accesso, opere di collegamento alla rete elettrica) rientra nelle aree allagabili individuate dal PGRAAC vigente.



4.3 INVARIANZA IDRAULICA

Nel contesto della Regione Lazio, l'attuazione delle linee guida per l'invarianza idraulica è stata approvata in data 24 marzo 2020 con la deliberazione n.117 "Approvazione delle Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali" - D.lgs 49/2010, Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.

Per invarianza idraulica si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione; in base a tale principio si richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di incaricarsi, attraverso opportune azioni compensative, degli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi mantenere le condizioni di sicurezza nel tempo.

Ai sensi della suddetta normativa e alla luce dell'area di trasformazione considerata sono stati analizzati gli interventi di progetto.

La viabilità di progetto sarà in materiale interamente permeabile per l'intero pacchetto stradale, di conseguenza la trasformazione dell'uso del suolo sarà trascurabile.

Per quanto riguarda le piazzole di cantiere queste avranno una durata temporanea limitata e saranno poi soggette a opere a verde di creazione di prato e costituite in materiale permeabile.

Relativamente alla piazzola definitiva, il plinto di fondazione, con base circolare di 23 metri, con altezza massima di circa 3.86 m (3,50 m + 0,36 m nella parte centrale), è posato ad una profondità massima di 3,73 m circa dal piano campagna e sarà interamente ricoperto di terreno arido drenante e quindi confrontabile con lo stato ante-operam. Inoltre, le piazzole saranno realizzate con una finitura in ghiaia/pietrisco stabilizzato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente vagliato sp. medio 10 cm e da uno strato di fondazione in tout venant compattato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato sp. totale 40 cm, unito ad una compattazione del piano di posa.

Pertanto, le aree di piazzola si possono considerare permeabili, ad eccezione della frazione areale interessata dalla torre della turbina eolica, pari a 38,5 m²: tale frazione rappresenta circa il 3% della superficie totale della piazzola permanente, pari a 1.400 m², come meglio descritto in seguito nel paragrafo 6.5.2.

Di conseguenza, l'aumento del coefficiente di deflusso medio pesato risulta trascurabile rispetto alla condizione ante-operam.

Sulla base di tali considerazioni, anche le piazzole permanenti e l'invaso di laminazione disponibile, dato dal fosso perimetrale alla piazzola, rispettano i vincoli imposti; tuttavia, è stata progettata una trincea drenante, a favore di sicurezza e sulla base di assunzioni più cautelative riguardanti la permeabilità del materiale costituente la piazzola e della compattazione del piano di posa.

Il presente studio ha quindi verificato, anche con la realizzazione di opportune misure di mitigazione, che la realizzazione degli interventi di trasformazione territoriale del piano attuativo permettano di mantenere invariate le caratteristiche di risposta idraulica del bacino recettore oggetto dell'intervento.



4.4 CONCLUSIONI

Nel presente capitolo è stato condotto lo studio preliminare della compatibilità idraulica del nuovo parco eolico, ossia si è valutata la possibile interferenza delle opere di progetto con le aree a pericolosità idraulica perimetrate dai Piani stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dei Bacini Regionali del Lazio e dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC).

Lo studio dei sopracitati Piani non ha individuato interferenze con le piazzole temporanee e definitive degli aerogeneratori, con la viabilità in progetto e con il cavidotto di connessione.

Si è valutato, inoltre, il rispetto dell'invarianza idraulica, secondo la deliberazione 24 marzo 2020 n.117 di Regione Lazio, verificando che la realizzazione degli interventi di trasformazione territoriale del piano attuativo permettano di mantenere invariate le caratteristiche di risposta idraulica del bacino oggetto dell'intervento.

A tal proposito, la viabilità di progetto sarà in materiale interamente permeabile per l'intero pacchetto stradale, di conseguenza la trasformazione dell'uso del suolo sarà trascurabile.

Per quanto riguarda le piazzole di cantiere, queste avranno una durata temporanea limitata e saranno poi soggette a opere a verde di creazione di prato e costituite in materiale permeabile.

Infine, anche le aree di piazzola permanente si possono considerare permeabili, ad eccezione della frazione areale interessata dalla torre della turbina eolica. Tale frazione, tuttavia, è pari a circa il 2% della superficie totale della piazzola permanente e, pertanto, l'aumento del coefficiente di deflusso medio pesato risulta trascurabile rispetto alla condizione ante-operam. Le piazzole permanenti, inoltre, presenteranno fosso di guardia ai lati e trincea drenante che favoriranno la laminazione delle acque meteoriche e ridurranno i picchi di deflusso che gravano sullo scarico finale.

Tutte le opere in progetto, pertanto, rispettano i vincoli imposti dalle linee guida per l'invarianza idraulica mantenendo invariate le caratteristiche di risposta idraulica del bacino oggetto dell'intervento.



5. STATO DI PROGETTO

Il parco in esame sarà costituito da N° 7 aerogeneratori e 6 isole BESS e sarà collegato alla rete elettrica nazionale. La connessione sarà garantita da un cavidotto 150 kV interrato che collegherà l'impianto ad una nuova Stazione Elettrica (SE) a 150 kV della RTN da inserire in entra-esce sulla linea RTN 150kV "Cesano-Crocicchie".

Per determinare le soluzioni tecniche adottate nel progetto, si è fatta una valutazione ed una successiva comparazione dei costi economici, tecnologici e soprattutto ambientali che si devono affrontare in fase di progettazione, esecuzione e gestione del parco eolico.

Viste le diverse caratteristiche dell'area, la scelta è ricaduta su di un impianto caratterizzato da un'elevata potenza nominale in grado di ridurre, a parità di potenza da installare, i costi di trasporto, di costruzione e l'incidenza delle superfici effettive di occupazione dell'intervento. Nel caso in esame, la scelta è ricaduta su di un impianto costituito di macchine tripala della potenza nominale di 6,6 MW, che meglio rispondono alle esigenze progettuali.

La tipologia di turbina è stata scelta basandosi sul principio che turbine di grossa taglia minimizzano l'uso del territorio a parità di potenza installata; mentre l'impiego di macchine di piccola taglia richiederebbe un numero maggiore di dispositivi per raggiungere la medesima potenza, senza peraltro particolari benefici in termini di riduzione delle dimensioni di ogni singolo aerogeneratore.

La scelta dell'ubicazione dei vari aerogeneratori è stata fatta, per quanto possibile nelle vicinanze di strade, piste e carrarecce esistenti, con lo scopo di ridurre notevolmente la costruzione di nuove piste di accesso, minimizzando di conseguenza le lavorazioni per scavi e i riporti.

Nei seguenti paragrafi verranno descritte singolarmente le diverse lavorazioni e componenti che costituiscono il parco eolico progetto più rilevanti ai fini dello studio di compatibilità idraulica. Per maggiori dettagli riguardo le diverse lavorazioni e componenti in progetto si rimanda all'elaborato "2800_5100_CST_PFTE_R01_Rev0_RTG".

5.1 CARATTERISTICHE ELETTRICHE GENERALI DELL'OPERA

I principali componenti dell'impianto risultano essere:

- N° 7 aerogeneratori;
- N° 6 Isole BESS costituenti un impianto di accumulo elettrochimico;
- le linee elettriche MT (30 kV) in cavo interrato, che collegano gli aerogeneratori tra loro e con la cabina di smistamento e quest'ultima con la Cabina Generale MT (Interna alla SSEU-WIND);
- le linee elettriche MT (30 kV) in cavo interrato, che collegano le singole Isole BESS tra loro e con la Cabina Generale MT (Interna alla SSEU - BESS);
- Sottostazione Elettrica Utente WIND (di seguito SSEU-WIND) in prossimità della stazione Terna di riferimento;
- Sottostazione Elettrica Utente BESS (di seguito SSEU-BESS) in prossimità della stazione Terna di riferimento;
- Sottostazione Elettrica Utente Condivisa (di seguito SSEU-Cond.) in prossimità della stazione Terna di riferimento;
- Cavidotto AT 150 kV per connessione dell'impianto di utenza alla RTN;
- cabina di smistamento, che costituisce l'interfaccia tra la Cabina Generale MT (Interna alla SSEU) e le singole WTG; questa sarà posizionata in corrispondenza della diramazione dei cluster di impianto.

Ogni aerogeneratore produrrà energia elettrica alla tensione di 800 V ca. (tensione di uscita del convertitore statico).



All'interno di ciascuna torre è installato un trasformatore 0,8/30 kV che provvederà all'innalzamento della tensione a 30 kV. L'energia sarà quindi convogliata mediante linea elettrica interrata MT verso la Sottostazione Elettrica Utente per poi essere immessa in rete attraverso il punto di inserimento in stazione Terna.

Nel suo complesso, l'opera in oggetto si inserisce nel contesto nazionale ed internazionale come uno dei mezzi per contribuire a ridurre le emissioni atmosferiche nocive come previsto dal Protocollo di Kyoto del 1997 che anche l'Italia, come tutti i paesi della Comunità Europea, ha ratificato.

Il sito scelto, in tale contesto, viene a ricadere in aree naturalmente predisposte a tale utilizzo e quindi ottimali per un razionale sviluppo nel settore rinnovabile.

Lo sviluppo di tali fonti di approvvigionamento energetico, quindi, oltre a contribuire all'incremento dello stesso approvvigionamento ed alla diversificazione delle fonti, favorisce l'occupazione e il coinvolgimento delle realtà locali riducendo l'impatto sull'ambiente legato al tradizionale ciclo di produzione energetica.

Le turbine utilizzano un sistema di potenza basato su di un generatore a magneti permanenti del convertitore. Con queste caratteristiche la turbina eolica è in grado di lavorare anche a velocità variabile mantenendo una potenza in prossimità di quella nominale anche in caso di vento forte. Alle basse velocità del vento, il sistema consente di lavorare massimizzando la potenza erogata alla velocità ottimale del rotore e l'opportuno angolo di inclinazione delle pale.

5.2 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO BESS

Il sistema BESS (Battery Energy Storage System) è un impianto di accumulo elettrochimico di energia, costituito da sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all'immagazzinamento dell'energia elettrica ed alla conversione bidirezionale della stessa al livello di tensione della rete.

La tecnologia di accumulatori elettrochimici (batterie) è composta da celle agli ioni di litio. Di seguito è riportata la lista dei componenti principali del sistema BESS:

- Celle agli ioni di litio assemblati in moduli e armadi (Assemblato Batterie)
- Sistema bidirezionale di conversione DC/AC (PCS)
- Trasformatori di potenza 30 kV/BT
- Quadro Elettrico di sezionamento
- Sistema di gestione e controllo locale di assemblato batterie (BMS)
- Sistema locale di gestione e controllo integrato di impianto (SCI) - assicura il corretto funzionamento di ogni unità azionata da PCS
- Sistema Centrale di Supervisione (SCCI)
- Servizi Ausiliari
- Sistemi di protezione elettriche
- Cavi di potenza e di segnale
- Container equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi

Il sistema BESS è in grado di fornire diversi servizi di regolazione di frequenza e bilanciamento alla rete elettrica nazionale. Eventualmente potrà effettuare altri servizi ancillari di rete, solo su richiesta del TSO nel punto di connessione.

La modularità del sistema di accumulo in termini energetici varia in base al fornitore del sistema scelto, ma in linea generale prevede l'incremento (o decremento) della quota di armadi rack batteria e



container ISO40 installati; la modularità del sistema in termini di potenza immettibile in rete prevede l'incremento (o decremento) delle unità di conversione e trasformazione PCS.

La configurazione del sistema BESS, in termini di numero di PCS e di numero di moduli batteria e containers dipenderà dal fornitore dello stesso e sua densità di potenza, oltre che dalla capacità di accumulo prevista.

Lo scopo del sistema BESS è quello di partecipare alle aste per i servizi alla rete elettrica fornendo i servizi di regolazione di frequenza, di bilanciamento, etc. come previsto dal Codice di Rete, Allegato A.79 - Impianti con sistemi di accumulo elettrochimico.

Il sistema di conversione, anche detto PCS (Power Conversion System) è basato su inverter elettronici bidirezionali che consentono la carica e la scarica delle batterie convertendo la corrente continua in alternata e scambiando energia attiva e reattiva con la rete elettrica. Fanno parte del sistema di conversione anche i quadri elettrici MT e BT e i trasformatori che consentono l'elevazione della tensione dal livello BT dell'inverter al livello MT (30 kV). La tensione denominata "BT" sarà determinata in base alla proposta del fornitore del sistema BESS.

La Media tensione verrà elevata al livello AT di 150 kV richiesti per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale mediante apposito trasformatore AT/MT collocato all'interno della SSEU-BESS dell'impianto.

Il sistema di conversione sarà dotato degli apparati di supervisione con funzioni di protezione, controllo e monitoraggio, dedicato alla gestione locale dello stesso e degli assemblati batterie da esso azionati.

Le batterie di accumulo e i sistemi ausiliari di conversione dell'energia e controllo, saranno installati all'aperto, in area protetta e videosorvegliata in modo tale da non essere esposte ad urti o manomissioni.

L'impianto è progettato in modo tale che l'eventuale incendio di una macchina elettrica non sia causa di propagazione ad altre macchine elettriche o ad altre costruzioni collocate in prossimità, nel rispetto delle distanze di sicurezza.

Saranno chiaramente segnalati i percorsi e le aree operative riservate ai mezzi di soccorso anche sotto o in prossimità di parti elettriche attive, in modo che possano essere rispettate le condizioni di sicurezza previste in presenza di rischi elettrici.

La configurazione del sistema BESS, in termini di numero di PCS e di numero di moduli batteria, containers dipenderà dal fornitore dello stesso. Indicativamente l'impianto sarà costituito da unità aventi una potenza unitaria di circa 3,00 MW. Le singole unità combinate tra loro attraverso una distribuzione interna di impianto a 30 kV costituiranno l'intero impianto BESS. Sono previsti circa 48 assemblati batterie di stoccaggio complessivi.

L'impianto BESS con potenza di 18 MW è così costituito da:

- N. 48 Cabinati BESS delle dimensioni 9,3 x 1,7 m, posati su fondazioni a vasca, affiancati a coppie sul lato lungo.
- N. 6 Trasformatori MT/BT posati su basamenti/fondazioni in CLS (STS – Storage Transforming Station) installati all'interno di appositi container.
- N.2 Container AUX per alimentazione ausiliari delle Battery Unit;
- N.2 Container Gruppo Elettrogeno (G.E) per alimentazione di backup degli ausiliari delle Battery Unit;
- Linee interrato MT 30 kV;
- Linee interrato BT di potenza e controllo;
- Altre dotazioni ausiliarie;



Per il layout del sistema di accumulo si rimanda all'elaborato specifico Rif.: 2800_5100_CST_PFTE_T13_Rev0_LAYOUT IMPIANTO BESS.

5.3 AEROGENERATORI

In questa fase progettuale l'aerogeneratore utilizzato per le diverse verifiche è riferibile ad un modello generico con una potenza nominale di 6,6 MW ad asse orizzontale. Le principali caratteristiche dimensionali sono l'eseguenti:

- Altezza hub al mozzo = 135 m
- diametro rotore = 175 m
- altezza massima = 220 m

In fase esecutiva, in funzione anche della probabile evoluzione dei macchinari, verrà effettuata la scelta della marca e del modello dell'aerogeneratore mantenendo inalterate le caratteristiche geometriche massime.

La turbina eolica attraverso le pale e il rotore converte l'energia cinetica dal vento in energia meccanica, attraverso il generatore invece converte l'energia meccanica in energia elettrica.

L'energia elettrica in uscita dal generatore è in bassa tensione (800 V) e viene trasformata in alta tensione a 30 kV attraverso un trasformatore elevatore. Tale trasformazione risulta necessaria per limitare le perdite all'interno dell'impianto e consentire l'immissione della maggiore potenza possibile sul punto di connessione.

Il sistema di conversione ed il trasformatore possono essere inseriti direttamente nella navicella oppure essere posizionati alla base della torre.

L'installazione del trasformatore nella navicella consente il bilanciamento del peso del rotore, mentre il posizionamento alla base permette di ridurre le dimensioni ed il peso della navicella.

Ciascun aerogeneratore è sostenuto da una torre tubolare di forma tronco-conica in acciaio zincato ad alta resistenza, formata da tronchi o sezioni.

All'interno della navicella sono alloggiati l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari. All'estremità dell'albero lento, corrispondente all'estremo anteriore della navicella, è fissato il rotore costituito da un mozzo sul quale sono montate le pale, costituite in fibra di vetro rinforzata. La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata); inoltre è dotata di un sistema di controllo del passo che, in corrispondenza di alta velocità del vento, mantiene la produzione di energia al suo valore nominale indipendentemente dalla temperatura e dalla densità dell'aria; in corrispondenza invece di bassa velocità del vento, il sistema a passo variabile e quello di controllo ottimizzano la produzione di energia scegliendo la combinazione ottimale tra velocità del rotore e angolo di orientamento delle pale in modo da avere massimo rendimento. Il funzionamento dell'aerogeneratore è continuamente monitorato e controllato da un'unità a microprocessore.

Da un punto di vista elettrico schematicamente l'aerogeneratore è composto da:

- generatore elettrico;
- interruttore di macchina;
- trasformatore di potenza MT/BT;
- cavo di potenza;
- quadro elettrico di protezione;
- servizi ausiliari;
- rete di terra.



Il generatore produce corrente elettrica in bassa tensione (BT) che viene innalzata a 30 kV da un trasformatore posto internamente alla navicella.

Infine, gli aerogeneratori saranno equipaggiati con un sistema di segnalazione notturna con luce rossa intermittente posizionato sulla sommità posteriore della navicella dell'aerogeneratore, mentre la segnalazione diurna verrà garantita da una verniciatura della parte estrema delle pale con tre bande di colore rosso ciascuna di 12 m. L'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) potrà fornire eventuali prescrizioni concernenti la colorazione delle strutture o la segnaletica luminosa, diverse o in aggiunta rispetto a quelle precedentemente descritte.

5.4 VIABILITÀ DI ACCESSO ALLE TORRI

Al campo eolico si accede attraverso la viabilità esistente (strade Statali, Provinciali, Comunali), mentre l'accesso alle singole pale avviene mediante piste di nuova realizzazione e/o su tracciati agricoli esistenti, che saranno adeguati al trasporto dei mezzi eccezionali.

Le torri sono posizionate in un'area relativamente ristretta e possono essere suddivise, da un punto di vista viabilistico, in tre sottogruppi:

- Un primo gruppo, composto dalle torri CST06 e CS07, sarà collegato, sia tramite piste di nuova realizzazione sia sfruttando una strada agricola, all'accesso_1 descritto nel precedente paragrafo. La strada agricola, che copre solo in parte il segmento necessario, si presenta sterrata e con una larghezza variabile mediamente pari a 4,0 m e pertanto verrà allargata dove necessario di circa 1 m.
- Un secondo gruppo, composto dalle turbine CST04 e CST05, sarà invece collegato all'accesso_2 tramite la realizzazione di nuove piste.
- Il terzo gruppo, composto dalle turbine CST01, CST02 e CST03, sarà collegato alla via principale (Via della riserva del pascolaro) (accesso_3) sia tramite piste di nuova realizzazione sia sfruttando una strada agricola esistente. La strada appena menzionata è mediamente larga circa 3,5 m. Sono quindi previsti degli allargamenti della strada da effettuarsi con riempimenti di materiale che verrà rimosso una volta ultimato il cantiere.

Le strade sopra citate si presentano asfaltate e non dovrebbero necessitare di adeguamenti di sagoma se non puntuali.

Da un punto di vista planimetrico, inoltre, le viabilità esistenti sopra citate presentano alcuni punti critici per i quali probabilmente bisognerà rettificare alcune curve che presentano attualmente raggi di curvatura ridotti. Saranno oggetto di interventi temporanei anche le intersezioni a "T" tra le strade esistenti e le strade agricole utilizzate, dove verranno realizzati degli allargamenti per permettere le svolte dei mezzi speciali.

Negli elaborati grafici allegati e redatti per ciascun aerogeneratore, sono illustrati i percorsi per il raggiungimento degli aerogeneratori, sia in fase di realizzazione sia in fase di esercizio. Come illustrato nelle planimetrie di progetto, saranno anche realizzati opportuni allargamenti degli incroci stradali per consentire la corretta manovra dei trasporti eccezionali.

Detti allargamenti saranno rimossi o ridotti, successivamente alla fase di cantiere, costituendo delle aree di "occupazione temporanea" necessarie appunto solo nella fase realizzativa. Per il tracciamento delle piste di accesso ci si è attenuti alle specifiche tecniche tipiche di produttori di turbine che impongono raggi di curvatura, raccordi altimetrici e pendenze.

Il rispetto dei parametri è stato inoltre verificato tramite programmi di modellazione stradale inserendo le dimensioni dei trasporti speciali e verificandone la compatibilità planimetrica e altimetrica. Si evidenzia, infine, come per il trasporto delle pale si è ipotizzato l'utilizzo del sistema "blade lifter" che permette di porre le pale in posizione semi verticali per diminuire gli ingombri in curva.



La sezione stradale avrà larghezza carrabile di 5,50 m, dette dimensioni sono necessarie per consentire il passaggio dei mezzi di trasporto delle componenti dell'aerogeneratore eolico.

Il corpo stradale sarà realizzato secondo le seguenti modalità:

1. Scotico terreno vegetale.
2. Scavo, ove necessario, per il raggiungimento della quota del piano di posa.
3. Compattazione del piano di posa con relative prove per la determinazione dei parametri minimi richiesti.
4. Ove necessario, stesa per strati e compattazione del corpo del rilevato con materiale da cava o con materiale proveniente dagli scavi se ritenuto idoneo dalla D.L.
5. Posa del Cassonetto stradale in tout venant compattato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato per uno spessore totale di 40 cm.
6. Posa dello Strato di finitura in ghiaia/pietrisco stabilizzato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente vagliato (sp. medio 10 cm).

Per la viabilità esistente (strade regionali, provinciali, comunali e poderali), ove fosse necessario ripristinare il pacchetto stradale per garantire la portanza minima o allargare la sezione stradale per adeguarla a quella di progetto, si eseguiranno le modalità costruttive in precedenza previste.

5.5 PIAZZOLE

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore verrà realizzata una piazzola di montaggio al fine di consentire le manovre di scarico dei vari elementi delle torri, il loro stoccaggio in attesa della posa in opera, il posizionamento della gru principale di sollevamento e montaggio e il posizionamento della gru ausiliaria. Tenuto conto delle dimensioni del generatore, la viabilità di servizio all'impianto e le piazzole costituiscono le opere di maggiore rilevanza per l'allestimento del cantiere. Oltre all'area suddetta saranno realizzate due aree di servizio per il posizionamento delle gru ausiliarie al montaggio del braccio della gru principale.

Le piazzole di montaggio dovranno avere una superficie piana o con pendenza minima (1÷2%) di dimensioni tali da contenere tutti i mezzi e le apparecchiature garantendo ai mezzi all'interno di essa buona libertà di movimento. Per il progetto in esame, al fine di minimizzare i movimenti terra e quindi gli impatti sul territorio, si è scelto di utilizzare una piazzola per un montaggio in due fasi, denominata "Partial storage" dove verranno utilizzate due tipologie di gru e verranno stoccati i diversi componenti in due tempi. Inoltre, per la torre CST_01 e CST_04, a causa della morfologia del terreno, l'area dello stoccaggio delle pale dovrà essere ridotta e verrà utilizzato un sistema di montaggio just-in-time senza un deposito a terra.

Per la realizzazione delle piazzole si procede con le seguenti fasi lavorative:

1. Scotico terreno vegetale;
2. scavo, ove necessario, per il raggiungimento della quota del piano di posa;
3. compattazione del piano di posa con relative prove per la determinazione dei parametri minimi richiesti;
4. stesa per strati e compattazione del corpo del rilevato con materiale da cava o con materiale proveniente dagli scavi se ritenuto idoneo dalla D.L.;
5. posa di uno strato di fondazione in tout venant compattato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente costipato sp. totale 40 cm;
6. posa dello Strato di finitura in ghiaia/pietrisco stabilizzato o materiale di recupero proveniente dagli scavi opportunamente vagliato sp. medio 10 cm.

Ove possibile, sia per ottimizzare il bilancio dei materiali sia per una migliore qualità delle lavorazioni, gli strati superiori dei riempimenti, verranno posti in opera una volta realizzate le strutture in c.a. di fondazione (pali e plinti).

Si riporta di seguito una sezione tipo delle piazzole.

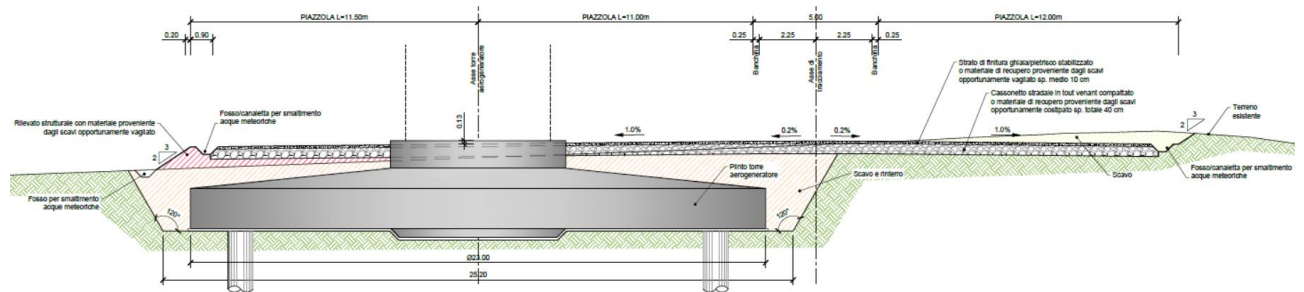


Figura 5-1 – Sezione tipo piazzole

Come si evince dalle figure dei tipologici sopra riportate non tutte le aree della piazzola necessitano delle stesse caratteristiche in termini di portanza ma variano come segue:

- Area destinata al posizionamento della gru principale = 3 kg/cmq;
- Area per lo stoccaggio degli elementi = 2 kg/cmq;
- Punti di appoggio dei cavalletti per lo stoccaggio delle pale = 2 kg/cmq;
- Le rimanti aree devono avere semplicemente una superficie più o meno piana e libera da ostacoli.

Gli spazi per il montaggio della gru principale non richiedono interventi sul terreno dovendo essere semplicemente garantita la libertà spaziale lungo il braccio della gru (lungo tutta la sua estensione non dovranno esserci alberi o ingombri più alti di 1,5-1,8m). Dovranno essere assicurati uno o due punti intermedi di appoggio solo qualora l'orografia del terreno non ne presenti già di idonei. Le aree richieste per le gru ausiliarie di supporto alle operazioni di montaggio del braccio della gru principale non richiedono interventi particolari sul terreno, dovranno semplicemente presentare una modesta pendenza ed essere libere da ostacoli per permettere lo stazionamento della gru e il posizionamento degli stabilizzatori.

Alla fine della fase di cantiere le dimensioni delle piazzole saranno ridotte a circa 50 m x 28 m per un totale di circa 1400 mq, per consentire la manutenzione degli aerogeneratori stessi, mentre la superficie residua sarà rinverdita e mitigata.

Nella seguente figura si riporta un esempio di piazzola in fase di costruzione e la corrispettiva piazzola in fase di esercizio.



Piazzola in fase di cantiere



Piazzola in fase di esercizio

Figura 5-2 – Esempio piazzole nelle diverse fasi



In fase di progettazione esecutiva tutte le ipotesi sopra enunciate dovranno essere verificate ed eventualmente aggiornate e/o integrate in funzione delle specifiche turbine da installare e dei mezzi che si utilizzeranno per trasporti e montaggi, che potrebbero avere sensibili variazioni dimensionali dei mezzi d'opera e degli spazi di manovra.

I dettagli sono rappresentati nelle tavole:

- 2800_5100_CST_PFTE_T06_Rev0_TIPOLOGICO FONDAZIONI
- 2800_5100_CST_PFTE_T07_Rev0_TIPOLOGICO PIAZZOLA TEMP÷DEF.

6. STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO

In questo capitolo si riportano le basi per il dimensionamento del sistema di drenaggio superficiale delle aree di intervento.

Lo studio idrologico-idraulico è stato articolato secondo i seguenti punti:

- simulazione del modello digitale del terreno mediante algoritmi TauDEM, estrazione della rete naturale esistente e identificazione delle aree scolanti di progetto.
- determinazione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometriche (LSPP) per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 30, 50, 100 e 200 anni;
- costruzione dello ietogramma di progetto;
- stima del coefficiente di deflusso ϕ con il metodo SCS- CN e determinazione dello ietogramma netto di progetto attraverso il metodo percentuale;
- modello di trasformazione afflussi-deflussi e stima delle portate di progetto post operam;
- dimensionamento degli elementi caratteristici del drenaggio consistenti in fossi, trincee drenanti e scarichi in rip-rap.

6.1 CRITERI DI PROGETTO

L'approccio utilizzato nella progettazione ha posto grande attenzione non solo alla progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, ma soprattutto all'integrazione delle opere con lo stato di fatto. Si sono quindi minimizzate le interferenze con l'idrografia esistente, sostituendo l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile di raccolta e scarico con opere che implementassero la mitigazione.

In particolare, in contrapposizione al classico approccio di drenaggio delle acque meteoriche, in cui il principale obiettivo è l'allontanamento delle acque dal sito, nel presente progetto si sono utilizzate tecniche di progettazione a basso impatto.

La scelta dei sistemi di drenaggio sostenibili porterà al raggiungimento di più obiettivi:

- diminuzione del carico di acque meteoriche smaltite nei vari corsi idrici, per lo smaltimento tramite infiltrazione;
- realizzazione di infrastrutture verdi a vantaggio di quelle grigie;
- rallentamento e riduzione del picco di piena durante piogge intense;
- realizzazione di interventi che favoriscano i fenomeni di infiltrazione e ritenzione e gli indiretti processi di bioremediation;
- contrastare i processi di erosione.

Il presente progetto ha mirato all'utilizzo di:

- fossi di scolo in terra;
- trincee drenanti;
- protezione scarichi verso solchi di drenaggio naturali mediante implementazione di opere di dissipazione e protezione del versante.

Il sistema di drenaggio è stato dimensionato sulla base dei tempi di ritorno in linea con la vita utile di progetto, tenendo conto di un grado di riempimento massimo di fossi e tubazioni del 75%.

6.2 CALCOLI IDROLOGICI

6.2.1 Considerazioni climatiche

Il clima nel Lazio presenta una notevole variabilità da una zona all'altra. Lungo la fascia costiera, i valori di temperatura variano in generale tra i 9-10°C di gennaio e i 24-25°C di luglio. Le precipitazioni sono piuttosto scarse lungo il litorale nord (i valori minimi inferiori ai 600 mm annui si registrano nella Maremma, nel comune di Montalto di Castro, al confine con la Toscana). Invece, nella zona tra Formia e il confine con la Campania, le precipitazioni sono intorno ai 1000 mm annui.

Verso l'interno il clima è più continentale e non mancano i rilievi, specie nella provincia di Rieti, che risulta essere, nei mesi invernali, la più fredda seguita dalle province di Frosinone, Viterbo, Roma e Latina. Le piogge costiere tendono ad aumentare con la quota, mediamente sono distribuite nelle stagioni intermedie e in quella invernale, con un'unica stagione secca, quella estiva, troviamo i massimi pluviometrici nell'area occupata dalla città di Velletri, con una media annuale di 1500 mm oltre che nei massicci montuosi posti al confine con l'Abruzzo, maggiormente esposti alle perturbazioni atlantiche (Monti Simbario, Monti Catari, Monti Ernici), raggiungendo valori anche superiori ai 2000 mm annui. D'inverno le precipitazioni sono in genere nevose dalle quote medie in su; sporadiche nevicate possono raggiungere i Castelli Romani e, in alcune rare occasioni, interessare anche la città di Roma.

Per quanto riguarda la piovosità, un fattore determinante nella regione è l'esposizione al mare dei rilievi, che catturano i venti umidi di provenienza tirrenica. Le piogge sono meno abbondanti sulla pianura costiera (600÷700 mm annui) e nelle conche intermontane, e sono massime sui versanti occidentali direttamente esposti al mare; si passa dai 1000 mm annui lungo le fasce collinari e nell'anti Appennino, fino ai 1500 mm sull'Appennino. I periodi più piovosi sono l'autunno e la primavera, con un marcato minimo estivo.

Per lo studio probabilistico delle precipitazioni intense nell'area di intervento si rimanda al paragrafo 6.2.3.

6.2.2 Scelta del tempo di ritorno

La stima dell'evento di pioggia di progetto alla base dei calcoli idrologici è condotta a partire dall'analisi probabilistica delle precipitazioni intense, in particolare utilizzando le Linee Segnatrici di Possibilità Pluviometriche, e dalla definizione di un opportuno livello di probabilità associato alla portata di piena.

Il livello di probabilità è espresso nella pratica come periodo di ritorno; il periodo di ritorno di un evento, definito anche come "tempo di ritorno", è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità o, analogamente, è il tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta.

La scelta del tempo di ritorno viene definita sulla base del rischio legato all'insufficienza dell'opera, ovvero sulla base della valutazione dall'entità e del tipo di conseguenze che deriverebbero dalla sua insufficienza.

Oltre al concetto di tempo di ritorno vi è poi la probabilità che un evento con tempo di ritorno T si realizzi in N anni:

$$P = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

Il grafico riportato di seguito esprime il rischio di superare l'evento con tempo di ritorno T durante N anni.

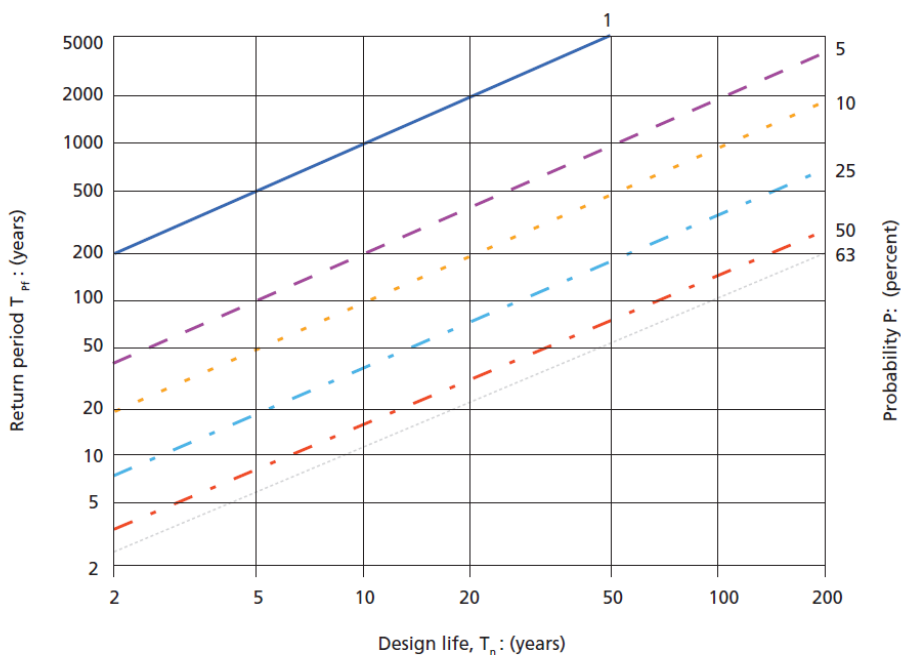


Figura 6-1: Probabilità che un evento con determinato tempo di ritorno si verifichi in N anni.

La durata della vita utile dell'impianto eolico in oggetto è assunta pari a 30 anni.

Il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è stato assunto pari a **30 anni** per le opere permanenti, mentre un tempo di **2 anni** per le opere di cantiere.

Nel caso di interferenze tra la viabilità di progetto permanente e l'idrografia, al fine di garantire la continuità idraulica del reticolo naturale, si è reso utile l'utilizzo di tombotti in c.a. carrabili, i quali dovranno essere dimensionati, da un punto di vista idraulico, in relazione ad una portata di un evento di pioggia con tempo di ritorno pari a minimo **200 anni**.

6.2.3 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense

Per la stima delle portate meteoriche superficiali è stato necessario determinare Linee Segnatrici di Possibilità Pluviometriche, o Curva di Possibilità Pluviometrica, caratteristiche dell'area oggetto di intervento.

Il tempo di ritorno da assegnare alla Curva di Possibilità Pluviometrica è stato fatto variare da un minimo di 2 anni ad un massimo di 200 anni.

Il presente studio ha applicato la metodologia prevista dal Modello di Regionalizzazione delle piogge intense, impiegato nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Lazio, secondo la procedura VAPI (Valutazione delle Piene in Italia) portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) per l'Italia centrale.

La procedura VAPI prevede l'utilizzo di un modello probabilistico a doppia componente (TCEV), secondo cui i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali (componente bassa) ed un'altra dagli eventi eccezionali (outliers) legati a differenti fenomeni meteorologici.

Le elaborazioni relative all'applicazione di tale modello fanno riferimento ad una procedura di regionalizzazione gerarchica in cui i parametri sono stati valutati per scale regionali differenti. Il modello ha la generica forma:

$$i_d(T) = K_T \mu_{id}$$



Dove:

- $i(T)$ = intensità di pioggia di durata d per un tempo di ritorno T ;
- K_T = coefficiente di crescita per un tempo di ritorno T ;
- μ_{id} = media annuale delle intensità di pioggia di durata d .

Il coefficiente di crescita K_T si calcola in base a delle elaborazioni statistiche effettuate sui dati al primo e secondo livello di regionalizzazione che, per la zona considerata fa riferimento al rapporto del GNDCI per l'Italia centrale (Sezioni idrografiche di Roma-Pescara).

Per il calcolo dell'intensità di pioggia in dipendenza della durata e del tempo di ritorno è stata utilizzata la formula seguente:

$$i_d = K_T \mu_{io} \left(\frac{b}{b+d} \right)^m$$

Dove:

- b = è un parametro di trasformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata t , sia dal tempo di ritorno;
- m = è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno.

L'area interessata dallo studio delle piogge intense riguarda i bacini di competenza dell'Ufficio di Roma del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), ossia il bacino del Tevere e i bacini minori con foce nel tratto laziale del litorale Tirrenico, tra il fosso Tafone (incluso) e il fiume Garigliano (escluso).

Per tenere conto delle informazioni al contorno la regionalizzazione delle piogge è stata eseguita su un'area molto più ampia, che interessa un intero tratto dell'Italia Centrale, che si estende dal promontorio di Piombino alla foce del Garigliano sul Tirreno, e include i litorali marchigiano e abruzzese sull'Adriatico. Su questo territorio sono state considerate 964 stazioni pluviometriche, di cui sono state raccolte le serie dei massimi annuali delle piogge giornaliere.

Al primo e al secondo livello di regionalizzazione sono state identificate tre regioni omogenee, in cui l'ipotesi della costanza del coefficiente di variazione e del coefficiente di asimmetria può essere accettata. Le regioni e l'area di progetto sono visibili in Figura 6-2 e sono così definite:

- *zona A (Tirrenica)*, che interessa la fascia del litorale tirrenico e si protende all'interno lungo le valli dei principali corsi d'acqua;
- *zona B (Appenninica)*, che interessa l'ampia fascia dell'Appennino propriamente detto, con le propaggini dei colli Albani, e i monti Lepini, Ausoni e Aurunci, nonché, separati da questa zona, i gruppi montuosi nell'entroterra tirrenico a nord-ovest del Tevere (i massicci dell'Amiata e del Cetona con i monti Vulsini; e i monti Cimini con i monti della Tolfa e i monti Sabatini);
- *zona C (Adriatica)*, che interessa una ristretta fascia del litorale adriatico e si protende con ristrette lingue lungo le valli dei corsi d'acqua.

L'area di progetto, in particolare, ricade nell'area pluviometrica omogenea A (Figura 6-2).

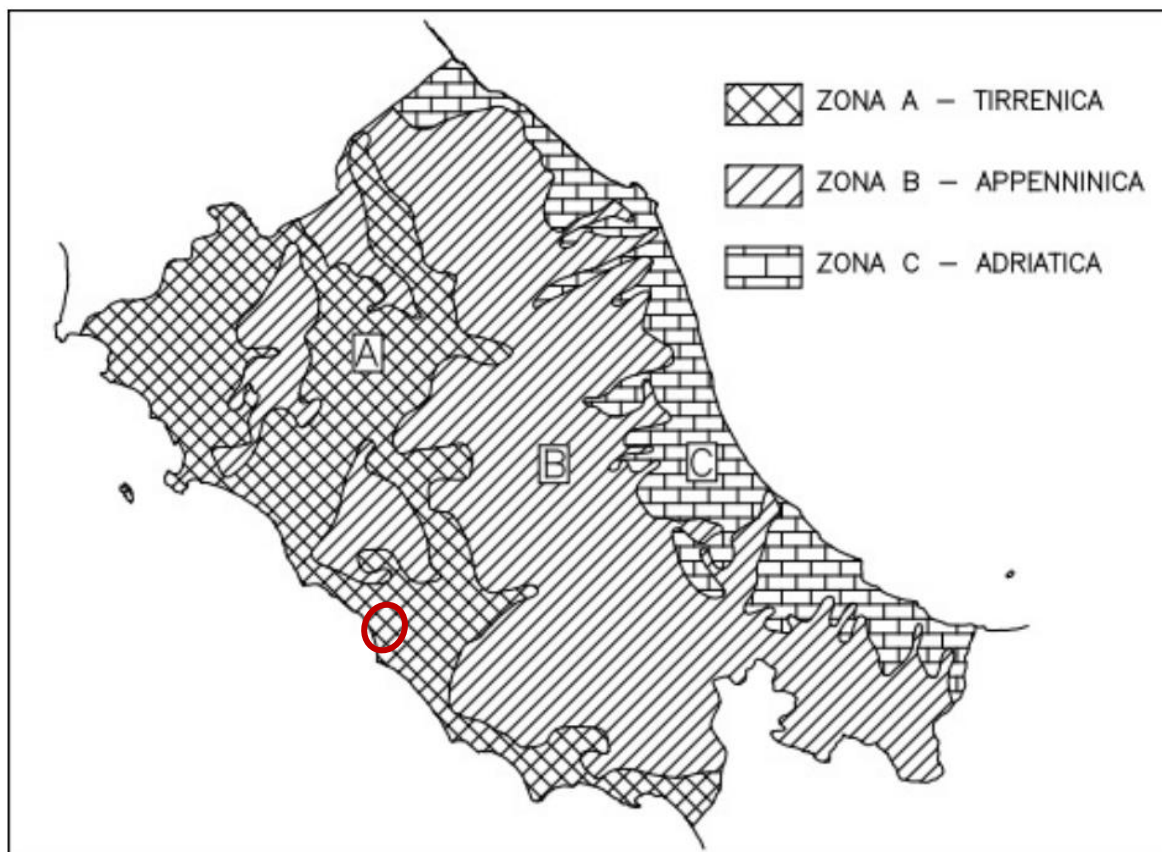


Figura 6-2: Aree pluviometriche omogenee, primo e secondo livello di regionalizzazione. In rosso l'area di progetto.

Per ciascuna zona della regionalizzazione (A, B o C) è stato calcolato il coefficiente di crescita K_T al variare del tempo di ritorno (Tabella 6.1).

Tabella 6.1: Valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piogge giornaliere per diversi tempi di ritorno T

T (ANNI)	2	5	10	20	30	50	100	200
K_T (Zona A)	0,89	1,22	1,49	1,84	2,04	2,45	2,98	3,52
K_T (Zona B)	0,96	1,25	1,45	1,64	-	1,89	2,07	2,26
K_T (Zona C)	0,90	1,29	1,59	1,90	-	2,32	2,64	2,96

Per quanti riguarda la stima del K_T con tempo di ritorno pari a 30 anni, tale valore è stato ottenuto interpolando i valori del coefficiente di crescita per gli altri tempi di ritorno.

I distretti di Roma e Pescara risultano suddivisi ulteriormente in un terzo livello di regionalizzazione, relativamente alle piogge intense (Figura 6-3).

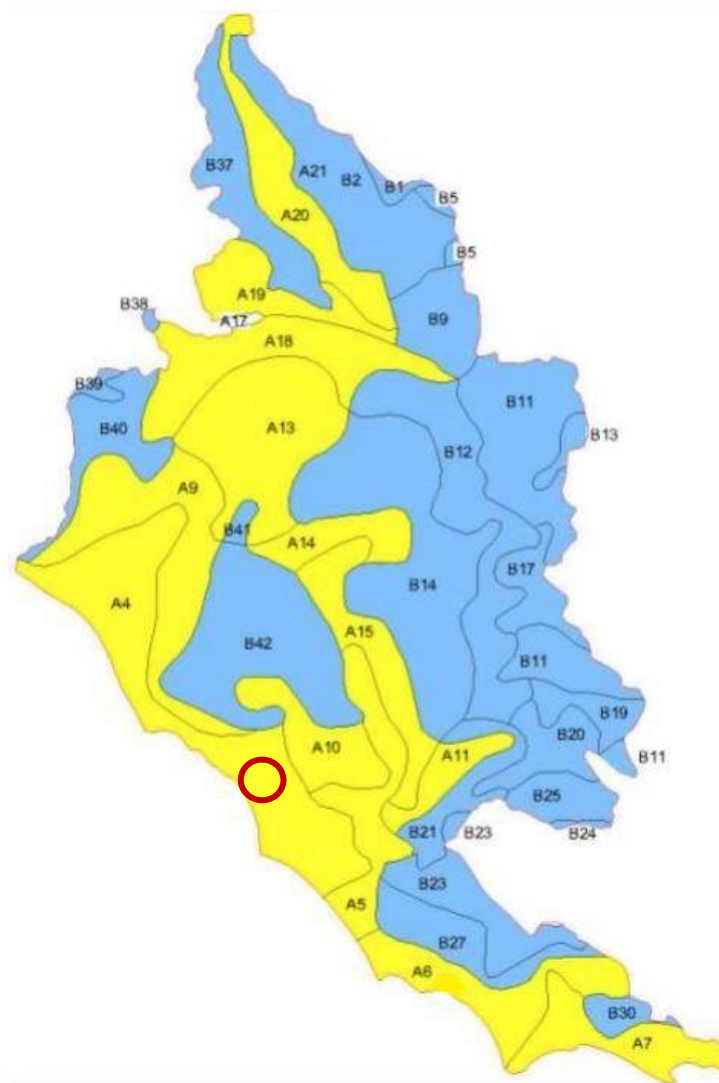


Figura 6-3: Aree pluviometriche omogenee, terzo livello di regionalizzazione. In rosso la posizione indicativa dell'area di progetto.

Come si nota in Figura 6-3, l'area di progetto ricade nella sottozona A4 del terzo livello di regionalizzazione, per il quale i parametri di regressione della media sulla quota e i parametri regionali delle relazioni IDF sono elencati rispettivamente in Tabella 6.2 e Tabella 6.3.

Tabella 6.2: Parametri di regressione della media sulla quota, terzo livello di regionalizzazione.

SOTTOZONA	c [mm/m]	d [mm]
A4	0,03390	67,67

Tabella 6.3: Parametri al terzo livello di regionalizzazione delle relazioni IDF.

SOTTOZONA	b [h]	m	μ_{10}/μ_{24}
A4	0,1705	0,7881	49,62

Sulla base dei parametri precedentemente determinati è stato possibile determinare, per ciascun fissato tempo di ritorno Tr , l'intensità e l'altezza di pioggia in funzione della durata dell'evento meteorico.

Si mostrano di seguito le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica distinte per eventi pluviali di durata superiore e inferiore ad un'ora e per diversi tempi di ritorno (2, 5, 10, 30, 50, 100 e 200 anni).

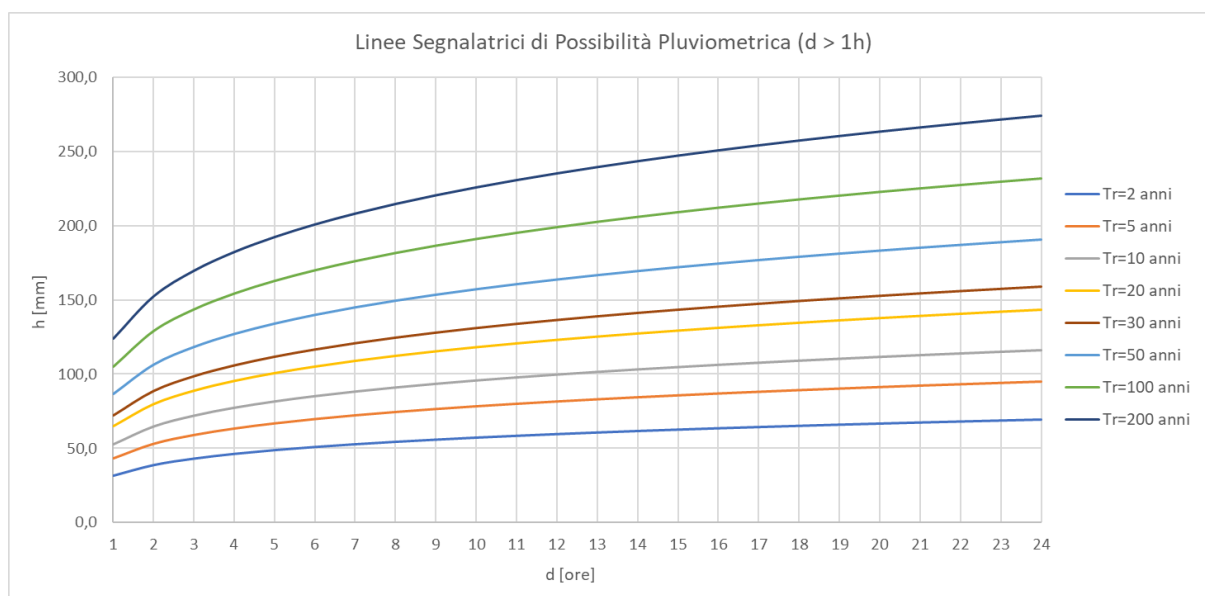


Figura 6-4: Linee segnalatrici di Possibilità Pluviometrica con durata minore di un'ora.

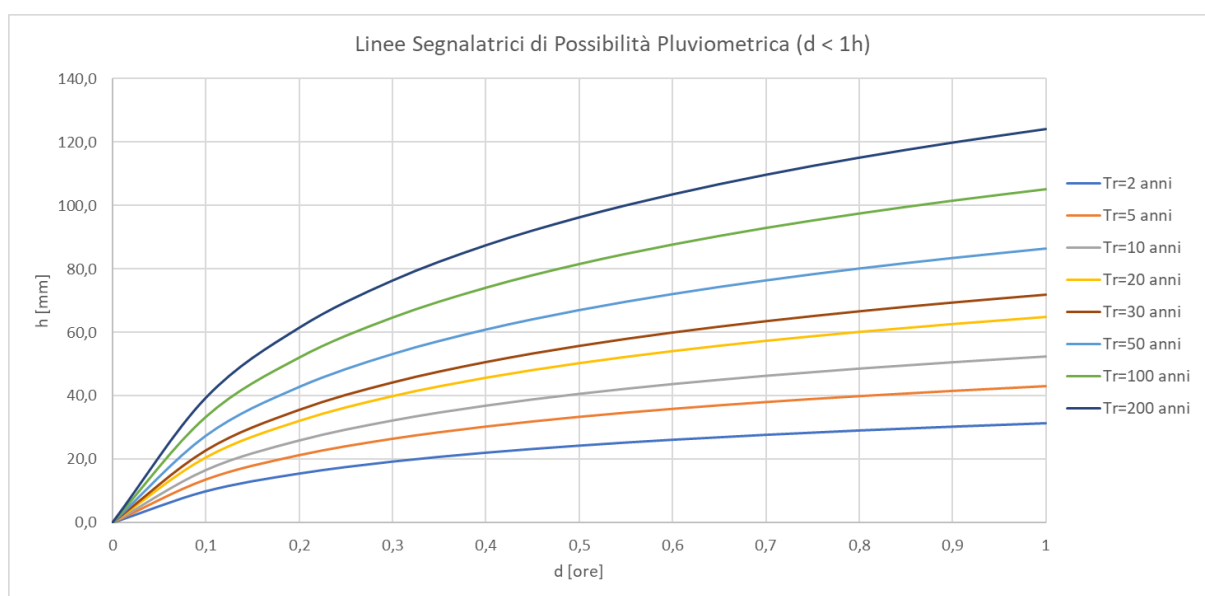


Figura 6-5 Linee segnalatrici di Possibilità Pluviometrica con durata minore di un'ora



Infine, si riportano in Tabella 6.4 i corrispondenti valori di altezza di precipitazione $h_T(t)$ espresse in mm.

Tabella 6.4 Altezza di pioggia per diverse durate e tempi di ritorno.

d [h]	T = 2 [ANNI]	T = 5 [ANNI]	T = 10 [ANNI]	T = 20 [ANNI]	T = 30 [ANNI]	T = 50 [ANNI]	T = 100 [ANNI]	T = 200 [ANNI]
0.5	24	33	41	50	56	67	82	96
1	31	43	53	65	72	86	105	124
2	39	53	65	80	88	106	129	153
3	43	59	72	89	98	118	144	170
4	46	63	77	95	106	127	154	182
5	49	67	81	101	112	134	163	193
6	51	70	85	105	117	140	170	201
7	53	72	88	109	121	145	176	208
8	54	74	91	112	125	149	182	215
9	56	76	93	115	128	154	187	221
10	57	78	96	118	131	157	191	226
11	58	80	98	121	134	161	195	231
12	60	82	100	123	136	164	199	235
13	61	83	101	125	139	167	203	240
14	62	84	103	127	141	169	206	244
15	63	86	105	129	143	172	209	247
16	63	87	106	131	145	175	212	251
17	64	88	108	133	147	177	215	254
18	65	89	109	135	149	179	218	257
19	66	90	110	136	151	181	220	260
20	67	91	111	138	153	183	223	263
21	67	92	113	139	154	185	225	266
22	68	93	114	141	156	187	228	269
23	69	94	115	142	157	189	230	272
24	69	95	116	143	159	191	232	274

6.2.4 Valutazione della pioggia efficace (netta)

La determinazione della pioggia efficace, ovvero della porzione del volume di precipitazione che contribuisce effettivamente alla formazione dell'onda di piena, è stata eseguita applicando il "metodo percentuale" ϕ .

Questo metodo ipotizza che le perdite costituiscano una percentuale costante della quantità di pioggia durante l'evento.

Si considera il coefficiente di deflusso ϕ , caratteristico dell'evento nella sua totalità, come rapporto tra il volume di precipitazione netta (P_{netta}) ed il volume di precipitazione totale (P):

$$\phi = \frac{P_{netta}}{P}$$

Al fine di ottenere lo ietogramma di pioggia netta, la pioggia sintetica "di progetto" viene moltiplicata per il parametro ϕ , ammettendosi così che i fenomeni di infiltrazione e perdita idrica siano costanti durante tutta la durata dell'evento piovoso.

Nel presente studio il coefficiente ϕ è stato calcolato a partire dal Curve Number (CN), numero adimensionale funzione della natura litologica del suolo, del tipo di copertura e dello stato di imbonimento iniziale del terreno, ossia della condizione di umidità antecedente un evento meteorico.

Per quanto riguarda la copertura del suolo, le aree di progetto, allo stato ante-operam, non risultano impermeabilizzate e sono prevalentemente occupate da "seminativi in aree non irrigue" (2111). Si riportano di seguito i valori di CN_{II} secondo il progetto CORINE Land Cover per tale classe di copertura del suolo.

Classi di uso del suolo della Corine Land Cover 2008		CN_{II}			
		A	B	C	D
2111	seminativi in aree non irrigue	61	73	81	84

Figura 6-6: Valori di CN_{II} secondo il progetto CORINE Land Cover per la classi di copertura del suolo d'interesse.

In merito alla natura litologica del suolo, dallo studio geologico è emersa la presenza di terreni con buona permeabilità (paragrafo 3.2); pertanto, è stata attribuita la classe B di tipo idrologico di suolo all'area di progetto (Figura 6-7).

Tipo idrologico di suolo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloid, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Figura 6-7: Classi Tipo idrologico di suolo.

Tali considerazioni hanno portato a considerare un valore del CN_{II} pari a 73.



Si assume, inoltre, che il valore di CN possa variare in relazione alle condizioni iniziali di imbibimento all'atto della piena. Lo stato di imbibimento viene espresso, in modo quali-quantitativo, in base ad un indice di pioggia, ovvero la pioggia totale caduta nei cinque giorni che precedono l'evento di piena. A seconda di tale valore, vengono identificate le tre classi AMC I, II, III, che rappresentano rispettivamente terreno inizialmente asciutto, mediamente imbibito e fortemente imbibito.

A favore di sicurezza, nelle successive fasi di calcolo sarà considerata la classe AMC III. Il valore del CN_{III} corrispondente può essere derivato grazie alla seguente equazione:

$$CN (III) = \frac{23 CN (II)}{10 + 0.13 CN (II)}$$

Si ottiene quindi un valore del CN_{III} pari a **86**.

Il coefficiente di deflusso ϕ è stato poi dedotto a partire dal valore di *Curve Number* con il metodo SCS-CN. Data un evento caratterizzato da un'altezza di precipitazione lorda P [mm], il modello SCS-CN permette di stimare la l'altezza di precipitazione netta, ossia il deflusso superficiale SR [mm], come segue:

$$SR = \frac{(P - IA)^2}{P - IA + S}$$

Dove S [mm] rappresenta la massima capacità di ritenzione idrica del suolo, mentre IA [mm] le perdite iniziali dovute all'intercettazione, all'infiltrazione e alla saturazione delle depressioni superficiali:

$$S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$
$$IA = 0,2 \cdot S$$

Il coefficiente di deflusso ϕ può essere calcolato dal rapporto tra la precipitazione lorda P e quella netta SR dell'evento meteorico.

$$\phi = \frac{1}{1 + \frac{S}{P - IA}}$$

Il coefficiente di deflusso ϕ è stato quindi definito diversamente per ogni area scolante, in funzione del tempo di ritorno e della durata dell'evento di precipitazione di progetto.

Per quanto concerne il coefficiente di deflusso di progetto delle strade di accesso e delle piazzole di cantiere e permanenti si rimanda ai successivi paragrafi.

6.2.5 Valutazione post-operam e fase di cantiere

In merito alle aree prevalentemente permeabili è stato valutato l'impatto delle opere permanenti e temporanee, ovvero la piazzola intorno alla torre, la strada di accesso e la piazzola di cantiere.

Si è valutata arealmente l'incidenza delle acque meteoriche e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili.

Le strade di accesso e le piazzole di cantiere saranno pavimentate con misto granulare stabilizzato: a tal proposito, si è reso necessario un aumento cautelativo del coefficiente di deflusso per tali aree, pari a **0,7**.

Per quanto riguarda le piazzole permanenti intorno alla WTG, l'impermeabilizzazione consiste nel basamento della torre avente diametro 7 metri e un'area rettangolare intorno al basamento in misto granulare stabilizzato. Nel calcolo della pioggia netta è stato quindi calcolato il coefficiente di deflusso medio ponderale sulla base delle precedenti assunzioni portando ad un aumento cautelativo del coefficiente di deflusso per l'intera piazzola permanente pari a **0,77**.

Sulla base dei coefficienti di deflusso stimati sono state calcolate le portate al colmo durante l'evento intenso di progetto nello scenario post-operam, valutando inoltre la capacità idraulica dei canali esistenti e in progetto.

6.2.6 Modello di trasformazione afflussi/deflussi – stima delle portate di progetto post-operam

Per calcolare le portate di scolo dai bacini imbriferi costituiti dai singoli settori in cui è prevista l'area di progetto, si è determinato per ognuno di essi l'evento critico, cioè l'evento meteorico che produce la massima portata al colmo (portata critica). A tal fine si è adottato il modello cinematico (o della corrivazione).

Ipotizzando che la precipitazione sia a intensità costante e che la curva tempi aree del bacino sia lineare, la durata critica coincide con il tempo di corrivazione del bacino.

La portata critica (portata di progetto) è data dall'espressione:

$$Q_P = \Phi \cdot \frac{i(T, t_C) \cdot A}{360}$$

Dove:

- Q_P : portata critica (netta) [m³/s];
- Φ : coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];
- $i(T, t_C)$: intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino (t_C - min) ed avente un tempo di ritorno (T - anni) [mm/h];
- A: superficie del bacino [ha].

Il valore del tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di *overland flow*, stimato con la formula di Kerby, e quello di *channel flow*, stimato con la formula di Kirpich.

6.3 CALCOLI E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI

Attraverso l'analisi TauDEM rielaborata in ambiente GIS è stato indentificato un reticolo idrografico caratterizzato da corsi preferenziali che non presentano necessariamente un alveo ben definito ma possono raggiungere portate significative in seguito ad eventi di pioggia intensi non ordinari. Il reticolo estratto dall'analisi TauDEM è stato quindi integrato al reticolo idrografico del Geoportale nazionale, al reticolo idrografico disponibile sul geoportale della Regione Lazio e alla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM).

Il progetto ha previsto una sistemazione del drenaggio oggi assente al fine di indirizzare e distribuire le portate, costituita da canalette di forma trapezia scavate nel terreno naturale.

Tra i vantaggi idraulici essi immagazzinano e convogliano le acque scolanti meteoriche favorendo la riduzione dei picchi di deflusso, l'infiltrazione e il rallentamento dei flussi, a seconda della pendenza.

Per le piazzole di cantiere e permanenti si prevede un fosso di guardia perimetrale in terra. Per le piazzole permanenti si prevede inoltre l'installazione di trincee drenanti, con l'obiettivo di ridurre i picchi di deflusso che gravano sullo scarico finale con conseguente erosione potenziale. Inoltre, le trincee drenanti riducono il carico inquinante, sfruttando i processi naturali di abbattimento degli stessi, andando a contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale delle opere di progetto. Le trincee drenanti saranno costituite da scavi riempiti con materiale con ottima capacità drenante del tipo ghiaia/ciottolato.

La viabilità di accesso sarà corredata da fossi di guardia ai lati, con tubazioni sotto il piano stradale nel caso di versanti ripidi e bacini di scolo significativi gravanti sul piano stradale.

6.3.1 Fosso di guardia e tubazioni

Il presente paragrafo presenta lo studio preliminare dei fossi di guardia delle piazzole e delle strade. Nelle fasi di progettazione successive, sulla base del sopralluogo in sito e rilievo aggiornato, sarà possibile definire la sezione idraulica più adatta alla regimazione del deflusso meteorico per ogni strada e piazzola.

La capacità di convogliamento della sezione idraulica è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, secondo la normale prassi progettuale, utilizzando la nota formula di Chezy:

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} i^{1/2}}{n}$$

Dove:

- Q : portata di riferimento [m^3/s];
- A : area della sezione bagnata [m^2];
- R : raggio idraulico [m] (rapporto tra A e il corrispondente perimetro bagnato della sezione);
- i : pendenza dell'alveo [m/m];
- n : coefficiente di conduttanza idraulica di Manning.

I fossi saranno realizzati in scavo con una sezione trapezoidale di larghezza e profondità variabile in funzione della portata di progetto e sponde inclinate di 45° (Figura 6-8).

In corrispondenza di interferenze tra corsi d'acqua esistenti e viabilità di progetto si sono previsti dei tratti interrati composti da scatolati in c.a. carrabili.

Nei rami di significativa lunghezza, al fine di ridurre la velocità di scorrimento in occasione di eventi con

tempo di ritorno 2-5 anni, saranno inseriti dei salti di fondo.

Lo scopo delle canalette e dei condotti interrati è quello di permettere il deflusso dell'intera portata di progetto, relativa a un tempo di ritorno di **30 anni** per le piazzole permanenti e per le strade, ed un tempo di ritorno di **2 anni** per le piazzole di cantiere.

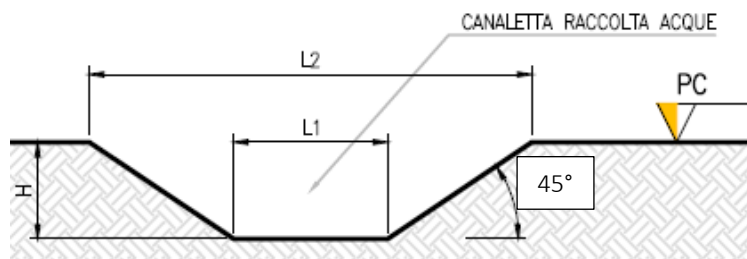


Figura 6-8: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

Per quanto riguarda le tubazioni sotto il piano stradale, avranno una spaziatura tale da assicurare il corretto deflusso delle acque di pioggia provenienti da parte del manto stradale e dal versante (ove presente), e assicurare un'interferenza con l'idrografia esistente quanto più minima tra ante- e post-operam. Per il dimensionamento delle tubazioni e della spaziatura si rimanda al paragrafo 6.4.3.

Gli scarichi della rete di drenaggio post-operam, sia per le strade sia per le piazzole, convergeranno ai ricettori esistenti ante-operam.

6.3.2 Trincea drenante

Una trincea drenante è un sistema lineare di gestione dell'acqua piovana costituita da una trincea sotterranea riempita di ghiaia ricoperta di geotessile, in grado di smaltire acqua nei terreni circostanti attraverso i lati e il fondo della trincea, e di abbattere i picchi di deflusso.

Questa tipologia di sistemi di drenaggio sostenibile (SuDS) sono generalmente realizzati con forme differenti in funzione del volume necessario e degli aspetti paesaggistico/architettonici.

Oltre ai vantaggi in materia idraulica già descritti precedentemente, la scelta di inserimento di queste vasche consentirà di ridurre il carico inquinante, sfruttando i processi naturali di abbattimento degli stessi, andando a contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale delle opere di progetto.

Gli scavi sono in genere di sezione rettangolare, riempiti con materiale inerte naturale ghiaioso e sabbioso, ad elevata permeabilità.

L'acqua infiltrata viene trasportata lungo la trincea attraverso il materiale di riempimento o utilizzando una tubazione drenante collocata alla base della trincea. Per evitare l'intasamento del corpo drenante da parti fini, lo scavo sarà completamente rivestito da strati di tessuto non tessuto.

Sono previsti pozzetti di ispezione e manutenzione.

Di seguito si riporta un'immagine esemplificativa dell'opera in oggetto.

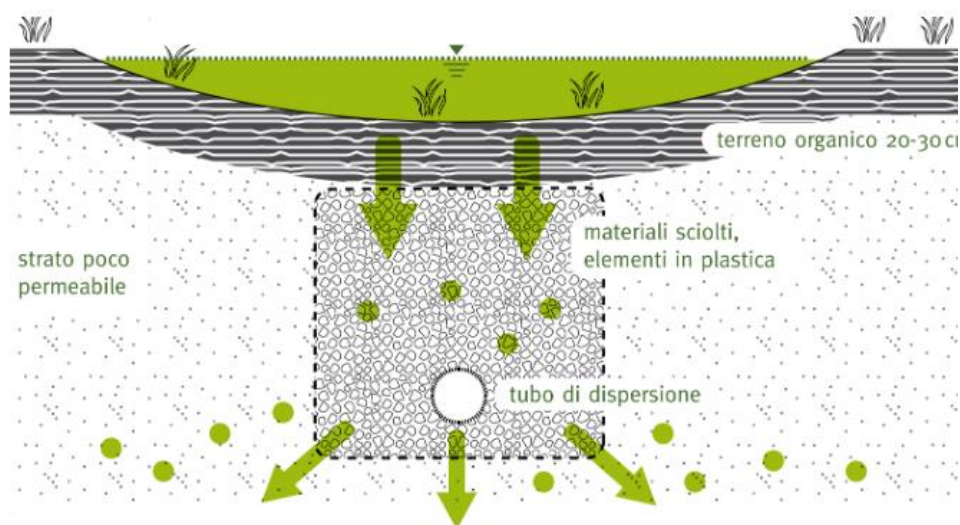


Figura 6-9: Schema esemplificativo di trincea di infiltrazione

Il dimensionamento è stato condotto secondo le linee progettuali de “Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione – HOEPLI” sulla base della legge di Darcy.

$$Q_f = k \cdot J \cdot A$$

Dove:

- Q_f : portata di infiltrazione [m^3/s];
- k : coefficiente di permeabilità [m/s];
- J : cadente piezometrica [m/m];
- A : superficie netta d’infiltrazione [m^2].

Al fine di tener conto che gli strati di terreno in questione si trovano spesso in condizioni insature, è opportuno ridurre del 50% il valore della permeabilità che compare nella legge di Darcy [Sieker, 1984].

Per il dimensionamento preliminare della trincea si rimanda al paragrafo 6.5.3.

6.4 SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE - VIABILITÀ

Il presente paragrafo identifica gli interventi necessari per garantire il corretto deflusso delle piste di accesso, il minimo impatto delle stesse sull'idrografia esistente e l'eventuale attraversamento in sicurezza di corsi d'acqua minori.

6.4.1 Sistema di gestione delle acque meteoriche: strade

Sulla base della pratica e di fonti di letteratura, la deviazione del deflusso inalveato al di fuori del suo naturale percorso ha conseguenze considerevoli sull'assetto esistente dei solchi di drenaggio e, nel caso di pendenze elevate, del versante.

Una volta arrivato sulla sede stradale, infatti, il deflusso che eccede la capacità di smaltimento del manufatto, in genere non prosegue nel suo percorso rientrando in alveo, ma segue la strada fino a sfociare sul versante in una porzione non protetta, saturandolo, ed in generale predisponendolo al dissesto. Questo tipo di fenomeno è molto spesso la fonte primaria di detrito e la causa principale di cedimento delle strade.

Le opere di regimazione delle acque superficiali si rendono necessarie e determinanti nell'ottica di una riduzione dell'impatto ambientale e nel limitare gli interventi di manutenzione e, quindi, i costi di gestione.

Al fine di gestire correttamente il deflusso superficiale devono essere quindi realizzati dei manufatti che consentano di intercettare l'acqua ed indirizzarla opportunamente sui versanti, o verso la rete idrografica. Tutte le strade di accesso saranno di tipo permeabile con cassonetto in tout venant dallo spessore di 40 cm e uno strato di finitura in ghiaia o pietrisco dallo spessore di 10 cm.

A seconda della morfologia del terreno, sarà introdotto un sistema diverso di gestione del deflusso secondo quattro casistiche:

- **Strada in piano:** Strade realizzate in piano con manto a schiena d'asino con pendenza minima pari a circa il 2%; posto che non vi siano bacini scolanti gravanti sulle strade non sarebbe necessaria la realizzazione di fossi laterali, tuttavia, questa tipologia di strada è stata comunque dotata di due canalette a sezione trapezia a lato. (Figura 6-10)
- **Strada a mezza costa:** casistica dove sulla strada grava non solo il deflusso della stessa, ma anche quello derivante dal lato di monte. In questo caso si gestiscono le acque con due fossi, uno sul lato di monte e uno sul lato di valle. Gli scarichi per questa tipologia costruttiva sono situati al di sotto del manto stradale. La pendenza del manto stradale è variabile a seconda della morfologia del terreno. (Figura 6-11)
- **Strada in rilevato:** strada realizzata mediante un riporto di altezza variabile, le cui scarpate hanno pendenza variabile; anche in questo caso è prevista la realizzazione di due canalette a lato della strada, in corrispondenza del piede della sponda. In questo caso lo scarico avviene a lato seguendo la pendenza del versante, secondo l'idrografia del terreno. (Figura 6-12)
- **Strada in trincea:** costruite previa realizzazione di una trincea le cui scarpate hanno pendenza variabile; sono previste due canalette a lato della strada posizionate all'interno della trincea. Essendo le canalette posizionate ad una quota inferiore al piano campagna, esse scaricheranno le acque raccolte non appena la morfologia e la pendenza del terreno consentono lo scarico a gravità. (Figura 6-13)

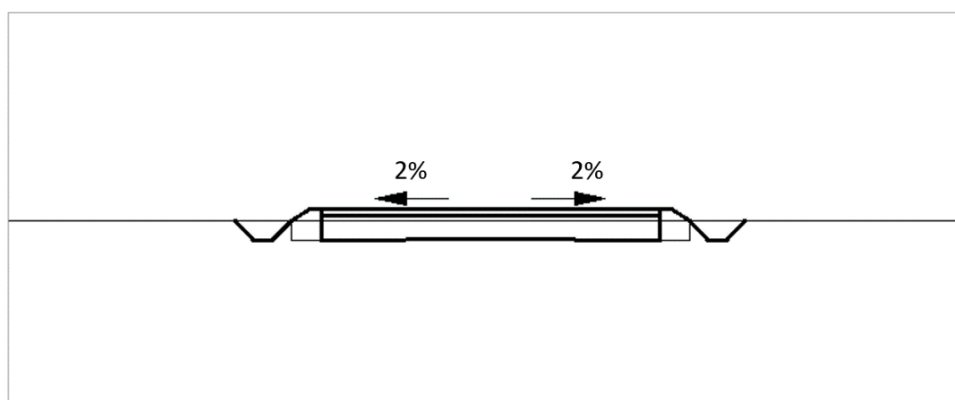


Figura 6-10: Sezione trasversale per strada in piano.

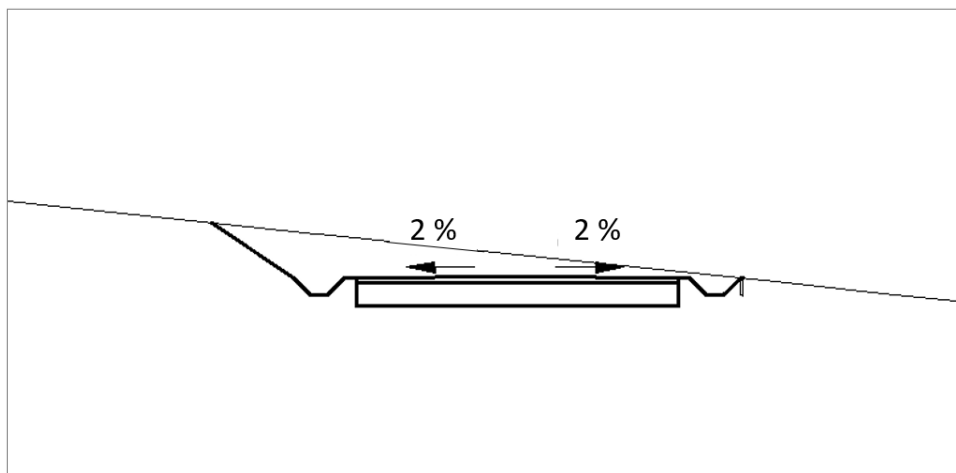


Figura 6-11: Sezione trasversale per strada a mezza costa.

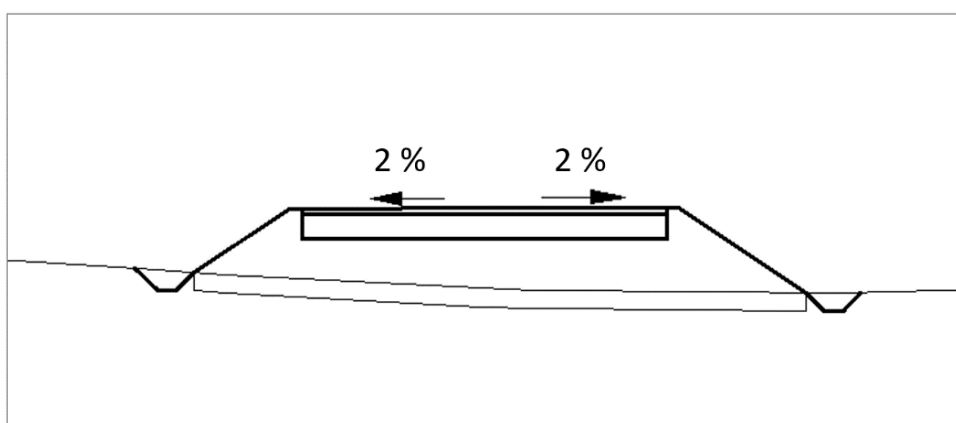


Figura 6-12: Sezione trasversale per strada in rilevato.

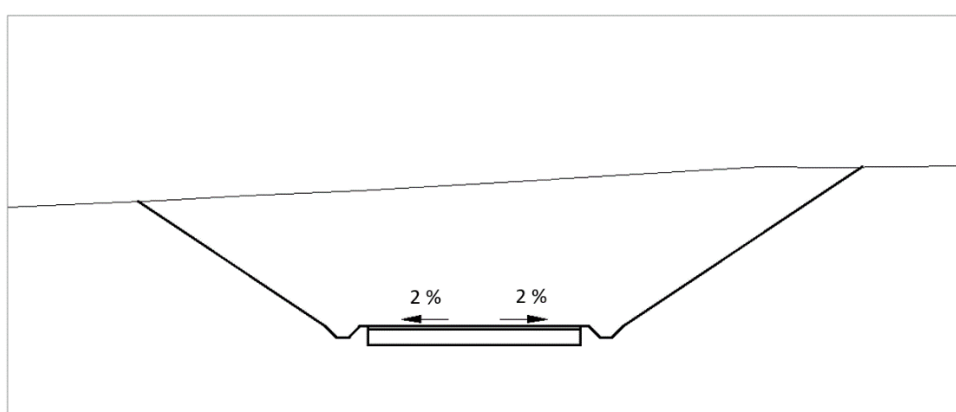


Figura 6-13: Sezione trasversale per strada in trincea.

A causa della morfologia del terreno e delle esigenze pratiche del progetto in questione, le strade di accesso alle piazzole non saranno realizzate secondo un'unica tipologia ma possono contenere molteplici casistiche.

Sulla base del reticolo idrografico disponibile su Geoportale Nazionale, del reticolo idrografico disponibile sul Geoportale della Regione Lazio, della carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto

Geografico Militare (IGM), dell'idrografia estratta mediante simulazione del modello digitale del terreno condotta mediante algoritmi TauDEM e dalla consultazione delle immagini satellitari, sono emerse molteplici interferenze tra la viabilità di progetto e i corsi d'acqua. Si rimanda al capitolo 0 per lo studio e la risoluzione di tali interferenze.

Si sottolinea come nel presente studio siano stati considerati anche i solchi di drenaggio naturali non riconosciuti dal reticolo idrografico disponibile sul Geoportale Nazionale, dal reticolo idrografico disponibile sul Geoportale della Regione Lazio o dalla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), ma individuati dall'analisi del DEM e dalle immagini satellitari. Nella successiva fase progettuale, inseguito a sopralluogo in sito, rilievo aggiornato e studio idraulico di dettaglio, sarà possibile identificare con maggior precisione tali percorsi preferenziali che, sebbene non presentino un alveo ben definito e non siano soggetti a pianificazione di rischio, saranno in ogni caso tutelati in fase costruttiva al fine di mantenerne la continuità idraulica.

6.4.2 Tipologico - fosso di guardia e tubazioni

In combinazione con la sagomatura del piano stradale, saranno realizzati una serie di manufatti che consentano di intercettare l'acqua ed indirizzarla opportunamente verso la rete idrografica esistente.

Si prevedono fossi di guardia lungo le strade così da prevenire fenomeni di dissesto idrogeologico innescati dall'alterazione della naturale circolazione idrica dei versanti interessati dalla viabilità e della rete idrografica che vi sottende.

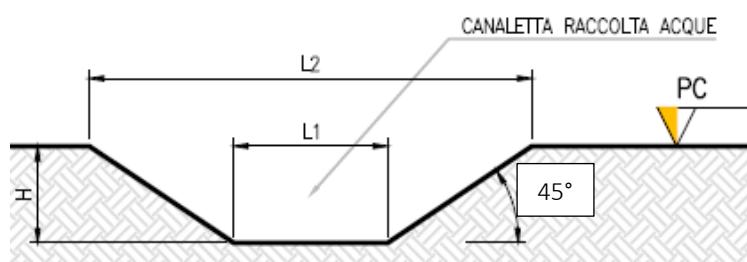


Figura 6-14: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo, le dimensioni saranno ricalcolate nel corso delle successive fasi progettuali per ogni accesso alle WTG.

Tabella 6.5: Dimensioni sezione tipo canaletta di drenaggio.

TABELLA DIMENSIONI SCHEMA TIPO CANALETTA		
L1 [m]	L2 [m]	H [m]
0,3	0,9	0,3

Tali fossi, che confluiscono in tombini, si raccorderanno a tubazioni che sottopassano la sede stradale e smaltiscono il deflusso verso i punti di scarico.

Il raccordo tra fosso di drenaggio e tombino che sottopassa la strada, avviene per mezzo di un pozzetto d'ispezione e raccordo, così anche da ridurre la quantità di sedimento a valle. Al fine di garantire una maggiore efficienza del deflusso, è opportuno operare con protezione dei punti di ingresso e di uscita dei tombini, così da ridurre o evitare intasamenti ed erosione sulla scarpata di valle o sul versante. Tali protezioni si possono realizzare in modo semplice ed efficace, con pietre di grosse dimensioni e tondame, come mostrato in Figura 6-15.



Figura 6-15: Pozzetti in legname e in massi (fonte: "Viabilità forestale regionale" Bortoli, P.L. 2001).

In corrispondenza dei punti di scarico saranno realizzati locali protezione antiersive e dissipazioni in pietrame.

In questa fase preliminare è stato valutato, a titolo di esempio, il caso di un tratto di strada a mezza costa, avendo quale area scolante non solo la strada di progetto, ma anche il versante.

Sulla base dell'analisi idrologica e del modello digitale del terreno con risoluzione spaziale 10x10 m e in relazione alle considerazioni idrauliche al paragrafo 6.3, considerando un'area scolante di versante di circa **20000 m²**, un tempo di ritorno di **30 anni** ed una lunghezza del tratto di nuova viabilità di **100 m**, è prevista una spaziatura delle tubazioni di circa **50 metri** con un diametro dei tubi di **300 mm**, ove la strada non sia in trincea.

Tali dimensioni saranno ricalcolate per ogni strada di accesso nel corso delle successive fasi progettuali, in seguito a rilevamento topografico, sopralluogo e studio idraulico di dettaglio.

Il posizionamento degli scarichi lungo la viabilità di accesso e per le piazzole è visibile nell'elaborato 2800_5100_CST_PFTE_R09_T01_Rev0_PLANIMETRIADRENAGGI.

6.4.3 Risoluzione delle interferenze con eventuali solchi di drenaggio naturali

Sulla base del reticolo idrografico ottenibile del Geoportale nazionale, del reticolo idrografico disponibile sul Geoportale della Regione Lazio, della carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), dell'idrografia estratta dalla simulazione del modello digitale del terreno condotta mediante algoritmi TauDEM, delle immagini satellitari e dei piani PAI/PGRAAC, sono emerse molteplici interferenze con l'idrografia lungo la viabilità in progetto.

Come sottolineato in precedenza, nel presente studio sono stati considerati anche i solchi di drenaggio naturali non riconosciuti dal reticolo idrografico del Geoportale nazionale o dalla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), ma individuati dall'analisi del DEM e dalle immagini satellitari. Nella successiva fase progettuale, inseguito a sopralluogo in sito, rilievo aggiornato e studio idraulico di dettaglio, sarà possibile identificare con maggior precisione tali percorsi preferenziali che, sebbene non presentino un alveo ben definito e non siano soggetti a pianificazione di rischio, saranno in ogni caso tutelati in fase costruttiva al fine di mantenerne la continuità idraulica.

Nella necessità di superare un'interferenza tra la strada di progetto e l'idrografia, al fine di garantire la continuità idraulica del reticolo naturale, si è reso utile l'utilizzo di tombotti in c.a. carrabili.

Si è considerato di evitare la soluzione del guado poiché costituirebbe un ostacolo per il transito dei mezzi logistici durante la fase di cantiere.

Al fine di evitare che all'ingresso del tombotto si possano formare rallentamenti del deflusso e ristagni che causano la deposizione di materiale e quindi ne riducono l'efficienza fino ad intasarlo, saranno implementate le seguenti soluzioni:

1. Evitare allargamenti dell'alveo in prossimità dell'imboccatura;
2. Evitare diminuzioni di pendenza in prossimità dell'imboccatura;
3. Raccordare alveo e tombotto con angoli quanto più ottusi.

Il tombotto dovrà essere dimensionato, da un punto di vista idraulico, in relazione ad una portata di un evento di pioggia con tempo di ritorno pari a 200 anni.



Figura 6-16: Esempi di tombotti.

Si rimanda al capitolo 0 per l'identificazione e la verifica di compatibilità idraulica delle interferenze con corpi idrici superficiali.

6.5 SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE - PIAZZOLE

Il presente paragrafo identifica gli interventi necessari per garantire il corretto deflusso delle piazzole permanenti e quelle della fase di cantiere ed il minimo impatto delle stesse sull'idrografia esistente.

A favore di sicurezza è stata valutata anche la fase di cantiere, nonostante questa occuperà un intervallo temporale molto breve e transitorio.

6.5.1 Fase di cantiere/montaggio

Al fine di garantire il corretto smaltimento del deflusso superficiale prodotto dall'area di cantiere, si prevede un fosso di guardia perimetrale scavato nel terreno naturale, al fine di raccordare il deflusso delle acque meteoriche interne all'area di cantiere unitamente a quelle esterne gravanti sull'area di progetto. Al paragrafo 6.3.1 i criteri per il dimensionamento del fosso.

Le opere idrauliche in progetto, avendo queste il solo scopo di garantire la viabilità di passaggio e trasporto durante la fase di cantiere e per le attività di manutenzione durante l'esercizio, saranno progettate al fine di minimizzare l'alterazione al naturale deflusso dell'area di progetto.

Al fine di non modificare la rete naturale allo stato attuale e definire un sistema di drenaggio con il minor impatto è stata eseguita una simulazione del modello digitale del terreno disponibile con lo scopo di identificare le principali informazioni morfologiche e idrologiche a scala di bacino nello stato di fatto (pendenze e isoipse, delimitazione del bacino idrografico, rete principale e secondaria).

A tal proposito, lo scarico delle acque superficiali avverrà in conformità con la rete idrografica esistente, desunta dallo studio del modello digitale del terreno.

La seguente Figura 6-17 mostra un tipologico dell'area scolante esterna gravante sull'area di cantiere (B1) e l'area scolante interna (B2). Il fosso di guardia perimetrale andrà a scaricare in modo da assecondare l'idrografia esistente nel punto indicato in figura.

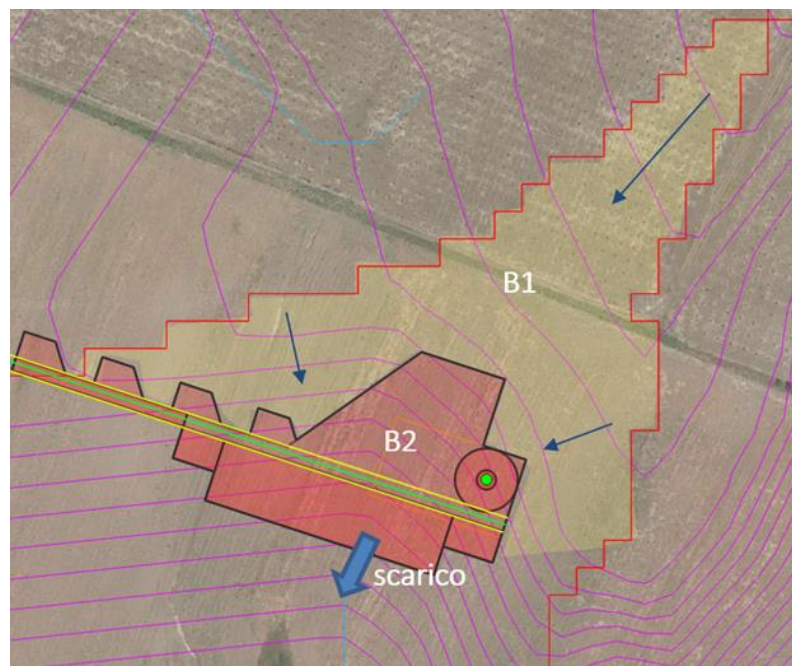


Figura 6-17: tipologico dell'area scolante esterna gravante sull'area di cantiere (B1) e l'area scolante interna (B2)

Al fine di proteggere il suolo da fenomeni erosivi provocati dalla corrente uscente dall'area di cantiere, saranno posizionati dei letti in riprap di dissipazione, disposti su stese in geotessuto.

Si tratta di difese con materiali inerti naturali caratterizzate dall'essere permeabili ed in grado di subire assestamenti senza danni. La granulometria nominale risulta dimensionata sulla base dei risultati della modellazione idraulica per garantire la stabilità.

Le regole generali di progettazione di protezioni con pietrame sciolto prevedono uno spessore minimo di 30 cm. Questo requisito è giustificato anche per ragioni pratiche di realizzazione e di posa.

Le dimensioni degli elementi lapidei saranno maggiori rispetto a quelle che la corrente è in grado di trascinare e deve essere fatta in funzione delle sollecitazioni meccaniche a cui verranno sottoposte in esercizio, ovvero le forze di trascinamento dovute alla corrente.

Nelle fasi di progettazione successiva sulla base di sopralluogo in sito, rilievo aggiornato e studio idraulico di dettaglio, sarà possibile definire con maggior accuratezza i punti di scarico idonei e conformi alla topografia esistente.

Al termine della fase di cantiere, si prevede la rimozione delle opere non funzionali alla regimazione idraulica delle piazzole definitive degli aerogeneratori. Tuttavia, sarà possibile dettagliare le scelte progettuali nella successiva fase progettuale, sulla base dello studio idrologico e idraulico di dettaglio.



6.5.2 Piazzole definitive

Durante la vita utile, la situazione post operam consisterà in una piazzola non oggetto di rinverdimento nell'intorno della torre; la piazzola sarà di forma rettangolare e caratterizzata una superficie pari a circa 1400 m².

Le medesime considerazioni applicate alla fase di cantiere (6.5.1 Fase di cantiere) si applicano alla piazzola in fase di vita utile: è previsto un fosso di guardia perimetrale, al fine di raccordare il deflusso superficiale interno ed esterno, punto di scarico conforme all'idrografia esistente per minimizzare l'impatto delle opere di progetto e, infine, letto in riprap per difendere il suolo al punto di scarico dalla possibile erosione provocata dalla corrente in uscita. Al paragrafo 6.3.1 i criteri per il dimensionamento del fosso.

Nelle fasi di progettazione successiva sulla base di sopralluogo in sito, rilievo aggiornato e studio idraulico di dettaglio, sarà possibile definire con maggior accuratezza i punti di scarico idonei e conformi all'idrografia esistente.

Per le piazzole permanenti, unitamente al fosso perimetrale, si prevede l'installazione di trincee drenanti, con l'obiettivo di ridurre i picchi di deflusso che gravano sullo scarico finale con conseguente erosione potenziale.

Il paragrafo seguente descrive il dimensionamento della trincea inserita nel sistema di drenaggio.

6.5.3 Trincee drenanti

In via preliminare, si prevede l'utilizzo di una trincea drenante di larghezza pari a 1,5 metri, altezza pari a 1 metro e lunghezza longitudinale di circa 156 metri, pari al perimetro della piazzola.

Nella successiva fase progettuale, sulla base di sopralluogo in sito e rilievo topografico, sarà possibile verificare se per ogni piazzola la dimensione longitudinale della trincea sia compatibile con la topografia esistente e, in caso contrario, ridefinire sua lunghezza.

Inoltre, nelle fasi successive saranno effettuare prove di permeabilità nel terreno in tale modo di stimare la portata smaltibile con maggiore accuratezza. Sulla base della portata smaltibile, si potrà verificare se il volume di laminazione preliminare sia sufficiente a gestire eventi pluviali con tempo di ritorno di 30 anni e, in caso contrario, ridefinire la sezione trasversale della trincea.

7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

7.1 IDENTIFICAZIONE DELLE INTERFERENZE

Al fine di valutare la compatibilità idraulica, sono state analizzate le interferenze con il reticolo idrografico e con le aree a pericolosità idraulica per i seguenti elementi:

- Viabilità di nuova realizzazione;
- Tracciato del cavidotto di connessione;
- Piazzole di cantiere;
- Piazzole permanenti;
- Impianto BESS

Per l'idrografia, si è fatto riferimento al reticolo idrografico del progetto DBPRIO10k, al reticolo idrografico disponibile sul geoportale della Regione Lazio, alla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), alla rete estratta dall'analisi DEM e alle immagini satellitari. Per la classificazione delle aree, invece, si è fatto riferimento al PGRAAC e al PAI.

Lo studio non ha evidenziato interferenze con le piazzole definitive degli aerogeneratori, vincolo indispensabile per la realizzazione del progetto, né con le piazzole di cantiere.

Per quanto riguarda la viabilità di progetto, dall'analisi sono emerse n.7 potenziali interferenze con la viabilità di nuova realizzazione (T01, T02,...,T07).

Infine, lo studio specialistico ha individuato n.37 interferenze (I01, I02, I03..., I37) lungo il tracciato del cavidotto di connessione, nessuna delle quali situate all'interno delle fasce di pericolosità idraulica del PGRAAC e del PAI.

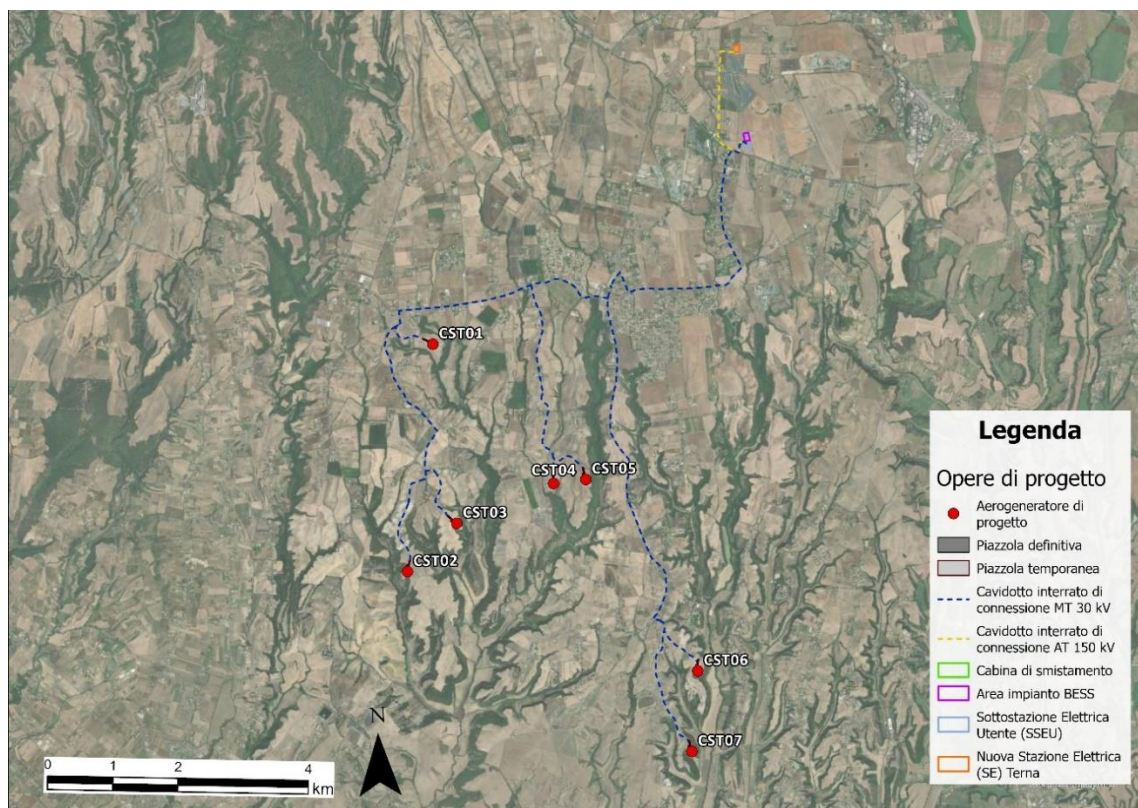


Figura 7-1: Localizzazione degli aerogeneratori in progetto, delle piazzole di cantiere e definitive e del cavidotto di connessione.

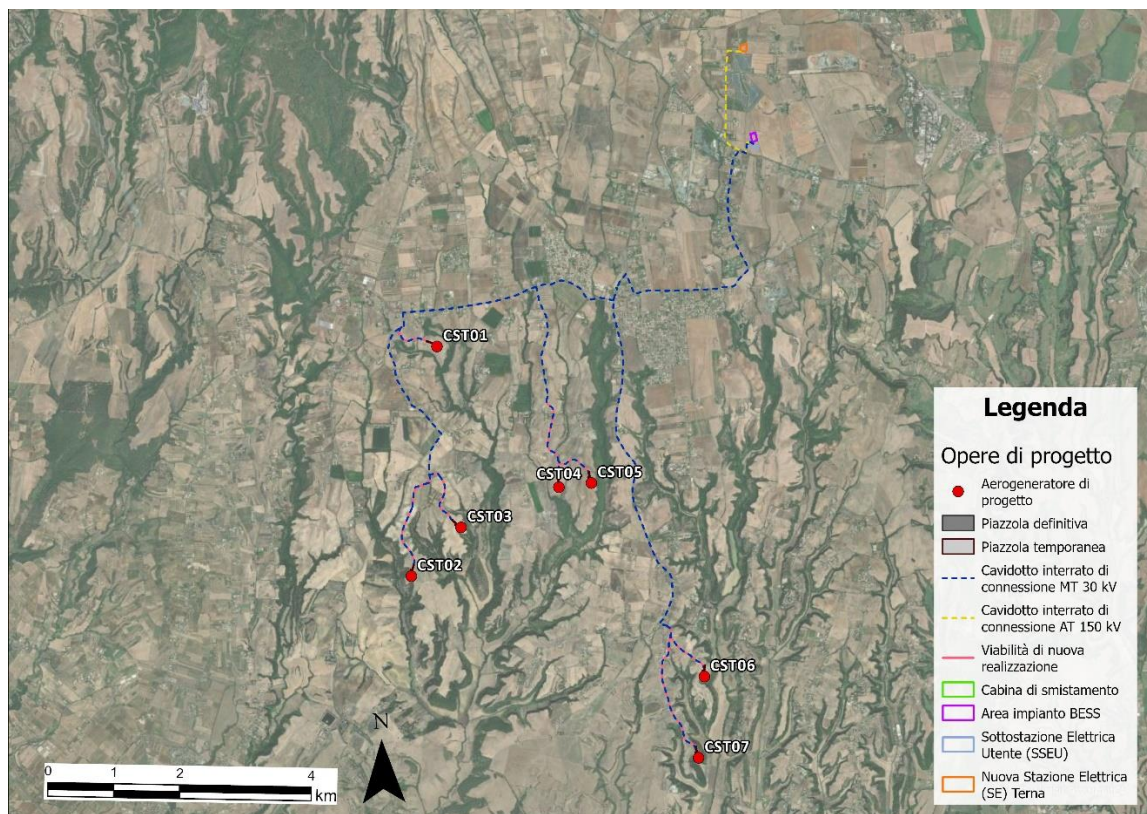


Figura 7-2: Localizzazione degli aerogeneratori in progetto, delle piazzole di cantiere e definitive, della viabilità di nuova realizzazione e del cavidotto di connessione.

7.2 INTERFERENZE CON VIABILITÀ DI NUOVA REALIZZAZIONE

La viabilità di nuova realizzazione interferisce in n.7 punti (T01, T02,...,T07) con l'idrografia (Figura 7-3). Le interferenze T02, T03, T04, T05, T07 in particolare, avvengono con un elemento idrico individuato dal reticolo idrografico del progetto DBPRIOR10K. Le interferenze T01 e T06, invece, sono state identificate dalla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM) e/o dalla consultazione dalle immagini satellitari.

Per l'interferenza T01, tuttavia, dalla consultazione delle immagini satellitari e dall'analisi del DTM non è riscontrato alcun elemento idrico interferente che confermasse quanto individuato dall'IGM.

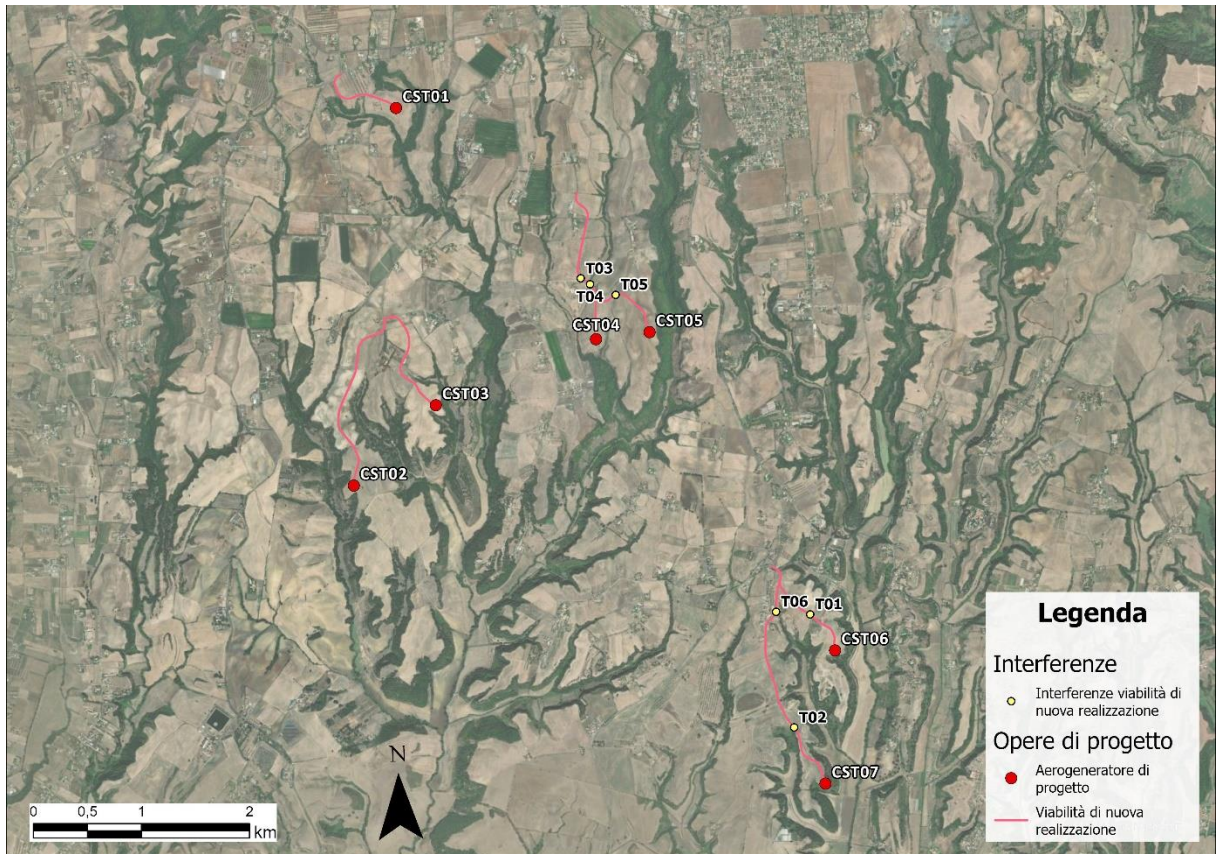


Figura 7-3: Interferenze della viabilità di nuova realizzazione con l'idrografia.



Figura 7-4: Interferenze della viabilità di nuova realizzazione con l'idrografia.



Per rendere la fase post operam il più possibile simile allo stato di fatto, si è previsto di superare le interferenze dimensionando uno scatolare in c.a. carrabile. Gli attraversamenti identificati nell'area di interesse del progetto sono classificati come tombini e restano esclusi dal punto 5.1.2.3 delle NTC-2018, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m³/s. L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti, pari a tempo di ritorno TR = 200 anni.

Il calcolo della portata idrologica di progetto è stato condotto mediante la procedura illustrata nel paragrafo 6.2. In particolare:

- Sulla base di analisi satellitare, sopralluogo e simulazione del modello digitale del terreno, condotta mediante algoritmi TauDEM, è stato stabilito il bacino scolante alla sezione di chiusura corrispondente all'interferenza.
- Il coefficiente di deflusso è stato ricavato sulla base dell'uso del suolo e dello studio della litologia mediante il modello SCS-CN.
- Per la definizione del tempo di corrivazione, è stata considerata la somma del tempo di *overland flow* e *channel flow*. Il tempo di *overland flow* è stato stimato con la formulazione di Kerby, mentre il tempo di *channel flow* con la formulazione di Kirpich; i parametri utilizzati per il calcolo del tempo di corrivazione (lunghezza e pendenza dell'asta principale, lunghezza dell'*overland flow* e pendenza media del bacino) sono stati ricavati sulla base del modello digitale di elevazione con risoluzione 10 x 10 del progetto Tinality.

Tuttavia, oltre che sulla base della portata idrologica due-centennale, il dimensionamento dello scatolare è stato condotto con riferimento anche alle caratteristiche dell'alveo fluviale nel tratto a monte dell'interferenza. In particolare, sulla base del modello digitale del terreno e delle immagini satellitari è stata valutata la sezione idraulica, la scabrezza e la pendenza dell'alveo fluviale al fine di calcolare la portata massima convogliabile dal corso d'acqua interferente.

Per ogni interferenza analizzata, la portata idrologica (T=200 anni) è stata quindi confrontata con la massima portata transitabile a monte.

1. Nello scenario in cui l'alveo naturale a monte è in grado di convogliare interamente la portata idrologica di progetto, il dimensionamento dello scatolare è stato condotto sulla base del valore della portata idrologica, prestando attenzione a definire la larghezza interna del manufatto in funzione della larghezza dell'alveo naturale, prevenendo brusche variazioni della sezione di deflusso e delle condizioni di moto.
2. Viceversa, nello scenario alternativo in cui l'alveo naturale a monte non è in grado di contenere interamente la portata idrologica di progetto, la scelta dello scatolare è stata effettuata secondo un criterio geometrico, assumendo, quali dimensioni del manufatto, la profondità e larghezza massima dell'alveo naturale. In tale scenario, infatti, nel punto di interferenza non transiterà la portata idrologica due-centennale ma il deflusso massimo convogliabile dall'alveo naturale. A tal proposito, nelle successive fasi progettuali si dovrà rilevare la presenza di manufatti idraulici lungo il corso d'acqua, a monte dell'interferenza, in grado di regolare la massima portata transitabile, al pari delle caratteristiche della sezione naturale.

Nei paragrafi seguenti si propone lo studio idrologico e idraulico delle interferenze e il dimensionamento preliminare degli scatolari: alla luce delle considerazioni proposte, si ritengono le interferenze idraulicamente compatibili e superate.

Nelle successive fasi progettuali, sarà necessario condurre un rilievo idraulico della rete al fine di definire con maggiore accuratezza sia le caratteristiche dell'alveo che i parametri idrologici di progetto. Sarà quindi possibile condurre uno studio idrologico e idraulico di dettaglio per verificare i risultati del calcolo preliminare aggiornando, se necessario, la soluzione progettuale proposta.

7.2.1 Interferenza T01

L'interferenza T01 avviene tra la viabilità di nuova realizzazione ed un elemento idrico rappresentato nella cartografia IGM.

Tuttavia, dalla consultazione delle immagini satellitari non è stato riscontrato alcun corso d'acqua potenzialmente interferente nel tratto esaminato. Inoltre, dall'analisi del DTM è emerso come la strada in questione si sviluppi lungo una linea spartiacque del terreno; pertanto, l'area scolante nel punto T01 risulta molto piccola. Infine, si sottolinea la cartografia IGM identifichi l'origine dell'elemento idrico pochi metri a monte del punto T01.

Alla luce di tali considerazioni e tenendo anche conto che, nel corso degli anni, l'andamento planimetrico dei corsi d'acqua può cambiare, lo studio preliminare, non riconoscendo alcun elemento idrico interferente, non ha previsto opere idrauliche o interventi di regimazione idraulica nel punto/tratto analizzato.

Nelle successive fasi progettuali, tuttavia, sulla base di un sopralluogo in sito, rilievo idraulico e studio idrologico e idraulico di dettaglio, sarà necessario verificare quanto ipotizzato.

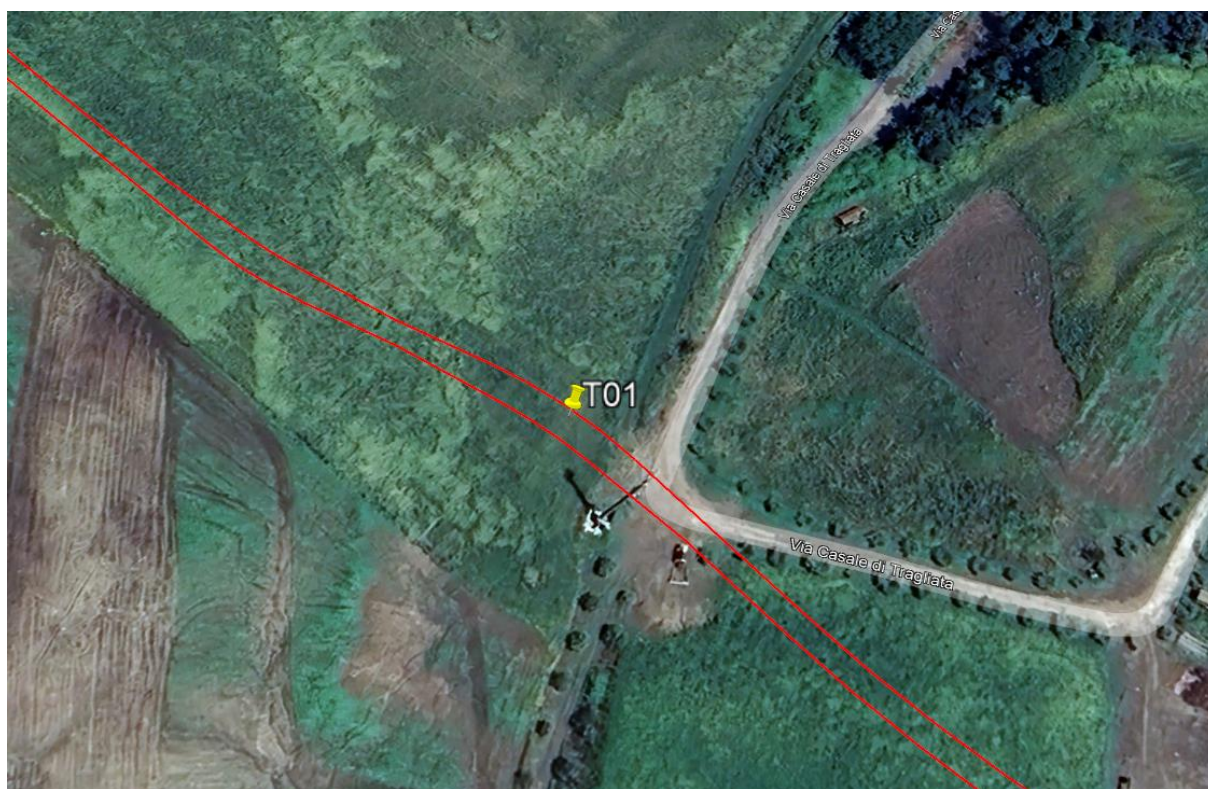


Figura 7-5: Interferenza T01.

7.2.2 Interferenza T02

L'interferenza T02 avviene tra la viabilità di nuova realizzazione ed un corso d'acqua identificato dal reticolo idrografico del progetto DBPRIO10k.

L'interferenza non ricade nelle aree a pericolosità idraulica PAI o PGRAAC.

Si riportano in Tabella 7-1 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T02.

Tabella 7-1: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica preliminare in corrispondenza dell'interferenza T02.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 200
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	0,55
Lunghezza dell'asta principale [m]	200
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,05
Tempo di corrivazione [min]	10
Coefficiente di deflusso [-]	0,30 (T = 2 anni) 0,36 (T = 30 anni) 0,53 (T = 200 anni)

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **0,04 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **0,12 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **0,30 m³/s** per tempo di ritorno pari a **200 anni**.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Sulla base della portata idrologica due-centennale e delle caratteristiche dell'alveo naturale a monte, al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 1,0 metri e altezza pari a 0,5 metri.

La capacità di convogliamento dello scatolare di progetto è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 60 m^{1/3}/s e assumendo una pendenza dell'1% stimata dal modello digitale del terreno.

Sulla base di tali assunzioni, si è verificato come lo scatolare di progetto sia in grado di convogliare la portata idrologica due-centennale, con un grado di riempimento pari a circa 0,30.

Si è valutato di non inserire un manufatto di dimensioni inferiori al fine di prevenire eventuali ostruzioni o accumuli di materiale arboreo.

Nelle successive fasi progettuali, sarà necessario eseguire un rilievo idraulico della rete al fine di definire con maggiore accuratezza sia le caratteristiche dell'alveo che i parametri idrologici di progetto. Sarà quindi possibile condurre uno studio idrologico e idraulico di dettaglio per verificare i risultati del calcolo preliminare aggiornando, se necessario, la soluzione progettuale proposta.

In corrispondenza dell'attraversamento, inoltre, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame e/o riprap come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di

instabilità gravitativa. Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria.



Figura 7-6: Interferenza T02.

7.2.3 Interferenza T03

L'interferenza T03 avviene tra la viabilità di nuova realizzazione ed un corso d'acqua identificato dal reticolo idrografico del progetto DBPRIO10k.

L'interferenza non ricade nelle aree a pericolosità idraulica PAI o PGRAAC.

Si riportano in Tabella 7-2 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T03.

Tabella 7-2: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica preliminare in corrispondenza dell'interferenza T03.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 200
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	8,2
Lunghezza dell'asta principale [m]	250
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,06
Tempo di corrivazione [min]	20
Coefficiente di deflusso [-]	0,30 (T = 2 anni) 0,50 (T = 30 anni) 0,65 (T = 200 anni)

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **0,4 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **1,7 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **3,8 m³/s** per tempo di ritorno pari a **200 anni**.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Sulla base della portata idrologica due-centennale e delle caratteristiche dell'alveo naturale a monte, al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 1,50 metri e altezza pari a 1,25 metri.

La capacità di convogliamento dello scatolare di progetto è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 60 m^{1/3}/s e assumendo una pendenza dell'2% stimata dal modello digitale del terreno.

Sulla base di tali assunzioni, si è verificato come lo scatolare di progetto sia in grado di convogliare la portata idrologica due-centennale, con un grado di riempimento pari a circa 0,50.

Nelle successive fasi progettuali, sarà necessario eseguire un rilievo idraulico della rete al fine di definire con maggiore accuratezza sia le caratteristiche dell'alveo che i parametri idrologici di progetto. Sarà quindi possibile condurre uno studio idrologico e idraulico di dettaglio per verificare i risultati del calcolo preliminare aggiornando, se necessario, la soluzione progettuale proposta.

In corrispondenza dell'attraversamento, inoltre, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame e/o riprap come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di

instabilità gravitativa. Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria.

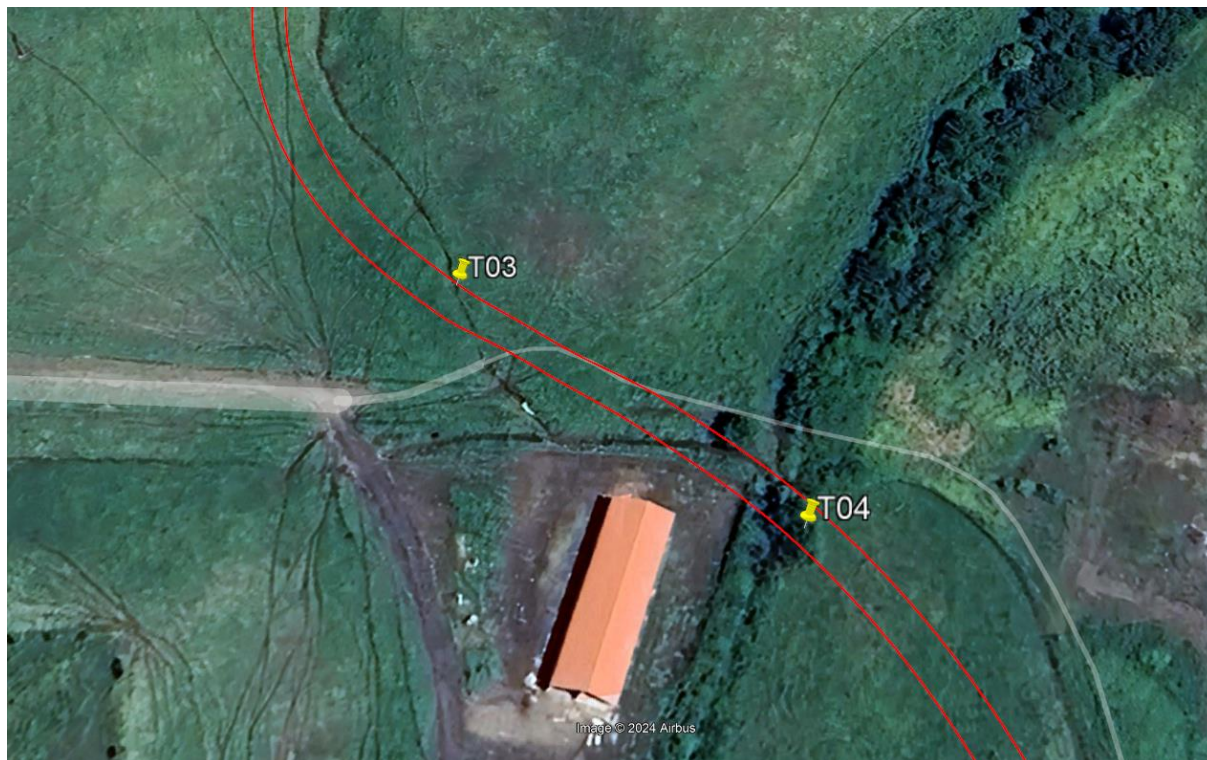


Figura 7-7: Interferenza T03.

7.2.4 Interferenza T04

L'interferenza T04 avviene tra la viabilità di nuova realizzazione ed un corso d'acqua identificato dal reticolo idrografico del progetto DBPRIO10k.

L'interferenza non ricade nelle aree a pericolosità idraulica PAI o PGRAAC.

Si riportano in Tabella 7-3 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T04.

Tabella 7-3: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica preliminare in corrispondenza dell'interferenza T04.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 200
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	160
Lunghezza dell'asta principale [m]	4500
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,02
Tempo di corrivazione [min]	70
Coefficiente di deflusso [-]	0,39 (T = 2 anni) 0,63 (T = 30 anni) 0,76 (T = 200 anni)

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **5,2 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **19,4 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **39,9 m³/s** per tempo di ritorno pari a **200 anni**.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Sulla base della portata idrologica due-centennale e delle caratteristiche dell'alveo naturale a monte, al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 3,6 metri e altezza pari a 2,2 metri.

La capacità di convogliamento dello scatolare di progetto è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ e assumendo una pendenza dell'1 % stimata dal modello digitale del terreno.

Sulla base di tali assunzioni, si è verificato come lo scatolare di progetto sia in grado di convogliare la portata idrologica due-centennale, con un grado di riempimento pari a circa 0,85.

Nelle successive fasi progettuali, sarà necessario eseguire un rilievo idraulico della rete al fine di definire con maggiore accuratezza sia le caratteristiche dell'alveo che i parametri idrologici di progetto. Sarà quindi possibile condurre uno studio idrologico e idraulico di dettaglio per verificare i risultati del calcolo preliminare aggiornando, se necessario, la soluzione progettuale proposta.

In corrispondenza dell'attraversamento, inoltre, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame e/o riprap come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa. Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria.

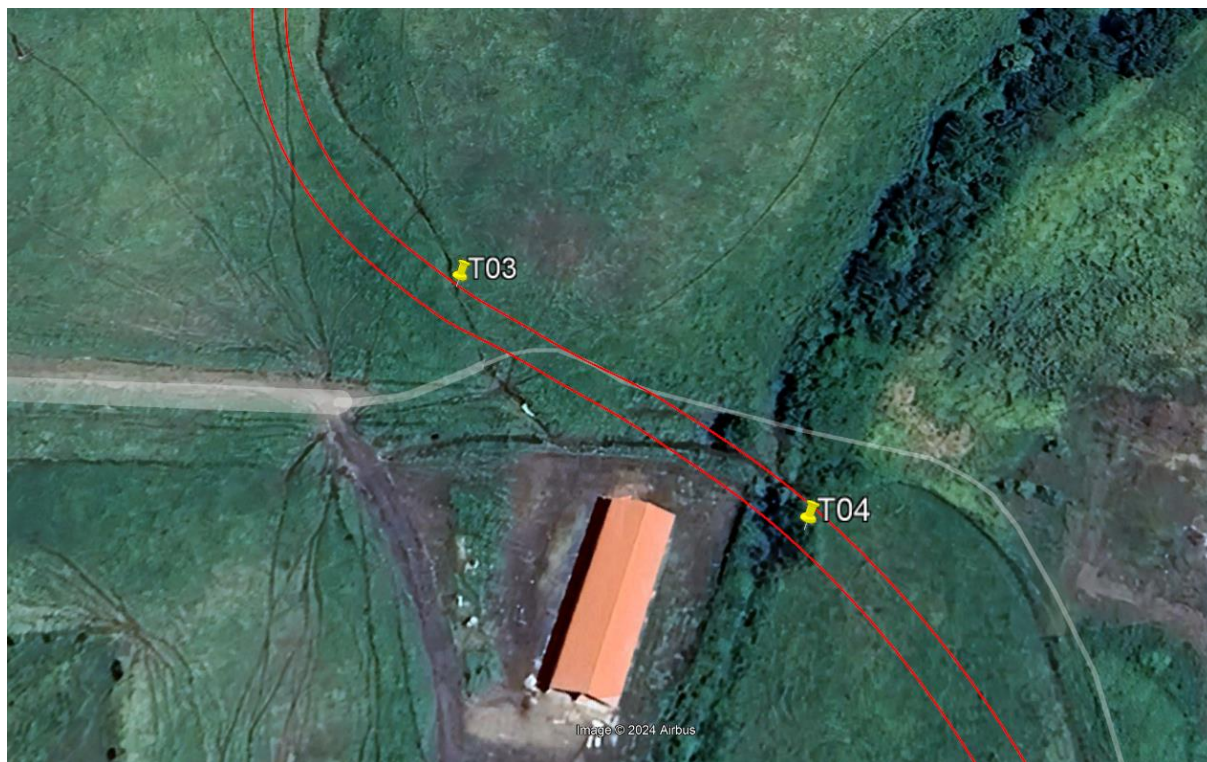


Figura 7-8: Interferenza T04.

7.2.5 Interferenza T05

L'interferenza T05 avviene tra la viabilità di nuova realizzazione ed un corso d'acqua identificato dal reticolo idrografico del progetto DBPRIO10k.

L'interferenza non ricade nelle aree a pericolosità idraulica PAI o PGRAAC.

Si riportano in Tabella 7-4 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T05.

Tabella 7-4: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica preliminare in corrispondenza dell'interferenza T05.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 200
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	7
Lunghezza dell'asta principale [m]	400
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,04
Tempo di corrivazione [min]	12
Coefficiente di deflusso [-]	0,30 (T = 2 anni) 0,39 (T = 30 anni) 0,57 (T = 200 anni)

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **0,5 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **1,5 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **3,7 m³/s** per tempo di ritorno pari a **200 anni**.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Sulla base della portata idrologica due-centennale e delle caratteristiche dell'alveo naturale a monte, al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 1,50 metri e altezza pari a 1,25 metri.

La capacità di convogliamento dello scatolare di progetto è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 60 m^{1/3}/s e assumendo una pendenza dell'1% stimata dal modello digitale del terreno.

Sulla base di tali assunzioni, si è verificato come lo scatolare di progetto sia in grado di convogliare la portata idrologica due-centennale, con un grado di riempimento pari a circa 0,65.

Nelle successive fasi progettuali, sarà necessario eseguire un rilievo idraulico della rete al fine di definire con maggiore accuratezza sia le caratteristiche dell'alveo che i parametri idrologici di progetto. Sarà quindi possibile condurre uno studio idrologico e idraulico di dettaglio per verificare i risultati del calcolo preliminare aggiornando, se necessario, la soluzione progettuale proposta.

In corrispondenza dell'attraversamento, inoltre, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame e/o riprap come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa. Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria.

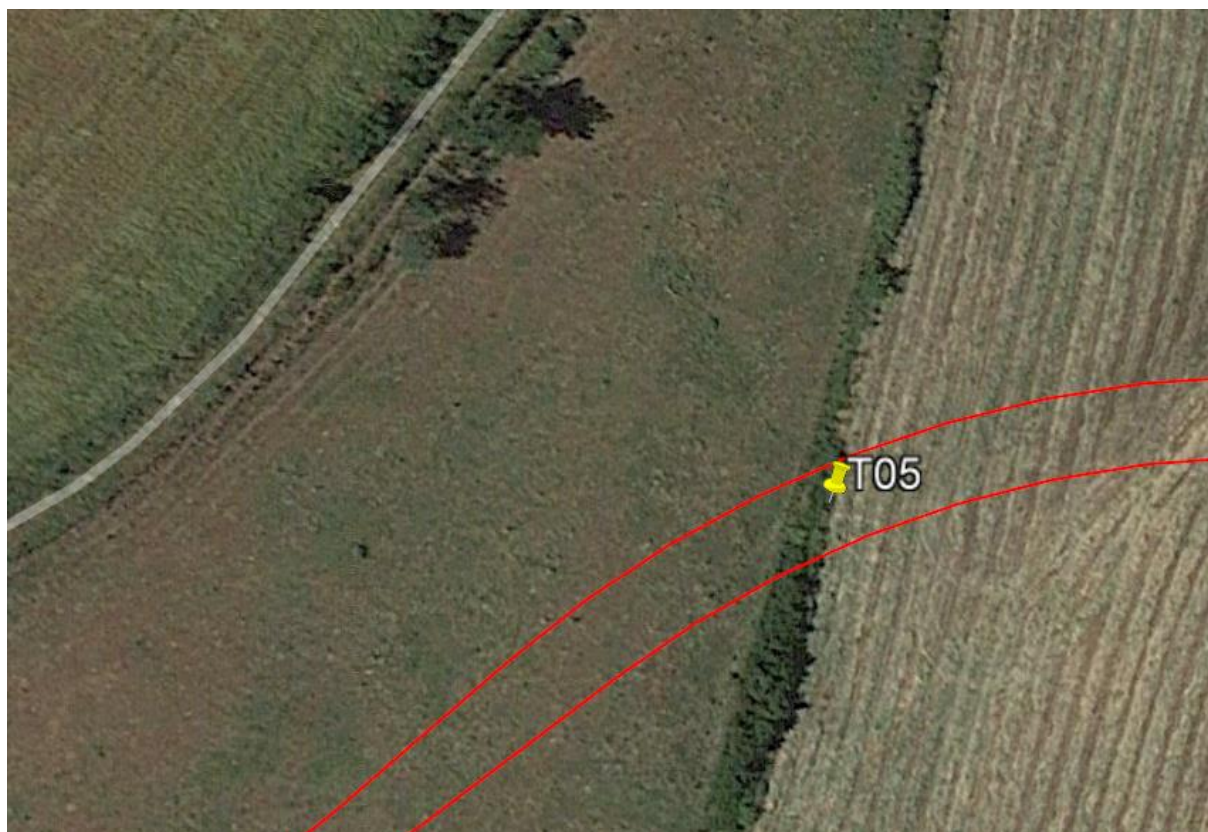


Figura 7-9: Interferenza T05.

7.2.6 Interferenza T06

L'interferenza T06 avviene tra la viabilità di nuova realizzazione ed un elemento idrico minore individuato dalle immagini satellitari.

L'interferenza non ricade nelle aree a pericolosità idraulica PAI o PGRAAC.

Si riportano in Tabella 7-5 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T06.

Tabella 7-5: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica preliminare in corrispondenza dell'interferenza T06.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 200
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	5
Lunghezza dell'asta principale [m]	400
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,03
Tempo di corrivazione [min]	10
Coefficiente di deflusso [-]	0,30 (T = 2 anni) 0,39 (T = 30 anni) 0,56 (T = 200 anni)

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **0,4 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **1,1 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **2,17 m³/s** per tempo di ritorno pari a **200 anni**.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Sulla base della portata idrologica due-centennale e delle caratteristiche dell'alveo naturale a monte, al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 1,5 metri e altezza pari a 1,25 metri.

La capacità di convogliamento dello scatolare di progetto è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ e assumendo una pendenza dell'1% stimata dal modello digitale del terreno.

Sulla base di tali assunzioni, si è verificato come lo scatolare di progetto sia in grado di convogliare la portata idrologica due-centennale, con un grado di riempimento pari a circa 0,50.

Nelle successive fasi progettuali, sarà necessario eseguire un rilievo idraulico della rete al fine di definire con maggiore accuratezza sia le caratteristiche dell'alveo che i parametri idrologici di progetto. Sarà quindi possibile condurre uno studio idrologico e idraulico di dettaglio per verificare i risultati del calcolo preliminare aggiornando, se necessario, la soluzione progettuale proposta.

In corrispondenza dell'attraversamento, inoltre, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame e/o riprap come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa. Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria.



Figura 7-10: Interferenza T06.

7.2.7 Interferenza T07

L'interferenza T07 avviene tra la viabilità di nuova realizzazione ed un corso d'acqua identificato dal reticolo idrografico del progetto DBPRIO10k.

L'interferenza non ricade nelle aree a pericolosità idraulica PAI o PGRAAC.

Si riportano in Tabella 7-6 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T07.

Tabella 7-6: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica preliminare in corrispondenza dell'interferenza T07.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 200
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	89
Lunghezza dell'asta principale [m]	1400
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,08
Tempo di corrivazione [min]	26
Coefficiente di deflusso [-]	0,30 (T = 2 anni) 0,54 (T = 30 anni) 0,68 (T = 200 anni)

Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **4,1 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **16,8 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **36,8 m³/s** per tempo di ritorno pari a **200 anni**.

I parametri alla base del calcolo sono di studio preliminare e saranno verificati nella successiva fase progettuale.

Sulla base della portata idrologica due-centennale e delle caratteristiche dell'alveo naturale a monte, al fine di garantire la verifica di compatibilità idraulica, si è previsto di superare l'interferenza adottando uno scatolare in c.a. carrabile cat.A1, con sezione avente dimensioni alla base di 3,6 metri e altezza pari a 2,2 metri.

La capacità di convogliamento dello scatolare di progetto è stata calcolata attraverso una verifica idraulica in regime di moto uniforme, utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 60 m^{1/3}/s e assumendo una pendenza dell'1 % stimata dal modello digitale del terreno.

Sulla base di tali assunzioni, si è verificato come lo scatolare di progetto sia in grado di convogliare la portata idrologica due-centennale, con un grado di riempimento pari a circa 0,85.

Nelle successive fasi progettuali, sarà necessario eseguire un rilievo idraulico della rete al fine di definire con maggiore accuratezza sia le caratteristiche dell'alveo che i parametri idrologici di progetto. Sarà quindi possibile condurre uno studio idrologico e idraulico di dettaglio per verificare i risultati del calcolo preliminare aggiornando, se necessario, la soluzione progettuale proposta.

In corrispondenza dell'attraversamento, inoltre, sarà prevista una riprofilatura dell'alveo e la posa di pietrame e/o riprap come opera di rinforzo strutturale delle sponde, al fine di prevenire fenomeni erosivi contrastando l'azione idrodinamica della corrente, e andando a ridurre eventuali fenomeni di instabilità gravitativa. Si rimanda alla fase esecutiva di progetto per il dimensionamento della pezzatura necessaria.

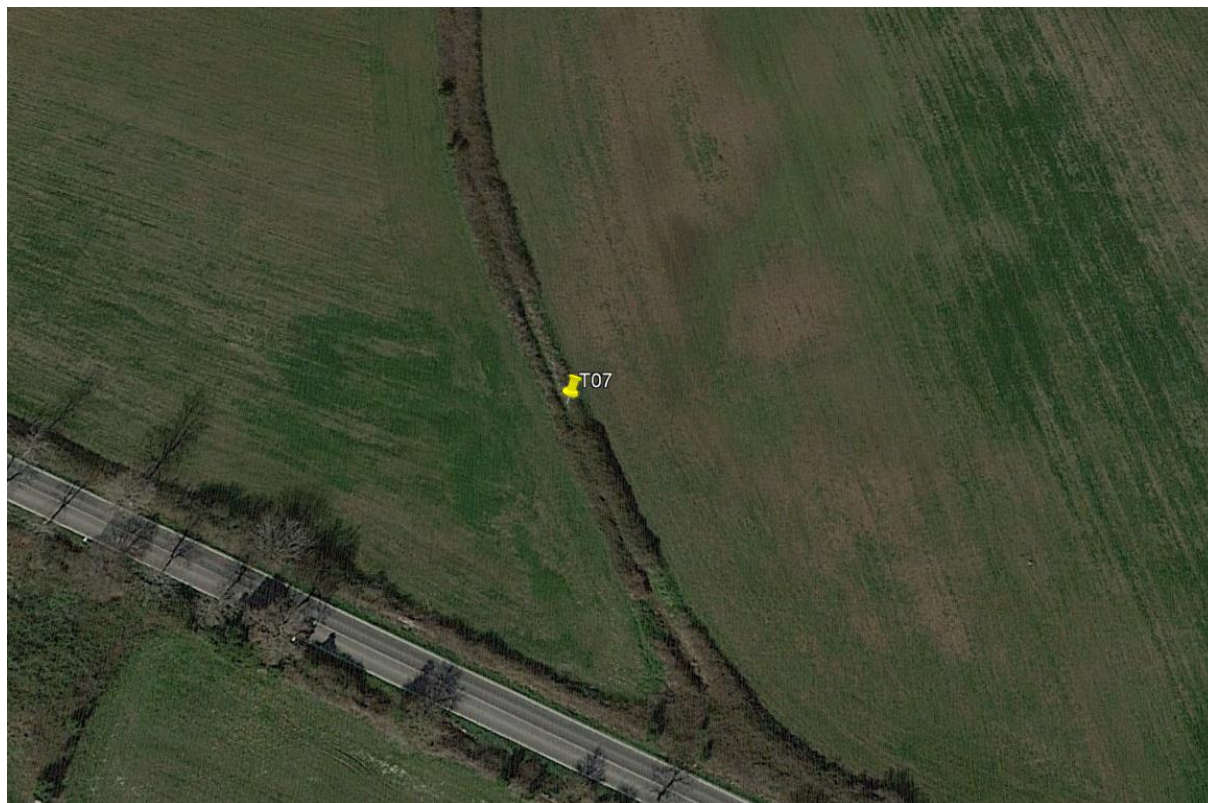


Figura 7-11: Interferenza T07.

7.3 INTERFERENZE CON TRACCIATO DI CONNESSIONE

Il tracciato del cavidotto di connessione interferisce in n.37 punti (I01, I02, I03..., I37) con l'idrografia (Figura 7-12), nessuna delle quali situate all'interno delle fasce di pericolosità idraulica del PGRAAC e del PAI.

In particolare, il cavidotto interferisce in n.22 punti con un corso d'acqua riconosciuto dal reticolo idrografico DBPRIOR10K, dal reticolo idrografico disponibile sul geoportale della Regione Lazio e dalla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM); negli altri n.15 casi, invece, l'interferenza avviene con un solco di drenaggio individuato dall'analisi del DEM e/o dalle immagini satellitari. I dettagli grafici sono riportati in Figura 7-12 e nell'elaborato grafico 2800_5100_CST_PFTE_R09_T02_Rev0_ATTRAVERSAMENTIIDRAULICI.

Per le interferenze con corsi d'acqua minori, le soluzioni adottate sono di tipo 'trenchless', ovvero una tipologia di interrimento del cavo che non prevede il tradizionale scavo a cielo aperto. Tra le tipologie di *trenchless* vi sono: TOC, microtunnel, spingitubo, ecc.

Tuttavia, non è sempre necessario interrare i cavi con un metodo *trenchless*. Nei lunghi periodi di siccità, tipici delle stagioni estive, sono consentiti gli scavi tradizionali purché il cavo venga interrato almeno di 1.5 metri dal punto di impluvio, mentre nelle stagioni critiche più piovose, è opportuno affidarsi ai *trenchless*.

Qualora la realizzazione di uno scavo a cielo aperto presso gli attraversamenti sotterranei individuati non risultasse praticabile, si ricorrerà alle tecniche "trenchless", le quali consentono la posa delle reti dei sottoservizi con un limitato o nullo utilizzo di scavi a cielo aperto. Nel caso della posa delle reti elettriche, queste tecnologie possono essere suddivise in tre gruppi:

- tecnologie di posa orizzontali guidate;
- tecnologie di posa non guidate;

- tecnologie associate.

Laddove sia necessaria una precisione del tracciato si ricorre alle tecniche di posa orizzontali guidate, nello specifico della "trivellazione orizzontale controllata" (T.O.C.). Questa tecnologia consente la posa lungo un profilo trivellato di tubazioni in Polietilene ad Alta Densità (PEAD) o in acciaio. Le tubazioni installabili hanno diametri compresi tra 40 mm e 1600 mm.

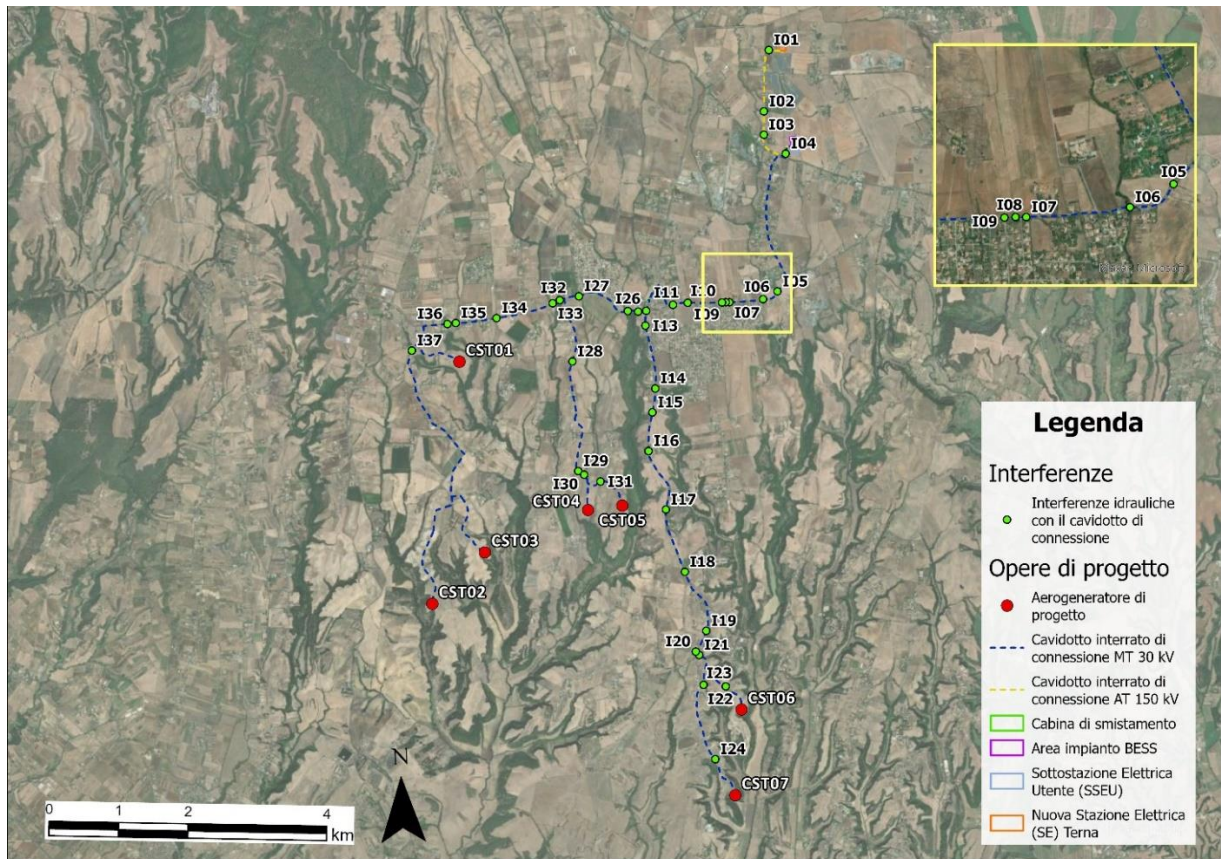


Figura 7-12: Interferenze del cavidotto interrato di connessione con l'idrografia.

Dove è specificato l'impiego di una TOC, è sempre necessario adoperare questa tecnica e si prevede una profondità minima di posa del cavo tubo di 2 metri dal punto più depresso dell'alveo, mentre nelle altre interferenze minori, in piccoli alvei spesso asciutti è sufficiente un cavo interrato alla profondità specificata per le stagioni non piovose. Si tratta dei casi, identificati in Tabella 7.7, con risoluzione "trenchless/scavo a cielo aperto".

In particolare, quando si riscontrano interferenze con corsi d'acqua significativi la risoluzione utilizzata è la TOC. Il dimensionamento di dettaglio del profilo della perforazione verrà definito in fase esecutiva dopo una accurata indagine della natura del sottosuolo, sia riguardo le caratteristiche e la tipologia del terreno che, per quanto concerne le dislocazioni dei sottoservizi e corsi idrici esistenti.

In alcuni casi, invece, il superamento dell'interferenza potrebbe non richiedere tecnologie *trenchless*. Ad esempio, si può ricorrere al tradizionale scavo a cielo aperto nel caso di interferenza con piccoli corsi d'acqua, in particolare nei lunghi periodi di secca, tipici delle stagioni estive, purché il cavo venga interrato di almeno 1.5 metri dal punto di impluvio e che il gestore sia concorde. Inoltre, anche nel caso di interferenze con manufatti di attraversamento idraulico sotto il piano stradale esistente, si potrà valutare se adottare tecnologie *trenchless* o ricorrere al tradizionale scavo a cielo aperto: tale valutazione dovrà essere fatta in accordo con il gestore sulla base alle condizioni di posa in opera del manufatto.

I cavi di connessione verranno interrati sotto il manto stradale ad una profondità minima di circa 100 cm. Pertanto, nell'eventualità di allagamento, il cavo sarà protetto dall'erosione. Inoltre, nella fase post operam della posa del cavo, non vi sarà ostacolo al deflusso naturale delle acque meteoriche e non si riscontrerà una riduzione delle capacità di invaso delle aree interessate.

Alla luce di tali considerazioni, si ritengono le interferenze del tracciato del cavidotto di connessione con l'idrografia idraulicamente compatibili e superate.

La tabella di seguito riporta un riepilogo per i punti analizzati nel layout di progetto, indicando la tecnologia prevista per la risoluzione dell'interferenza ove presente.

Durante la fase progettuale successiva saranno calcolate le profondità di posa tubazione unitamente al regime idraulico dei corsi d'acqua attraversati.

Tabella 7.7: Elenco delle interferenze della linea di connessione con l'idrografia.

ID	ELEMENTO IDRICO INTERFERENTE	FONTE PRINCIPALE	RISOLUZIONE
I01	Fosso delle Rogare	Reticolo idrografico DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I02	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I03	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I04	Fosso delle Rogare	Reticolo idrografico DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I05	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I06	Rio Maggiore/Fosso Pietroso/Fosso di S. Stefano; Corso d'acqua demaniale	Reticolo Idrografico Lazio e DBPrior10K	TOC
I07	Corso d'acqua	IGM	TOC
I08	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I09	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I10	Corso d'acqua	Reticolo idrografico DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I11	Corso d'acqua	Reticolo idrografico DBPrior10K	TOC
I12	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto



ID	ELEMENTO IDRICO INTERFERENTE	FONTE PRINCIPALE	RISOLUZIONE
I13	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I14	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I15	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I16	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I17	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I18	Corso d'acqua	IGM	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I19	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I20	Idrografia minore + manufatto idraulico	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I21	Corso d'acqua	IGM	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I22	Corso d'acqua	IGM	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I23	Rio della riserva del fico; Corso d'acqua demaniale	IGM	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I24	Corso d'acqua	Reticolo idrografico DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I25	Corso d'acqua	Reticolo idrografico DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I26	Fosso delle cadute; Corso d'acqua demaniale	Reticolo Idrografico Lazio e DBPrior10K	TOC
I27	Fosso della Selciatella	Reticolo idrografico DBPrior10K	TOC
I28	Idrografia minore	Immagini satellitari	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I29	Corso d'acqua	Reticolo idrografico DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I30	Fosso della Selciatella; Corso d'acqua demaniale	Reticolo idrografico DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto

ID	ELEMENTO IDRICO INTERFERENTE	FONTE PRINCIPALE	RISOLUZIONE
I31	Corso d'acqua	Reticolo idrografico DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I32	Corso d'acqua	Immagini satellitari	TOC
I33	Fosso di Tragliatella; Corso d'acqua demaniale	Reticolo Idrografico Lazio e DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I34	Fosso della Cadutella; Corso d'acqua demaniale	Reticolo idrografico DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I35	Fosso del Farnese; Corso d'acqua demaniale	Reticolo Idrografico Lazio e DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I36	Corso d'acqua demaniale	Reticolo idrografico DBPrior10K	Trenchless/ Scavo a cielo aperto
I37	Corso d'acqua	IGM	Trenchless/ Scavo a cielo aperto

7.4 INTERFERENZE CON LE PIAZZOLE DI CANTIERE E DEFINITIVE

Sulla base del reticolo idrografico DBPRIOR10K e di quello della Regione Lazio, della carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), dell'idrografia estratta mediante simulazione DEM, dalle immagini satellitari e dei Piani PAI e PGRAAC, non si è riscontrata alcuna interferenza idraulica con le piazzole di cantiere e le piazzole definitive degli aerogeneratori, vincolo indispensabile per la realizzazione del progetto.

7.5 INTERFERENZE CON IL SISTEMA DI ACCUMULO BESS

Sulla base del reticolo idrografico DBPRIOR10K e di quello della Regione Lazio, della carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), dell'idrografia estratta mediante simulazione DEM, dalle immagini satellitari e dei Piani PAI e PGRAAC, non si è riscontrata alcuna interferenza idraulica con l'area in cui insisterà il nuovo sistema di accumulo BESS, vincolo indispensabile per la realizzazione del progetto.

7.6 INTERFERENZE CON LA SOTTOSTAZIONE UTENTE

Sulla base del reticolo idrografico DBPRIOR10K e di quello della Regione Lazio, della carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), dell'idrografia estratta mediante simulazione DEM, dalle immagini satellitari e dei Piani PAI e PGRAAC, non si è riscontrata alcuna interferenza idraulica con l'area in cui insisterà la nuova sottostazione utente, vincolo indispensabile per la realizzazione del progetto.



8. CONCLUSIONE

Lo studio di compatibilità idraulica ha analizzato le possibili interferenze delle opere in progetto con l'idrografia e le aree a pericolosità idraulica.

Per l'idrografia, si è fatto riferimento al reticolo idrografico disponibile sul Geoportale Nazionale ed al reticolo idrografico disponibile sul Geoportale della Regione Lazio, alla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), alla rete estratta dall'analisi DEM e alle immagini satellitari. Per la classificazione delle aree, invece, si è fatto riferimento alle aree a pericolosità idraulica perimetrate dal Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio insieme al Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC).

Riguardo i corsi d'acqua e sottoservizi non si evidenziano interferenze con:

- le piazzole definitive e temporanee di cantiere degli aerogeneratori;
- il sistema di accumulo BESS
- la sottostazione utente

Per quanto riguarda la viabilità di progetto, dall'analisi sono emerse n.7 potenziali interferenze con la viabilità di nuova realizzazione (T01, T02,...,T07), e per il tracciato del cavidotto di connessione sono state individuate n.37 interferenze (I01, I02,...,I37).

Il superamento delle interferenze con i corsi d'acqua e i sottoservizi avverrà in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale. Dall'analisi delle perimetrazioni dell'aree allagabili individuate dal PGRAAC vigente non si rilevano interferenze con tutte le opere in progetto.

Il presente studio, inoltre, ha messo a confronto lo scenario ante-operam e quello post-operam, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche) e da un punto di vista idraulico (valutazione variazioni degli apporti durante eventi intensi al ricettore finale), dal quale risulta che le opere in progetto rispettano i principi dell'invarianza idraulica, ai sensi della deliberazione n.117 24/03/2020 di Regione Lazio. Ciononostante, ai sensi delle migliori pratiche progettuali, sono state previste anche opere di laminazione e infiltrazione (trincee drenanti come integrazione dei fossi di guardia) con l'obiettivo di ridurre gli eventuali picchi di deflusso che possono gravare sullo scarico finale e il carico inquinante. Il progetto prevede anche la sistemazione del drenaggio oggi assente, al fine di indirizzare e distribuire le portate, che sarà costituita da canalette di forma trapezia scavate nel terreno naturale, che hanno come vantaggi idraulici la capacità di immagazzinare e convogliare le acque scolanti meteoriche favorendo la riduzione dei picchi di deflusso, l'infiltrazione e il rallentamento dei flussi, a seconda della pendenza. Si prevedono, anche, fossi di guardia lungo il perimetro delle piazzole temporanee e di quelle definitive e ai lati della viabilità di progetto, con tubazioni sotto il piano stradale nel caso di versanti ripidi e bacini di scolo significativi gravanti sul piano stradale.

Gli scarichi della rete di drenaggio post-operam, sia per le strade sia per le piazzole, convergeranno ai ricettori esistenti ante-operam, al fine di evitare di modificare la rete naturale, senza interferenze nella costruzione della viabilità e nella disposizione delle piazzole.

Per le piazzole definitive, inoltre, si prevede la realizzazione di trincee drenante lungo il perimetro.

Si evidenzia come l'approccio utilizzato nello studio abbia posto grande attenzione non solo alla progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche, ma soprattutto all'integrazione delle opere con lo stato di fatto. Al fine di minimizzare le interferenze con l'idrografia esistente, si è scelto di sostituire le tradizionali opere di ingegneria civile (infrastrutture grigie) con infrastrutture verdi, che mitigano gli impatti biofisici delle opere in progetto, riducendo il potenziale rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria; pertanto, tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica.