

Aprile 2024

CALATAFIMI S.R.L.
IMPIANTO EOLICO "CALATAFIMI WIND" DA 93,6
MW
LOCALITÀ C. DA BORGO PIETRARENOSA
COMUNI DI CALATAFIMI-SEGESTA e GIBELLINA
(TP)

ELABORATI TECNICI DI PROGETTO

ELABORATO R09

RELAZIONE IDRAULICA

Mantana

Progettista

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

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Lorenzo Griso

Francesca Casero

Riccardo Coronati

Codice elaborato

2995_5530_CLT_PFTE_R09_Rev0_RELAZIONEIDRAULICA

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2995_5530_CLT__PFTE_R09_Rev0_RELAZIO NEIDRAULICA.docx	11/2023	Prima emissione	G.d.L.	E. Lamanna	A. Angeloni

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
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	

INDICE

1. PREMESSA	5
1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO	6
2. DATI DI RIFERIMENTO	11
2.1 DATI DI RIFERIMENTO	11
2.1.1 Modello digitale del terreno	11
2.1.2 Reticolo idrografico.....	11
2.1.3 PAI e PGRA.....	11
2.1.4 Copertura del suolo	11
2.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	11
3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	13
3.1 COPERTURA DEL SUOLO	13
3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	13
3.2.1 Aspetti geomorfologici e idrogeologici.....	14
3.2.2 Aspetti geologici.....	15
3.3 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO	16
3.3.1 Idrografia superficiale	16
3.4 INQUADRAMENTO QUALITÀ DELLE ACQUE	18
3.4.1 Acque superficiali.....	20
3.4.2 Acque sotterranee	26
4. STUDIO PRELIMINARE DELLA COMPATIBILITÀ E INQUADRAMENTO DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO DELL'AREA DI PROGETTO	30
4.1 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	30
4.2 PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)	32
4.3 INVARIANZA IDRAULICA.....	33
5. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI	35
5.1 AEROGENERATORI.....	35
5.2 VIABILITÀ	37
5.3 PIAZZOLE DI MONTAGGIO	39
6. STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO	40
6.1 CRITERI DI PROGETTO	40
6.2 CALCOLI IDROLOGICI	41
6.2.1 Considerazioni climatiche.....	41
6.2.2 Scelta del tempo di ritorno.....	43
6.2.3 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense	44
6.2.4 Valutazione della pioggia efficace (netta)	49
6.2.5 Valutazione post-operam e fase di cantiere	50
6.2.6 Modello di trasformazione afflussi/deflussi – stima delle portate di progetto post-operam	51
6.3 CALCOLI E DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	51
6.3.1 Fosso di guardia e tubazioni.....	52
6.3.2 Trincea drenante.....	53
6.4 SISTEMA DI GESTIONE ACQUE METEORICHE - VIABILITÀ	54



6.4.1 Sistema di gestione acque meteoriche: strade	54
6.4.2 Tipologico - fosso di guardia e tubazioni	57
6.4.3 Risoluzione delle potenziali interferenze con eventuali solchi di drenaggio naturali	58
6.5 SISTEMA DI GESTIONE ACQUE METEORICHE - PIAZZOLE	59
6.5.1 Fase di cantiere/montaggio	59
6.5.2 Piazzole definitive	60
7. STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	62
7.1 IDENTIFICAZIONE DELLE INTERFERENZE	62
7.2 INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ DI NUOVA REALIZZAZIONE	65
7.2.1 Interferenza T01	66
7.2.2 Interferenza T02	67
7.2.3 Interferenza T03	69
7.2.4 Interferenza T04	71
7.2.5 Interferenza T05	72
7.2.6 Interferenza T06	74
7.2.7 Interferenze T07-T08	76
7.2.8 Interferenze T09	78
7.3 INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ ESISTENTE DA ADEGUARE	79
7.4 INTERFERENZE CON LE PIAZZOLE DI CANTIERE E DEFINITIVE	79
7.5 INTERFERENZE CON IL TRACCIATO DEL CAVIDOTTO DI CONNESSIONE	79
8. CONCLUSIONE	84

ELABORATI GRAFICI

2995_5530_CLT__PFTE_R09_T01_Rev0_PLANIMETRIADRENAGGI

2995_5530_CLT__PFTE_R09_T02_Rev0_ATTRAVERSAMENTIIDRAULICI

1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di **93,6 MW**, che prevede l'installazione di **n. 13 aerogeneratori da 7,2 MW** da installarsi nel territorio comunale di Calatafimi-Segesta e Gibellina in provincia di Trapani. Le opere di connessione interesseranno, i comuni già citati, di Calatafimi-Segesta e Gibellina, sempre in provincia di Trapani (TP).

La Società Proponente è la Montana Progetti S.R.L., con sede legale in Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 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 220 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 220/150/36 kV (sezione a 220 kV da realizzare già in classe di isolamento 380 kV) della RTN, da inserire in entra - esce su entrambe le terne della linea 220 kV RTN "Partanna – Partinico". Ai sensi 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 in antenna a 220 kV per il collegamento della centrale alla citata SE costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 220 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto:

- da N° 13 aerogeneratori della potenza nominale di 7,2 MW ciascuno;
- 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 del Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) e ai corsi d'acqua del reticolo idrografico DBPrior10k. Ci si è riferiti,

inoltre, alla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), alla Carta Tecnica Regionale (CTR), 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 del progetto 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).

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

- analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionale 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 delle stesse.

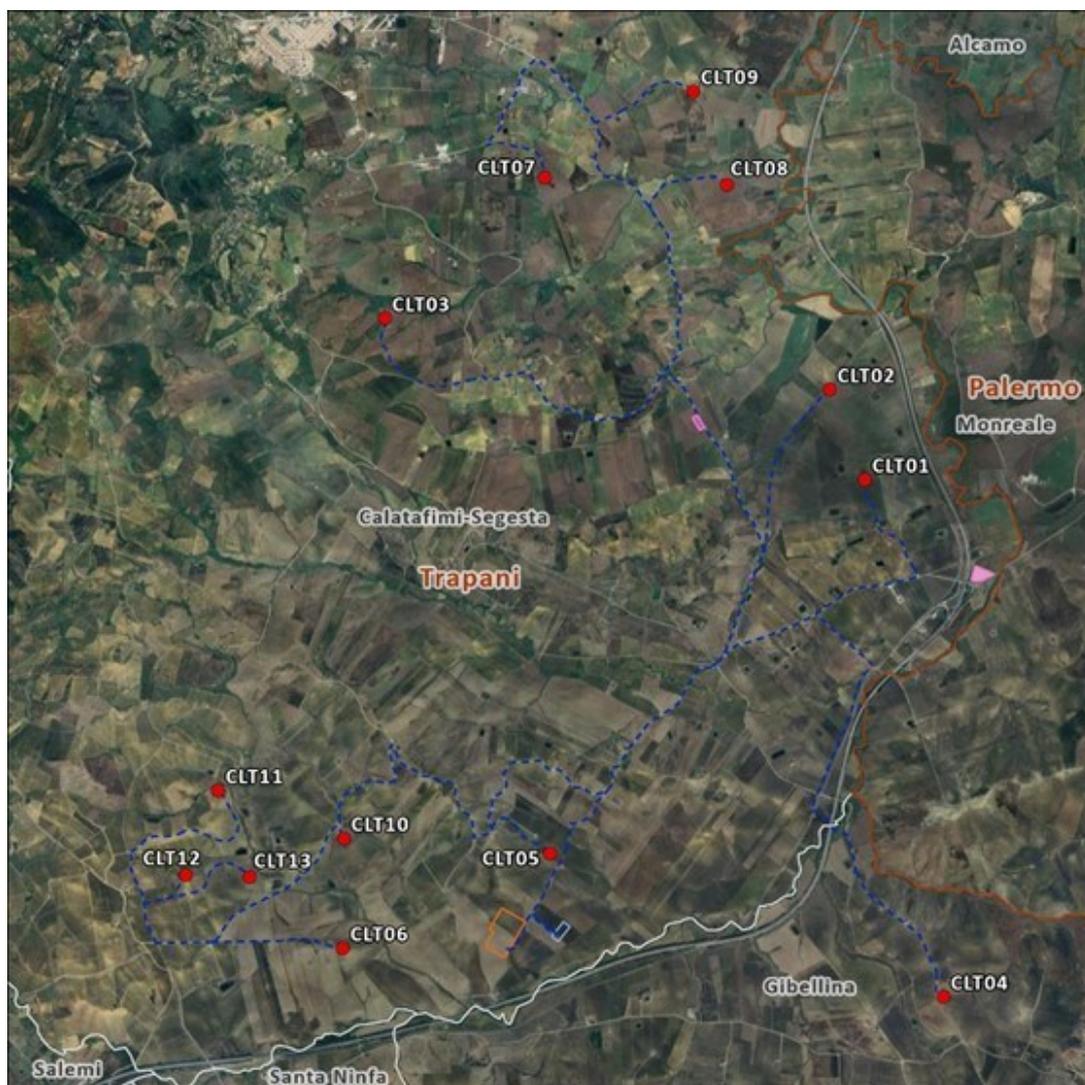
Il Capitolo 0 descrive i sistemi di gestione delle acque meteoriche per le opere in progetto mentre il Capitolo 7 riporta lo studio di compatibilità idraulica delle interferenze.

1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il parco eolico in progetto si estende nella provincia di Trapani e prevede l'installazione di n. 13 aerogeneratori territorialmente così collocati:

- n. 12 aerogeneratori nel comune di Calatafimi-Segesta (CLT01, CLT02, CLT03, CLT05, CLT06, CLT07, CLT08, CLT09, CLT10, CLT11, CLT12, CLT13);
- n. 1 aerogeneratore nel comune di Gibellina (CLT04).

Le opere di connessione interesseranno, i comuni già citati, di Calatafimi-Segesta e Gibellina, sempre in provincia di Trapani (Figura 1.1).



LEGENDA

Opere di progetto

- Aerogeneratore di progetto
- Area di deposito temporaneo
- Cavidotto interrato di connessione
- Cabina di smistamento
- Sottostazione Elettrica Utente (SSEU)
- Nuova Stazione Elettrica (SE) Terna

Limiti amministrativi

- Province
- Comuni

Figura 1.1: Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell'impianto proposto

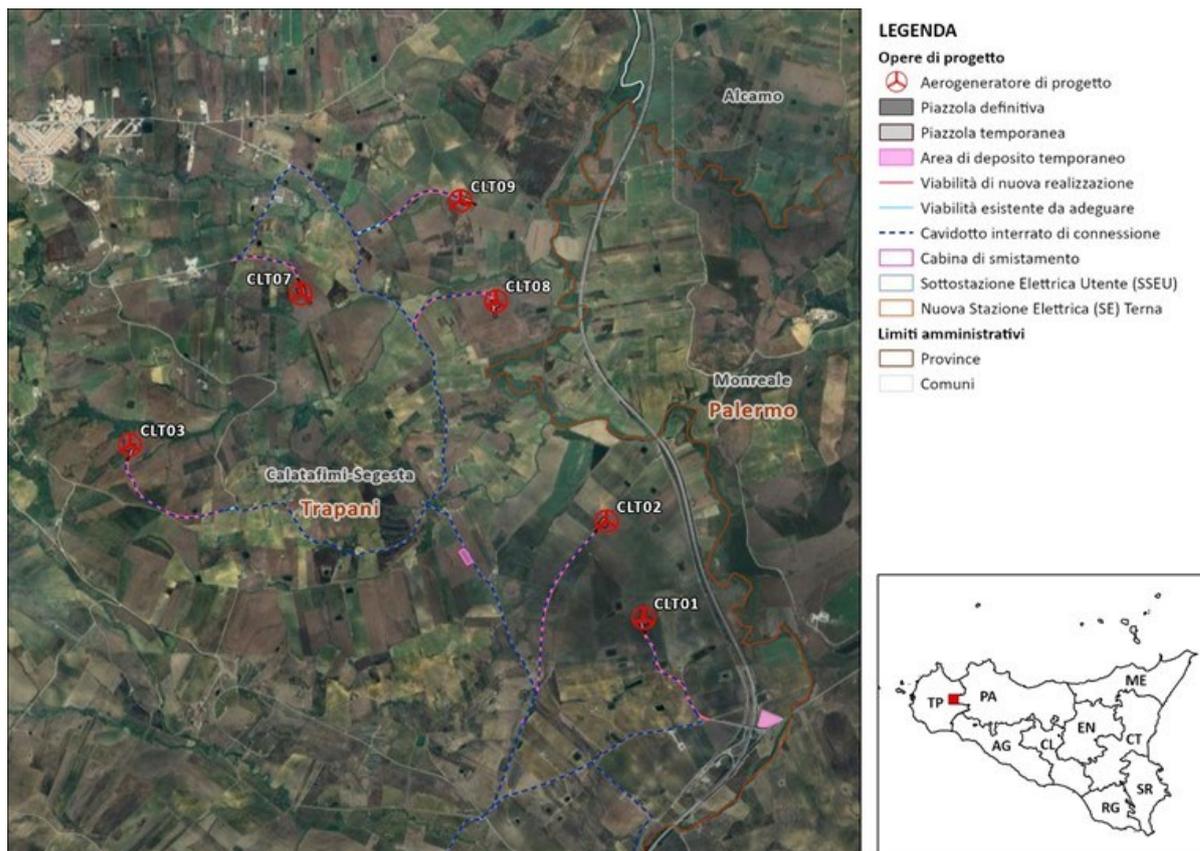


Figura 1.2: Inquadramento della viabilità di progetto nella parte nord del layout

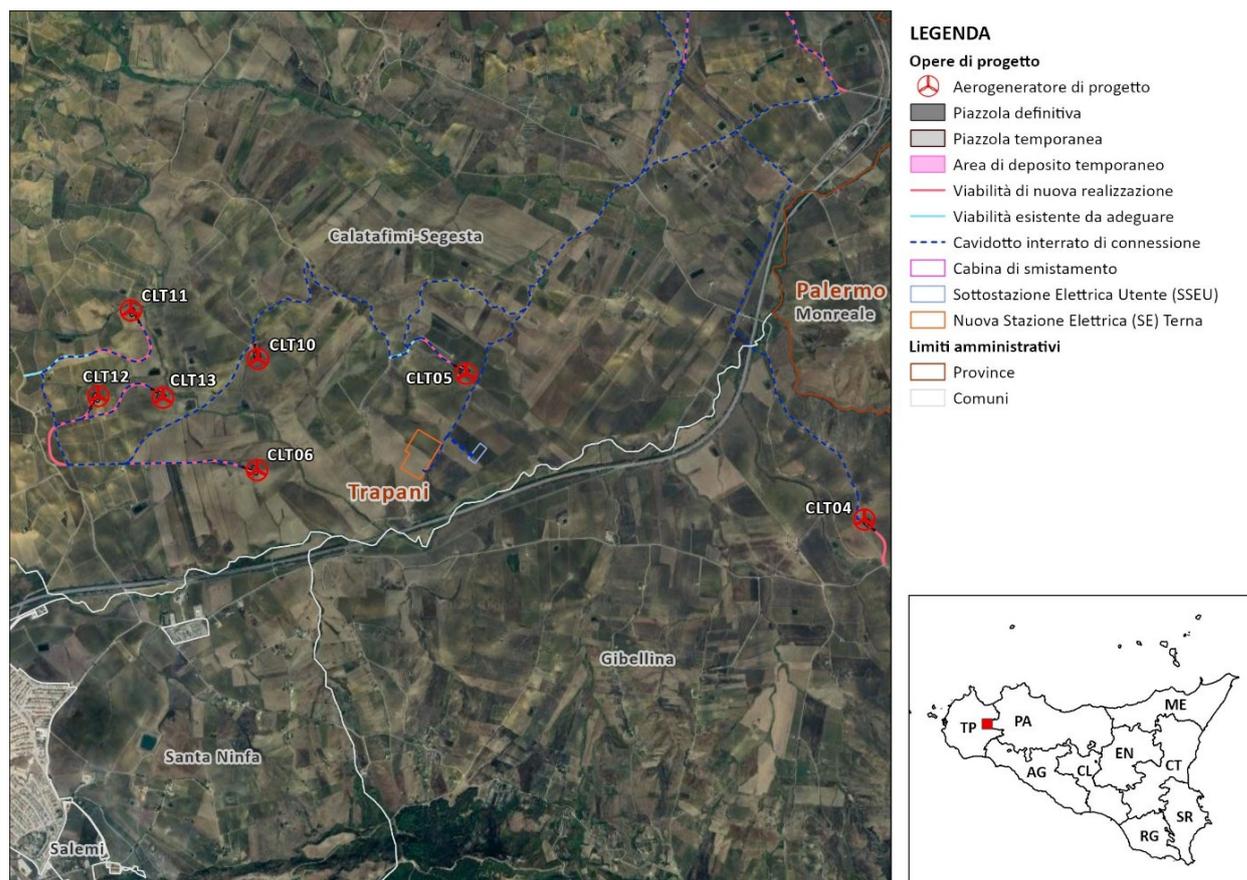


Figura 1.3: Inquadramento della viabilità di progetto nella parte sud del layout

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
CLT01	12,943475	37,868947
CLT 02	12,939947	37,875803
CLT 03	12,897152	37,880504
CLT 04	12,952097	37,829414
CLT 05	12,914111	37,839776
CLT 06	12,894508	37,832136
CLT 07	12,91215	37,891557
CLT 08	12,929619	37,891342
CLT 09	12,926231	37,898461
CLT 10	12,894354	37,84055
CLT 11	12,882218	37,844005
CLT 12	12,879316	37,837466
CLT 13	12,885443	37,83745

In via preliminare si può ipotizzare che l'accesso al sito avvenga partendo dal vicino porto di Mazara del Vallo, proseguendo in direzione Est e poi Nord lungo l'Autostrada Palermo-Mazara del Vallo (A29/E90) fino all'uscita di Gallitello. Nei pressi dell'uscita, in uno spiazzo dove è già stata ubicata un'opera simile per altri parchi eolici, potrà essere realizzata un'area di trasbordo dove i diversi componenti verranno scaricati dai rimorchi standard per essere successivamente ricaricati su mezzi speciali che permettono di ridurre ingombri e raggi di curvatura rendendo possibile il passaggio su strade minori (es. blade-lifter, rimorchi modulari, etc.). Dall'area di trasbordo percorrendo diverse strade statali, provinciali e comunali si potranno raggiungere le diverse piste di cantiere di nuova realizzazione per la costruzione ed il futuro accesso ai diversi aerogeneratori.

In totale la viabilità di accesso al parco presenta uno sviluppo di circa 55 km.

Nella seguente immagine si raffigura il possibile percorso.

L'area di trasbordo può essere considerato l'ingresso alla viabilità interna al parco. Dal suddetto incrocio inizia il sistema di strade che unisce le diverse piazzole sfruttando in parte la viabilità esistente e in parte la viabilità di nuova realizzazione.

Questa ipotesi dovrà essere analizzata in fase di progettazione esecutiva da una società specializzata in trasporti speciali. (Figura 1.4).

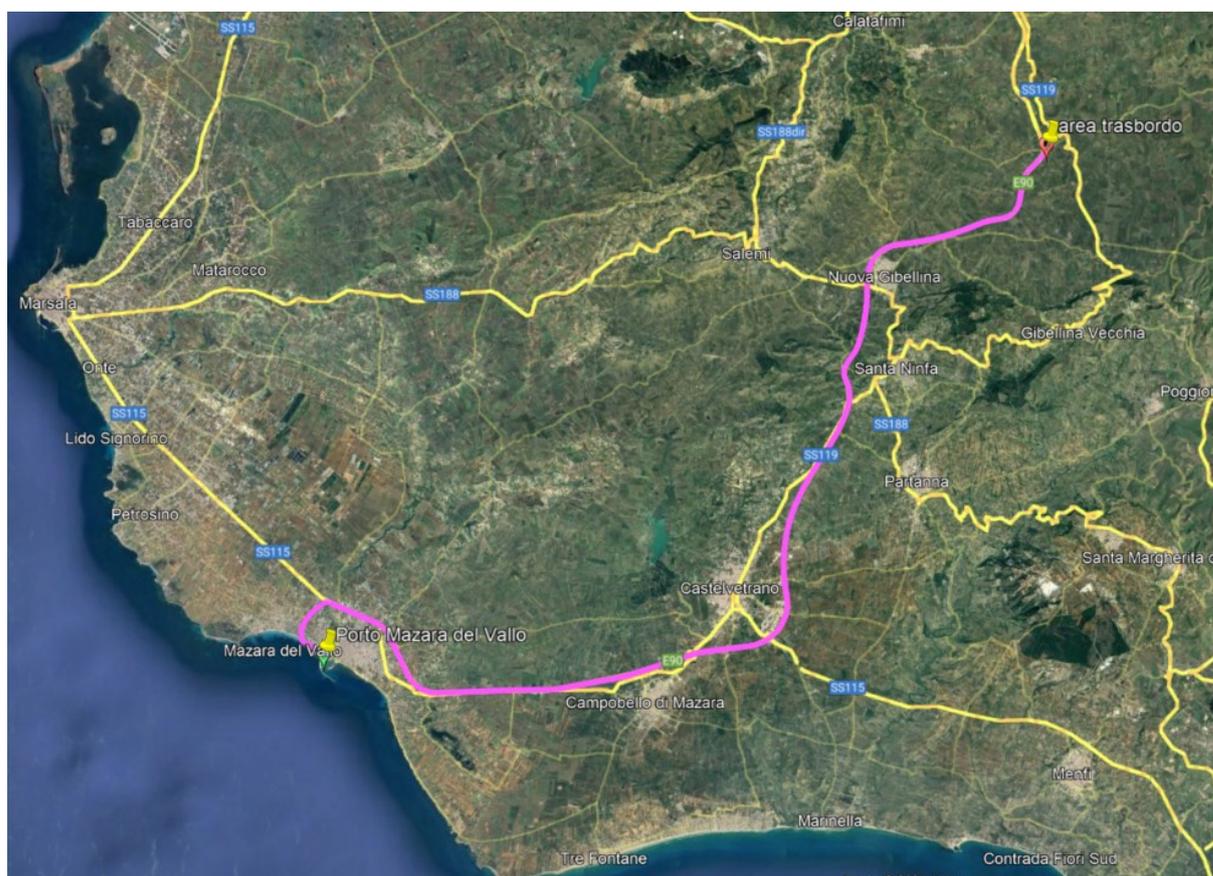


Figura 1.4: ipotesi di viabilità di accesso al sito (linea magenta)

2. DATI DI RIFERIMENTO

2.1 DATI DI RIFERIMENTO

2.1.1 *Modello digitale del terreno*

Attraverso la fonte ufficiale Regione Sicilia è stato ottenuto il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 2x2 metri di tutta l'area di progetto.

2.1.2 *Reticolo idrografico*

Per lo studio dell'idrografia superficiale è stato analizzato il reticolo idrografico ufficiale del progetto DBprior10K disponibile sul Geoportale Nazionale. Ci si è riferiti, inoltre, alla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), alla Carta Tecnica Regionale (CTR), all'idrografia estratta mediante simulazione del modello digitale del terreno e alle immagini satellitari.

2.1.3 *PAI e PGRA*

Per lo studio delle aree a pericolosità idraulica sono stati analizzati il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), le cui mappe di pericolosità idraulica sono disponibili sul Geoportale della regione Sicilia.

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:

- Progetto VAPI Sicilia – Valutazione delle Piene in Sicilia;
- D. Lgs. 152/06 e smi;
- D.D.G. 102/2021 Regione Sicilia – Allegato 1 “indirizzi applicativi invarianza idraulica ed idrologica”;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D. Lgs. 49/2010;
- Regione Sicilia – Servizio Protezione Civile – Centro Funzionale Regionale. Precipitazioni medie Annali 1921-2002;
- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme Tecniche di Attuazione – Relazione Generale;
- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme Tecniche di Attuazione;
- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Allegati Cartografici;



- Autorità di Bacino della Sicilia – Piano di Bacino – Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) della regione Siciliana;
- Sistemi di fognatura – Manuale di progettazione – Hoepli, CSDU;
- La sistemazione dei bacini idrografici Vito Ferro, McGraw – Hill editore;
- Open Channel Hydraulics, Chow – McGraw – Hill editore;
- Spate irrigation – FAO – HR Wallinford;
- Urban Drainage Design Manual pubblicato da FHWA (Federal Highway Administration – US Department of transportation).
- Bischetti, Gian Battista. Linee Guida per La Progettazione Della Viabilità Agro-Silvo-Pastorale in Lombardia - Criteri Generali. Parte 1, Istituto di Idraulica Agraria dell'Università Degli Studi Di Milano, 2005.

3. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

3.1 COPERTURA DEL SUOLO

Nell'ambito dello studio idrologico del nuovo parco eolico è stata valutata la copertura del suolo dell'area di progetto.

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

Le piazzole degli aerogeneratori, le strade in progetto e le aree scolanti nei punti di interferenza con l'idrografia ricadono prevalentemente nella classe "Vigneti" (221) e nella classe "Colture intensive" (2111).

Si riporta uno stralcio della carta dell'uso del suolo CORINE Land Cover (2018) in Figura 3.1.

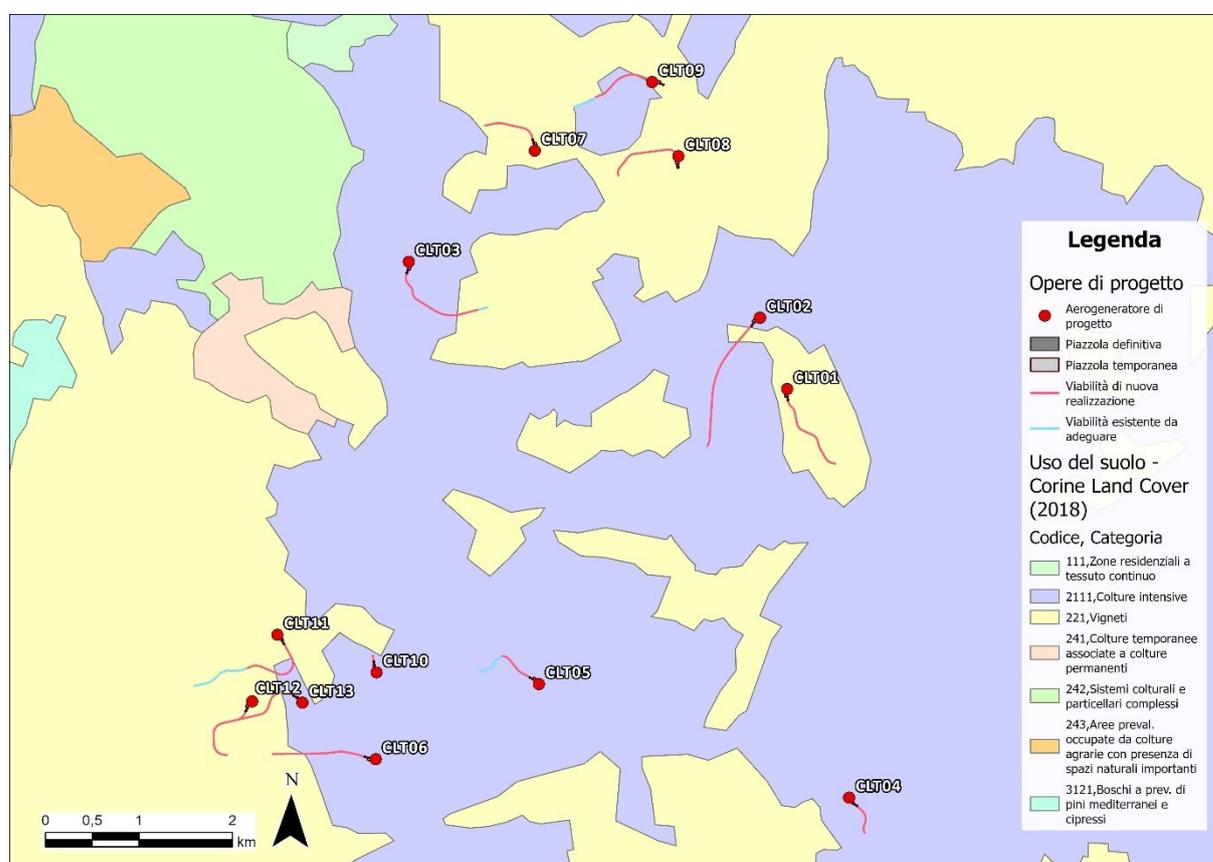


Figura 3.1: Stralcio carta uso del suolo 2018, CORINE Land Cover.

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Nel presente paragrafo sono riportati alcuni estratti dell'analisi geologica, geomorfologica e idrogeologica del sito; per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato di progetto 2995_5530_CLT_PFFE_R08_Rev0_RELGEO.

3.2.1 Aspetti geomorfologici e idrogeologici

Da un punto di vista geomorfologico, l'area vasta in cui sono ubicate le opere in progetto può essere divisa in tre settori:

- un settore caratterizzato da un habitus geomorfologico piuttosto irregolare e contraddistinto dall'affioramento dei terreni riferibili alla frazione conglomeratica della Fm. Terravecchia,
- un settore ad habitus geomorfologico, caratterizzato da rilievi dolci e mammellonati dove prevalgono i litotipi argillosi e arenitici della stessa formazione (Terravecchia) con frequenti fenomeni geodinamici sia attivi che quiescenti anche di notevoli proporzioni,
- una zona di fondovalle stabile dove affiorano i termini alluvionali recenti e terrazzati caratterizzati dalla presenza di limi sabbiosi, sabbie e ghiaie.

Questa marcata differenziazione di origine "strutturale" viene ulteriormente accentuata dalla cosiddetta "erosione selettiva", ossia dalla differente risposta dei terreni agli agenti morfogenetici, che nel sistema morfoclimatico attuale sono dati essenzialmente dalle acque di precipitazione meteorica e da quelle di scorrimento superficiale.

Le litologie più coerenti vengono erose in misura più ridotta e tendono, quindi, a risaltare nei confronti delle circostanti litologie pseudo-coerenti o incoerenti.

I processi morfodinamici prevalenti nel sistema morfoclimatico attuale vedono, infatti, come agente dominante l'acqua, sia per quanto riguarda i processi legati all'azione del ruscellamento ad opera delle acque di precipitazione, che per i processi di erosione e/o sedimentazione operati dalle acque incanalate.

Sono essenzialmente i processi fluviali quelli che hanno esplicito e tutt'ora esplicano un ruolo fondamentale nell'evoluzione geomorfologica dell'area.

Per quanto riguarda i processi fluviali, il reticolato idrografico risulta organizzato in maniera abbastanza indipendente da discontinuità iniziali, con un pattern molto articolato dove affiorano i materiali fini da poco permeabili ad impermeabili, mentre diventa poco articolato in corrispondenza delle aree caratterizzate dalla presenza di litologie conglomeratiche permeabili, come desumibile dal rilievo aerofotogeologico.

Per quanto concerne le forme di dissesto legate ai movimenti franosi eventualmente presenti nei versanti interessati dalle opere in progetto, si mette in evidenza che tramite i rilievi di superficie, integrati dallo studio delle fotografie aeree del territorio e dall'analisi del PAI, non sono state individuate aree di progetto coinvolte da fenomeni geodinamici.

Nelle aree oggetto di studio si possono distinguere dal punto idrogeologico i seguenti litotipi:

☐ Rocce permeabili per porosità e fratturazione: Si tratta di rocce incoerenti e coerenti caratterizzate da una permeabilità per porosità che varia al variare del grado di cementazione e delle dimensioni granulometriche dei terreni presenti. In particolare, la permeabilità risulta essere media nella frazione sabbiosa fine mentre tende ad aumentare nei livelli sabbiosi grossolani e ghiaiosi. Di conseguenza la circolazione idrica sotterranea è discontinua con livelli acquiferi sospesi. Rientrano in questo complesso i terreni afferenti ai depositi alluvionali ed alla frazione sabbiosa e arenacea della Fm. Terravecchia

☐ Rocce impermeabili: Questo complesso è costituito dalle argille che presentano fessure o pori di piccole dimensioni in cui l'infiltrazione si esplica tanto lentamente da essere considerate praticamente impermeabili.

Si mette in evidenza, però, che l'acqua, riuscendo a permeare la frazione alterata superficiale ed aumentare le pressioni neutre, tende a destrutturare la frazione alterata azzerando la coesione e rendendola soggetta a possibili movimenti gravitativi lungo i versanti.

Rientrano in questo complesso i terreni afferenti alla frazione argillosa della Fm. Terravecchia.

“Vista la presenza di litotipi argillosi e dai rilievi eseguiti in campo si evince che non è presente una vera e propria falda freatica ma solo lo strato alterato si presenta saturo nei periodi di intense piogge.”

3.2.2 Aspetti geologici

Lo studio geologico, di insieme e di dettaglio, è stato realizzato conducendo inizialmente la necessaria ricerca bibliografica sulla letteratura geologica esistente, la raccolta ed il riesame critico dei dati disponibili e, infine, una campagna di rilievi effettuati direttamente nell'aree strettamente interessate dallo studio.

L'insieme dei terreni presenti, delle relative aree di affioramento e dei rapporti stratigrafici e strutturali è riportato nelle carte geologiche allegate alla presente relazione.

I tipi litologici affioranti nell'aree studiate sono riferibili ad un ampio periodo di tempo che va dall'Olocene al Messiniano inferiore e che distinguiamo dal più recente al più antico:

- **DEPOSITI ALLUVIONALI (Olocene):** si tratta prevalentemente di rocce sciolte costituite da limi, silt, ghiaie, sabbie e sabbie limose con inclusi sporadici blocchi con giacitura sub-orizzontale. Le sabbie presentano granulometria variabile da fine a grossolana. Le ghiaie sono caratterizzate da sporadici clasti calcarei arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche.
- **DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI (Olocene):** Sono prevalentemente costituito da ghiaie, sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con intercalazioni di strati e banchi calcarenitici.
- **FM. TERRAVECCHIA (Tortoniano-Messiniano inf.):** Questa formazione i cui depositi sono costituiti in basso da una sequenza conglomeratica più o meno potente, passante verso l'alto a sabbie, arenarie, molasse calcaree, molasse dolomitiche, quindi ad argille ed argille marnose, spesso siltose, talora anche con lenti conglomeratiche. Si distinguono tre litofacies tipiche:
 1. **Litofacies conglomeratica:** comprende le sequenze prevalentemente conglomeratiche presenti nella formazione. I conglomerati sono costituiti da conglomerati poligenici e ghiaie con elementi a spigoli arrotondati di natura arenacea e quarzarenitica.
 2. **Litofacies sabbiosa arenacea:** comprende le sequenze prevalentemente sabbiose, arenacee presenti nella formazione. Si tratta di sabbie e spesso arenarie, di colore da giallastro al tabacco, limi sabbiosi e sabbie limose. Si rinvengono sabbie quarzose da bruno giallastre a rossastre, in genere incoerenti o debolmente cementate, cui si alternano banchi di arenarie quarzose e sottili livelli conglomeratici con ciottoli appiattiti.
 3. **Litofacies arilloso-marnosa:** Si tratta di argille ed argille limose, di colore grigio e tabacco, con intercalati sottili livelli di limi o silt che ne marcano la stratificazione e da marne e marne argillose con tenori variabili di sabbie quarzose con foraminiferi planctonici passanti verso l'alto a marne e marne sabbiose brune a foraminiferi. Dal punto di vista mineralogico sono costituite da un abbondante matrice sabbiosa in cui prevalgono quarzo, gesso, calcite, tracce di dolomite, feldspati, pirite, ossidi di ferro, mentre la frazione argillosa è costituita da kaolinite, illite e scarsa chlorite.

La tessitura è brecciata e talora a scaglie; la stratificazione è marcata dai sottili livelli sabbiosi intercalati. Le argille spesso si presentano piuttosto tettonizzate con giunti variamente orientati con superfici lucide.

3.3 IDROGRAFIA DEL TERRITORIO

3.3.1 Idrografia superficiale

La Sicilia, con una superficie di estensione pari a 25,707 km², è suddivisa in 102 bacini idrografici e aree territoriali intermedie, oltre alle isole minori. Nel caso in esame, le opere in progetto ricadono all'interno del bacino idrografico del Fiume S. Bartolomeo (045).

Il bacino idrografico del Fiume S. Bartolomeo, ubicato nel versante settentrionale della Sicilia, si estende per circa 419 Km² e ricade nei territori provinciali di Palermo e Trapani.

Il bacino, in particolare, si estende dal territorio di Gibellina e di Poggioreale sino al Mar Tirreno presso la Tonnara Magazzinazzi, al confine tra il territorio di Castellammare del Golfo e di Alcamo. Da un punto di vista idrografico esso confina ad ovest con il bacino del F. Birgi e l'area territoriale tra il bacino del F. S. Bartolomeo e Punta Solanto; ad est con il bacino del F. Jato e l'area territoriale tra il bacino del F. Jato e il bacino del F. S. Bartolomeo; a sud con il bacino del F. Belice, il bacino del F. Modione ed il Bacino del F. Arena. Nel bacino è presente per intero il centro abitato di Calatafimi-Segesta ed una parte dei centri abitati di Alcamo, di Castellammare del Golfo e di Gibellina.

La forma del bacino idrografico del Fiume S. Bartolomeo è sub-circolare, con una limitata appendice orientale. Il bacino raggiunge la sua massima ampiezza nel settore centrale; nella parte settentrionale, invece, la larghezza si riduce progressivamente, fino a qualche centinaio di metri in corrispondenza della foce.

A partire dalla foce la linea spartiacque che delimita il bacino in esame si sviluppa ad oriente lungo la zona centrale dell'abitato di Alcamo e prosegue per le vette di Monte Bonifato, per poi deviare verso est e proseguire lungo Monte Ferricini e Pizzo Montelongo; sempre ad oriente, la linea di displuvio prosegue lungo Cozzo Strafatto, Monte Spezza Pignate e Monte Castellazzo.

A sud, procedendo da est verso ovest, lo spartiacque si sviluppa lungo la dorsale compresa tra Monte Castellazzo e Monte Falcone passando per Le Montagnole, Rocca Tonda, Rocca delle Penne e Monte Finestrelle fino a curvare in corrispondenza delle pendici nord-orientali di Monte Falcone e il centro abitato di Gibellina.

Ad occidente, invece, la linea di spartiacque attraversa Monte Baronia, Monte Pietralunga, Monte S. Giuseppe e rocche di Molarella attraversando anche il perimetro nord-orientale dell'abitato di Vita.

Lo spartiacque procede ancora a nord per Pizzo delle Niviere, Pizzo Stagnone e Pizzo Brando fino a chiudere, infine, in corrispondenza della foce, localizzata a pochi chilometri di distanza dagli abitati di Castellammare del Golfo e Alcamo Marina

Il bacino del Fiume S. Bartolomeo e le aree territoriali contigue, presentano una morfologia molto diversificata e i segmenti fluviali di ordine minore, corrispondenti ai tratti iniziali dei singoli corsi d'acqua, hanno un elevato gradiente di pendio e il reticolato idrografico a cui danno luogo è di tipo sub-dendritico; i segmenti di ordine maggiore che scorrono nei fondivalle, invece, hanno spesso percorso sinuoso, tendente a meandriforme, e denunciano, quindi, bassi gradienti di pendio.

L'asta principale del fiume assume il nome di S. Bartolomeo a partire dalla confluenza dei fiumi Caldo e Freddo, al confine tra i territori comunali di Alcamo, Castellammare del Golfo e Calatafimi. Tra gli affluenti principali sono da annoverare: il F. Sirignano, che confluisce in destra presso Contrada Pergola, al confine tra il territorio di Calatafimi-Segesta, Alcamo e Monreale; il Rio Giummarella, che confluisce in sinistra presso la Stazione FF.SS. di Alcamo al confine tra il territorio di Calatafimi-Segesta e Alcamo; il F. Caldo che confluisce in sinistra presso Molino Marcione, al confine tra il territorio di Castellammare del Golfo, Alcamo e Calatafimi-Segesta. Degli affluenti citati il Fiume Caldo rappresenta l'affluente più importante. Il Fiume S. Bartolomeo scorre prevalentemente in direzione NNE-SSO e con andamento meandriforme nella sua parte terminale, indice della maturità evolutiva raggiunta. Il suo reticolo

idrografico appare abbastanza gerarchizzato, ma disorganizzato; il bacino, inoltre, è classificabile come sub-dendritico (*Fonte: PAI Regione Sicilia*).

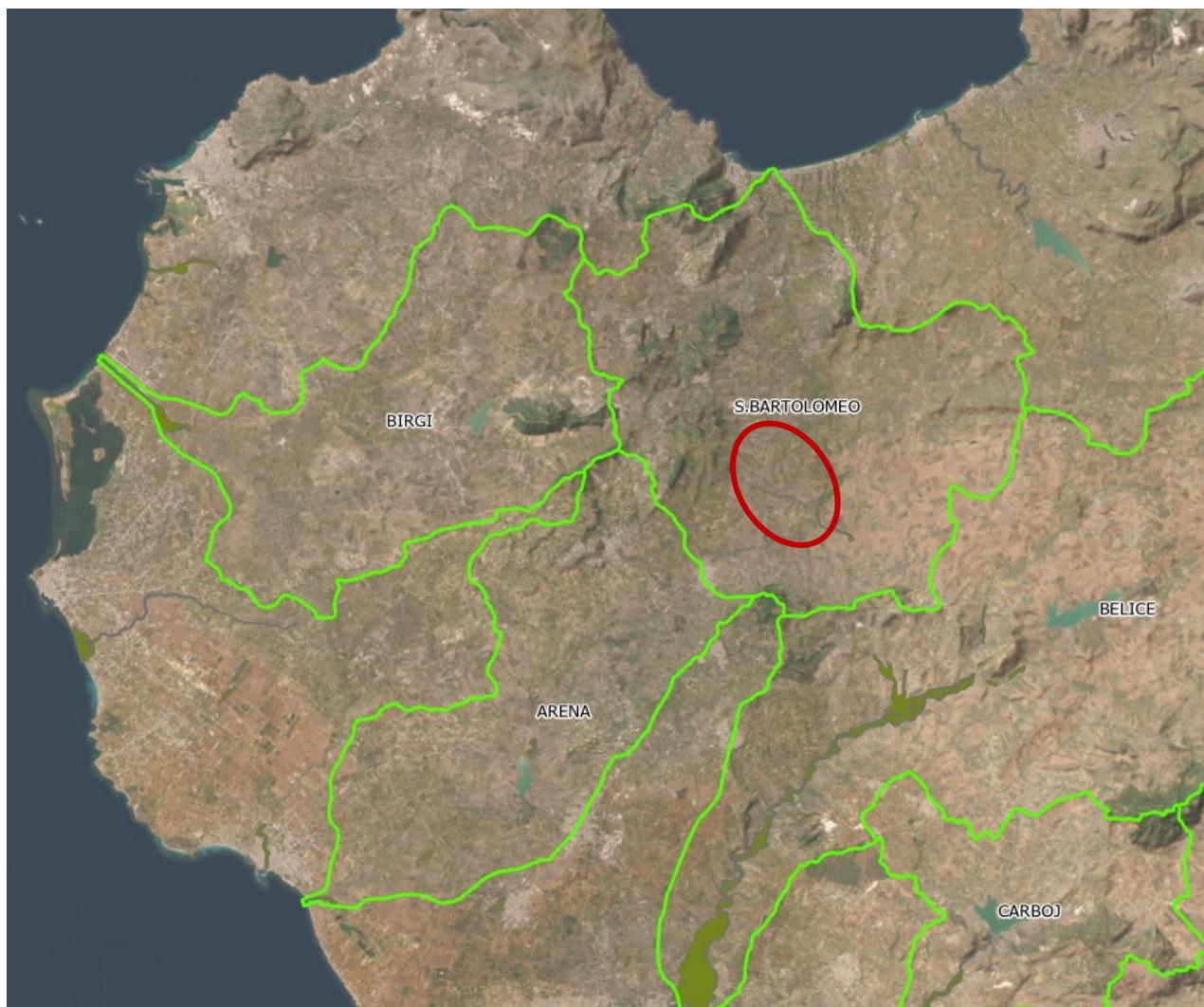


Figura 3.2: Bacini idrografici principali della Regione Sicilia.. In rosso l'indicazione dell'area vasta.

Per lo studio di compatibilità idraulica del parco eolico di progetto, è stato dapprima analizzato il reticolo idrografico DBPrior10k, il quale ha permesso di identificare i corsi d'acqua principali in prossimità delle opere in progetto. (Figura 3.3). Gli elementi idrici più rilevanti, interferenti con il tracciato del cavidotto di connessione, sono il Fiume Freddo e i suoi affluenti.

Successivamente, per l'individuazione dell'idrografia minore, sono state consultate la carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM) e la Carta Tecnica Regionale (CTR) ed è stata eseguita una simulazione del modello digitale del terreno ottenuto dal portale dell'INGV dal progetto Tinality: la simulazione, condotta mediante algoritmi TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models – Utah State University) e successivamente rielaborata in ambiente GIS, 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, dalla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM) e dalla Carta Tecnica Regionale (CTR).

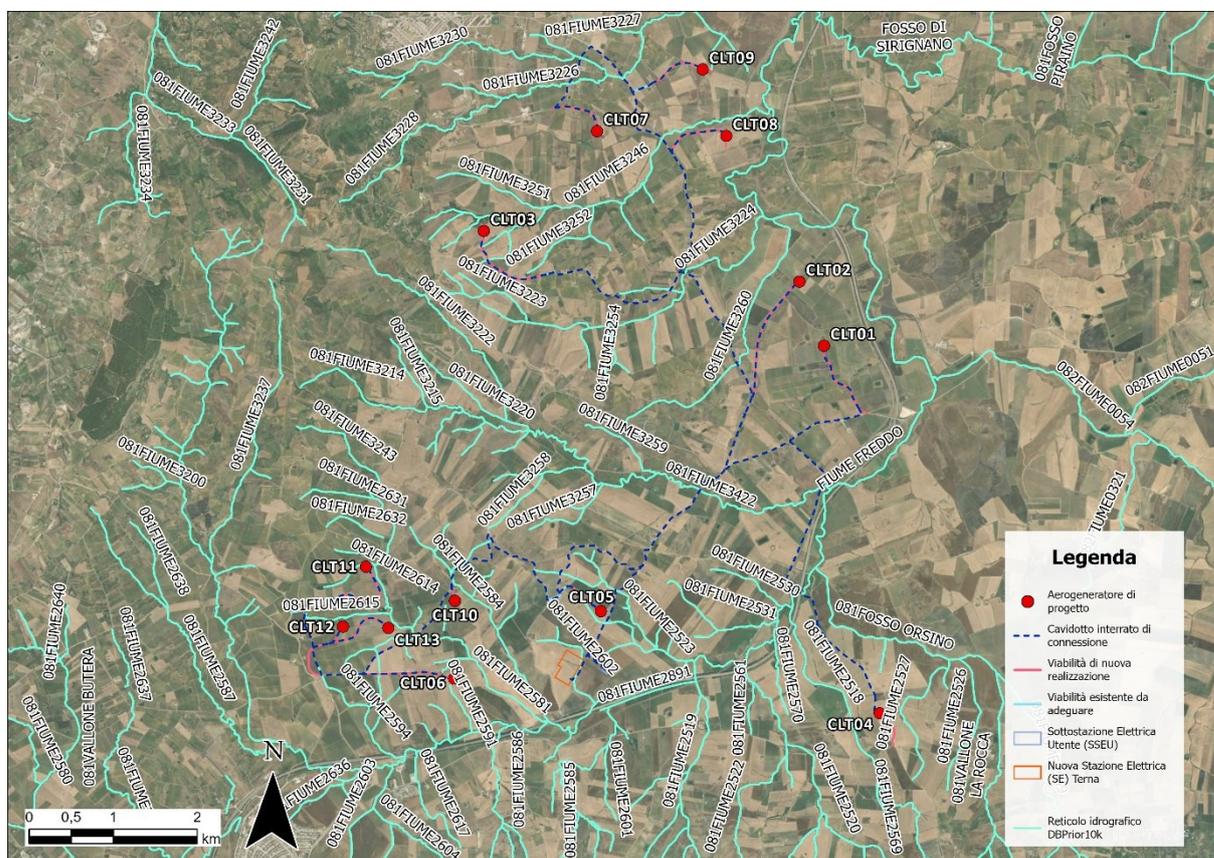


Figura 3.3: Reticolo idrografico DBPrior10k.

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 (PTA) e nel Piano di Gestione del Distretto Idrografico (PdG DIS).

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA), conformemente a quanto previsto dal D. Lgs. 152/06 e s.m.e i. e dalla Direttiva europea 2000/60 (Direttiva Quadro sulle Acque), è lo strumento regionale volto a raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale nelle acque interne (superficiali e sotterranee) e costiere della Regione Siciliana ed a garantire nel lungo periodo un approvvigionamento idrico sostenibile. La Struttura Commissariale Emergenza Bonifiche e Tutela delle Acque ha adottato con Ordinanza n. 637 del 27/12/07 (GURS n. 8 del 15/02/08), il Piano di Tutela delle Acque (PTA).

Il testo del Piano di Tutela delle Acque, corredato delle variazioni apportate dal Tavolo tecnico delle Acque, è stato approvato definitivamente (art.121 del D.lgs 152/06) dal Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche e la Tutela delle Acque - Presidente della Regione Siciliana - con ordinanza n. 333 del 24/12/08.

Il Piano di Tutela delle Acque ha lo scopo principale di costituire uno strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della

risorsa idrica. Esso contiene gli interventi volti alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico e a garantire:

- A. il raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D.Lgs. 152/99 e suoi collegati per i diversi corpi idrici e raggiungimento dei livelli di quantità e di qualità delle risorse idriche compatibili con le differenti destinazioni d'uso;
- B. il recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive e, in particolare, di quelle turistiche;
- C. il raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche, attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche;
- D. la lotta alla desertificazione.

Contiene, inoltre:

- A. i risultati dell'attività conoscitiva;
- B. l'individuazione degli obiettivi ambientali e per specifica destinazione;
- C. l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento;
- D. le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico;
- E. il programma di attuazione e verifica dell'efficacia degli interventi previsti.

Il Servizio Idrografico Regionale ha suddiviso l'intero territorio Regionale in 102 bacini e ne ha cartografati i contorni e il reticolo idrografico. Sono stati poi accorpati i bacini idrografici dei corsi d'acqua minori, il cui corso è nel suo insieme prossimo alla costa, ai bacini idrografici dei fiumi maggiori oppure accorpendoli fra di loro, laddove non era possibile fare altrimenti, per ottenere comunque porzioni di territorio con superfici non troppo ridotte. Sono quindi stati individuati 41 bacini significativi.

Le opere in progetto, come sottolineato in precedenza, ricadono all'interno del bacino idrografico significativo del Fiume S. Bartolomeo (R 19 045).

Il 7 aprile 2021, con Delibera n. 1, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ha adottato il secondo riesame e aggiornamento del Piano di Gestione del distretto idrografico della Sicilia (terzo ciclo di pianificazione 2021-2027), ai fini delle successive procedure di approvazione, previste dalla L.R. 19/2006 e dall'articolo 117 del DLgs 152/2006.

Il Piano fornisce un quadro dei cosiddetti centri di pericolo (CDP), reali e/o potenziali più importanti a livello regionale, che possono incidere sul livello qualitativo della risorsa idrica, ordinandoli secondo le seguenti classi:

- insediamenti industriali;
- discariche di rifiuti e assimilabili;
- attività minerarie ed estrattive;
- insediamenti urbani;
- vie di comunicazione e infrastrutture di collegamento;
- attività agricole;
- attività zootecniche;
- attività antropiche diverse che possono inquinare i corpi idrici.

3.4.1 Acque superficiali

Caratteristiche qualitative delle 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 e si sviluppa con un ciclo triennale.

Si riporta di seguito uno schema sintetico dei passaggi previsti dal citato decreto per la definizione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico.

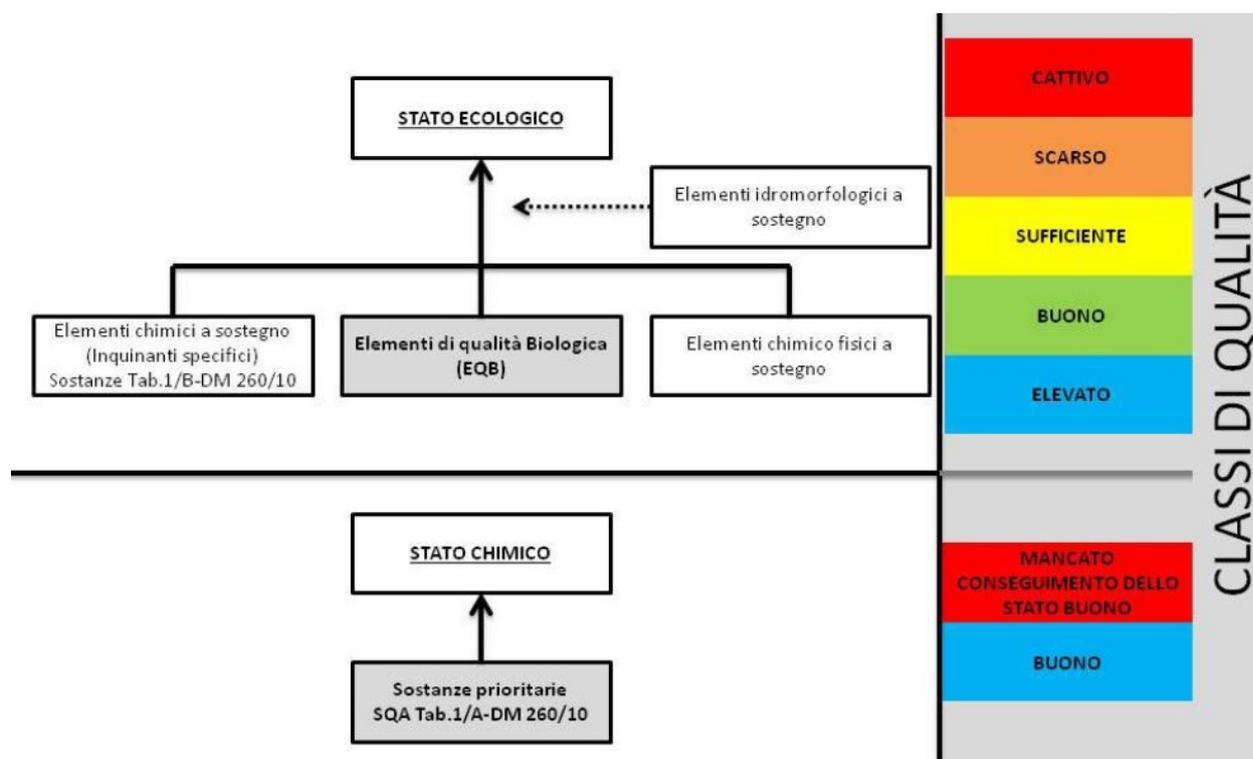


Figura 3.4: Schema di definizione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico.

Lo Stato Ecologico è espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici associati alle acque superficiali.

Alla sua definizione concorrono i seguenti elementi di qualità (EQ):

- Elementi Biologici (EQB);

- Elementi idromorfologici, a sostegno degli elementi biologici;
- Elementi fisico – chimici e chimici, a sostegno degli elementi biologici.

Per ogni categoria di acque, e per ognuno degli Elementi di Qualità (EQ), il D.M. 260/2010 individua le metriche e/o gli indici da utilizzare, le metodiche per il loro calcolo, i valori di riferimento e i limiti di classe (soglie) per i rispettivi stati di qualità (Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso e Cattivo). In seguito alla valutazione di ogni singolo EQ, determinata utilizzando i dati di monitoraggio, lo Stato Ecologico di un Corpo Idrico Superficiale viene quindi classificato in base alla classe più bassa riscontrata tra i diversi elementi di qualità.

Lo Stato Chimico di ogni Corpo Idrico Superficiale viene invece attribuito in base alla conformità dei dati analitici di laboratorio rispetto agli Standard di Qualità Ambientale fissati per un gruppo di sostanze pericolose inquinanti, definite prioritarie.

Il monitoraggio dei corpi idrici è effettuato ai sensi della Direttiva quadro europea sulle acque (2000/60/CE), recepita in Italia dal D.Lgs. 152/2006 (come modificato dal DM 260/2010 e dal D.Lgs. 172/2015) e smi. La Direttiva individua, tra gli obiettivi minimi di qualità ambientale, il raggiungimento per tutti i corpi idrici dell'obiettivo di qualità corrispondente allo stato "buono" e il mantenimento, se già esistente, dello stato "elevato". Gli Stati Membri hanno l'obbligo di attuare le disposizioni di cui alla citata Direttiva, attraverso un processo di pianificazione strutturato in 3 cicli temporali: "2009-2015" (1° Ciclo), "2015-2021" (2° Ciclo) e "2021-2027" (3° Ciclo), al termine di ciascuno dei quali, viene richiesta l'adozione di un Piano di Gestione.

La Regione siciliana, al fine di dare seguito alle disposizioni sopra citate, ha redatto l'aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia del 2010, relativo al 2° Ciclo di pianificazione (2015-2021).

L'adozione del Piano di Gestione di distretto impegna fortemente tutti gli enti per competenza, sulla base dello stato dei corpi idrici, a mettere in campo tutte le azioni e le misure necessarie atte al mantenimento e/o al raggiungimento dello stato di qualità "buono".

Nei casi in cui non è stato possibile raggiungere tale obiettivo nel 2015 – termine stabilito dalla direttiva – era prevista sia la possibilità di prorogare questi termini al 2021 o al 2027, sia la possibilità di derogare per mantenere obiettivi ambientali meno rigorosi, motivandone le scelte.

Per quanto riguarda i corpi idrici fluviali, Il Piano di gestione del Distretto idrografico della Sicilia del 2010 identifica 256 corpi idrici fluviali significativi. Tra questi, 71 si trovano in una naturale condizione di elevata mineralizzazione delle acque (salati), per le caratteristiche delle rocce sulle quali scorrono, e pertanto sono stati attualmente esclusi dal monitoraggio per mancanza di metriche di valutazione. Tra i rimanenti è stata definita una rete ridotta di monitoraggio costituita da 74 corpi idrici.

Le opere in progetto, come sottolineato in precedenza, ricadono all'interno del bacino idrografico del Fiume S. Bartolomeo (045).

Tre dei cinque fiumi significativi presenti nel bacino, sono inclusi tra i fiumi "salati", attualmente esclusi dal monitoraggio in attesa della definizione delle condizioni di riferimento e delle metriche idonee (Figura 3.5 e Figura 3.6). I due fiumi sottoposti a monitoraggio sono Il Fiume Freddo (IT19RW04501) e il Fiume Sirignano (IT19RW04502).

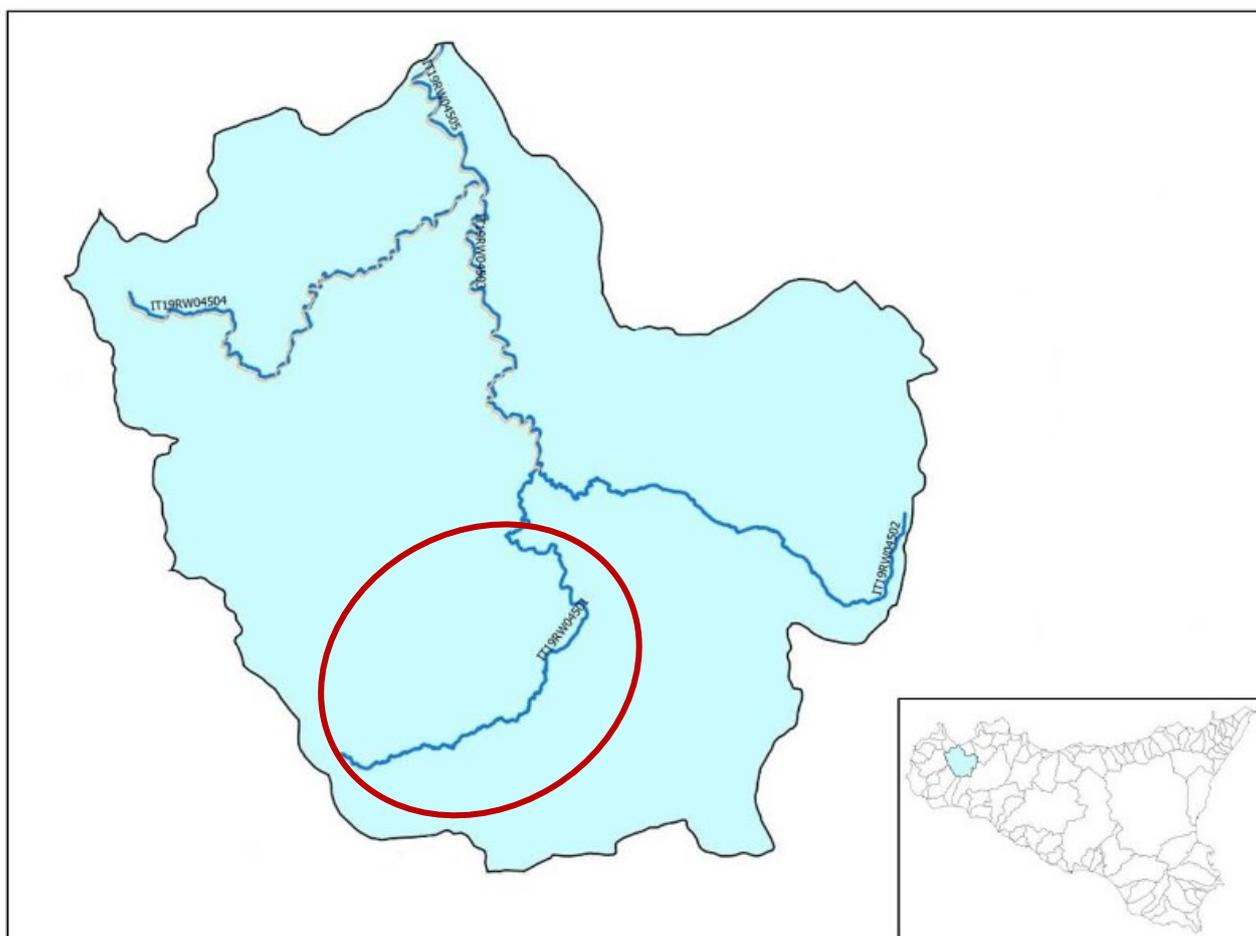


Figura 3.5: Corpi idrici significativi del bacino idrografico del Fiume S. Bartolomeo. In rosso l'indicazione dell'area di studio.

wise_code	swbname	Lunghezza (km)	Categoria di rischio (PdG 2016)	Tipologia	Anno monitoraggio
IT19RW04501	Fiume Freddo	21,5	a rischio	20IN7N	2016 + 2019
IT19RW04502	Fosso Sirignano	19,5	a rischio	20IN7N	2018
IT19RW04503	Fiume Freddo	15,0	a rischio	20IN7N	*
IT19RW04504	Fiume Caldo	21,0	a rischio	20IN7N	*
IT19RW04505	Fiume San Bartolomeo	6,9	non a rischio	20IN7N	*

* fiume "salato", ad oggi non monitorato in attesa della definizione delle metriche idonee

Figura 3.6: Corpi idrici significativi del bacino idrografico del Fiume S. Bartolomeo.

Si riportano in Figura 3.7 i risultati del monitoraggio nel periodo 2014-2019. Il Fiume Freddo, denominato corpo idrico IT19RW04501, è caratterizzato da stato ecologico scarso e da stato chimico non buono; il Fiume Sirignano, invece, denominato corpo idrico IT19RW04502, è stato classificato con stato ecologico scarso e stato chimico buono.

Non è stato svolto il monitoraggio sugli altri tre corpi idrici significativi del bacino in quanto inclusi tra i fiumi "salati".

- 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 le esigenze 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 non sono state individuate interferenze con le piazzole definitive degli aerogeneratori. Sono state individuate, invece, n.9 interferenze con l'idrografia per la strada di accesso (viabilità di nuova realizzazione) (T01, T02, ..., T09).

L'analisi ha permesso di individuare, inoltre, n.42 interferenze lungo il tracciato del cavidotto di connessione (I01, ..., I42), nessuna delle quali situate all'interno delle fasce di pericolosità idraulica del PGRA e del PAI.

Per ulteriori dettagli sulla stima degli impatti potenziali delle acque superficiali si rimanda allo studio di impatto ambientale (Rif. 2995_5530_CLT_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 sitospecifiche, 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

Caratteristiche qualitative delle acque sotterranee

In Sicilia il monitoraggio e la valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee ai sensi delle Direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE e della normativa nazionale di recepimento (D. lgs. 152/06 e ss.mm.ii. e D. lgs. 30/2009 rispettivamente) sono stati avviati da ARPA Sicilia nel 2011, in attuazione del modello organizzativo del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia 2009-2015 (Regione Siciliana, 2010), che ha attribuito all'Agenzia la competenza sul monitoraggio e la valutazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei del Distretto. Dal 2011 le attività condotte dall'ARPA Sicilia hanno previsto la predisposizione e l'attuazione di programmi di monitoraggio dello stato chimico dei 77 corpi idrici sotterranei individuati dal Piano di Gestione 2009-2015 (PdG del I ciclo) e l'applicazione dei criteri e delle procedure specificati dal D. lgs. 30/2009 e dall'Allegato 1 alla Parte III del D. lgs. 152/06 e ss.mm.ii per la valutazione dello stato qualitativo dei corpi idrici sotterranei sulla base dei risultati del monitoraggio.

Dal 2015, a seguito della predisposizione da parte della Regione Siciliana del Piano di Gestione del II ciclo di pianificazione (2015-2021), in cui è stata modificata l'individuazione dei corpi idrici sotterranei con l'aggiunta di 5 nuovi corpi idrici ai 77 individuati nel PdG del I ciclo, le attività di monitoraggio e valutazione sono state programmate ed attuate da ARPA Sicilia su tutti gli 82 corpi idrici sotterranei del Distretto Idrografico, consentendo di giungere ad una prima valutazione dello stato qualitativo di tutti i corpi idrici sotterranei del Distretto sulla base del monitoraggio effettuato nel periodo 2011-2017.

La valutazione dello stato qualitativo complessivo dei corpi idrici sotterranei basata sui dati di monitoraggio 2011-2017 è stata quindi aggiornata utilizzando i risultati del monitoraggio 2018 e 2019 e rivalutando lo stato chimico degli 82 corpi idrici sotterranei del Distretto Idrografico della Sicilia sulla base del sessennio di monitoraggio 2014-2019, utile ad aggiornare il quadro conoscitivo sullo stato di qualità delle acque sotterranee regionali, ai fini dell'elaborazione del Piano di Gestione del Distretto Idrografico del III Ciclo (2021-2027).

Le opere in progetto non ricadono su alcun corpo idrico sotterraneo del Distretto idrografico della regione Sicilia (Figura 3.9). In prossimità dell'area vasta, ed in particolare a Nord-Est delle opere in progetto, è tuttavia presente il corpo idrico sotterraneo Monte Bonifato (ITR19TPCS02). A Nord-Ovest, invece, è stato individuato il corpo idrico sotterraneo Monte Ramalloro-Monte Inici (ITR19TPCS04).

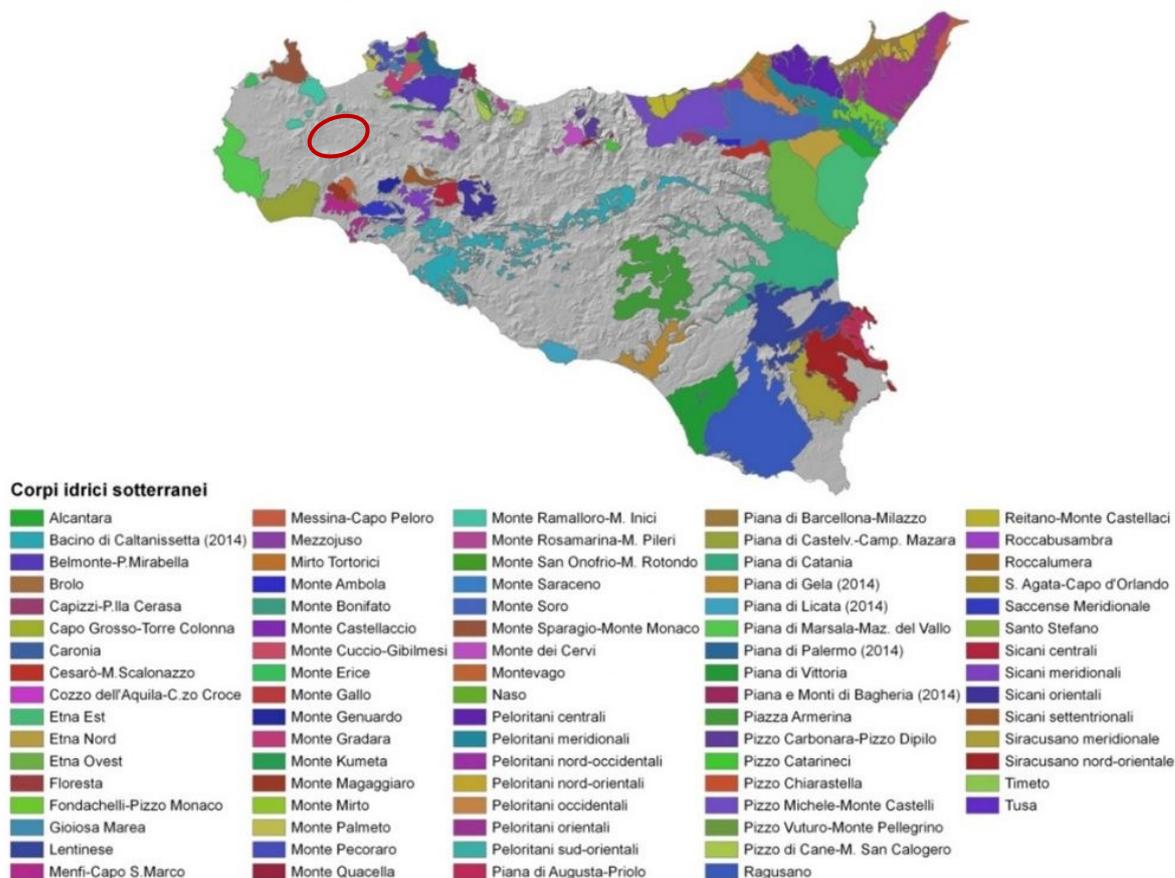


Figura 3.9: Corpi idrici sotterranei della Sicilia (fonte: ARPA Sicilia). In rosso l'indicazione dell'area vasta.

Sulla base del monitoraggio condotto nel sessennio 2014-2019 lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei Monte Bonifato e Monte Ramalloro-Monte Inici è stato giudicato scarso, con livello di confidenza (LC) della valutazione di stato chimico alto per entrambi (Figura 3.10).

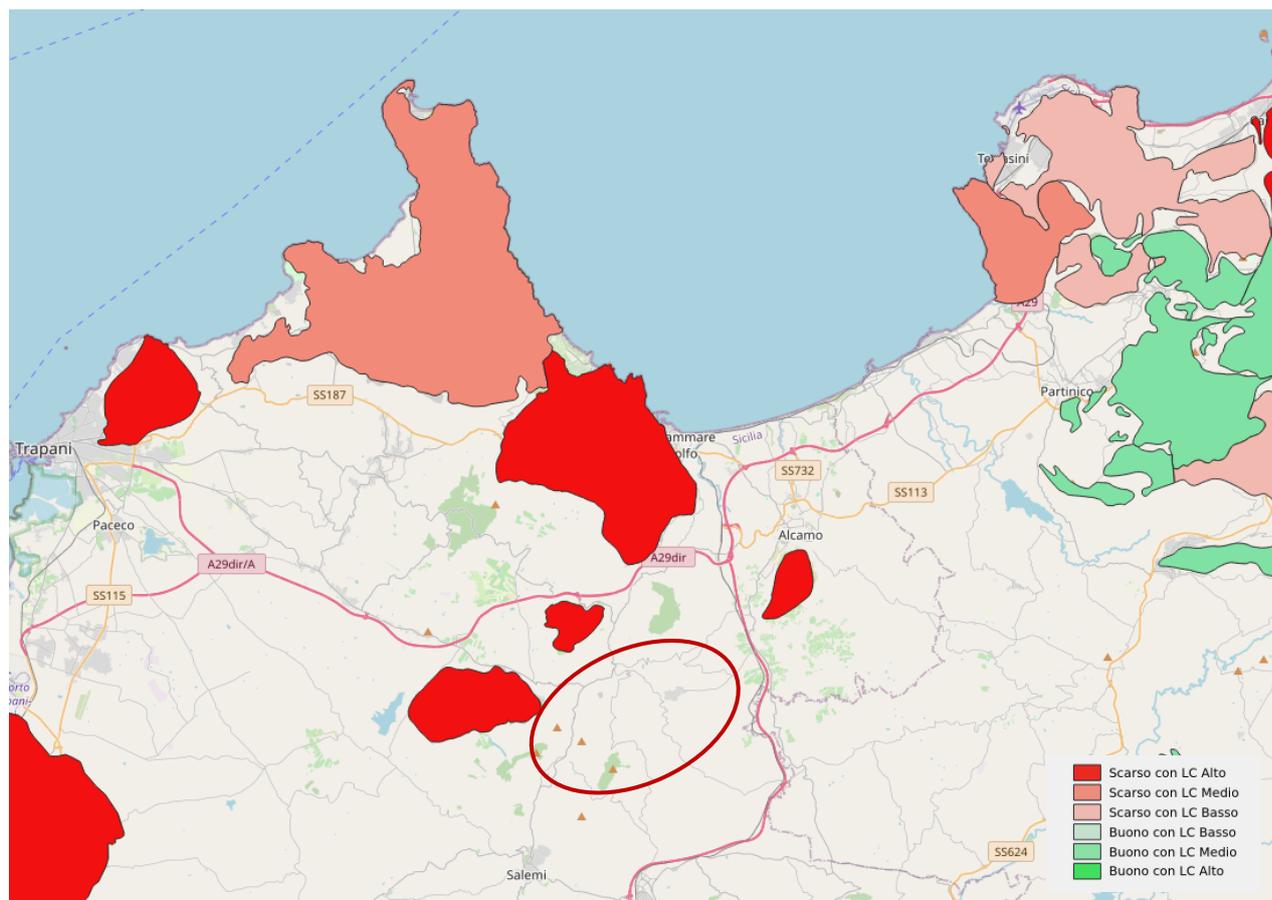


Figura 3.10: Monitoraggio dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei della Sicilia nel periodo 2014-2019 e relativo LC (fonte: ARPA webgis). In rosso l'indicazione dell'area di studio.

È inoltre presente il monitoraggio puntuale dei corpi idrici sotterranei condotto nel 2022, da cui si riscontra un miglioramento per il Monte Ramalloro-Monte Inici che passa da uno stato chimico scarso a buono. Lo stato chimico del corpo idrico sotterraneo Monte Bonifato rimane invece invariato, confermandosi scarso ().

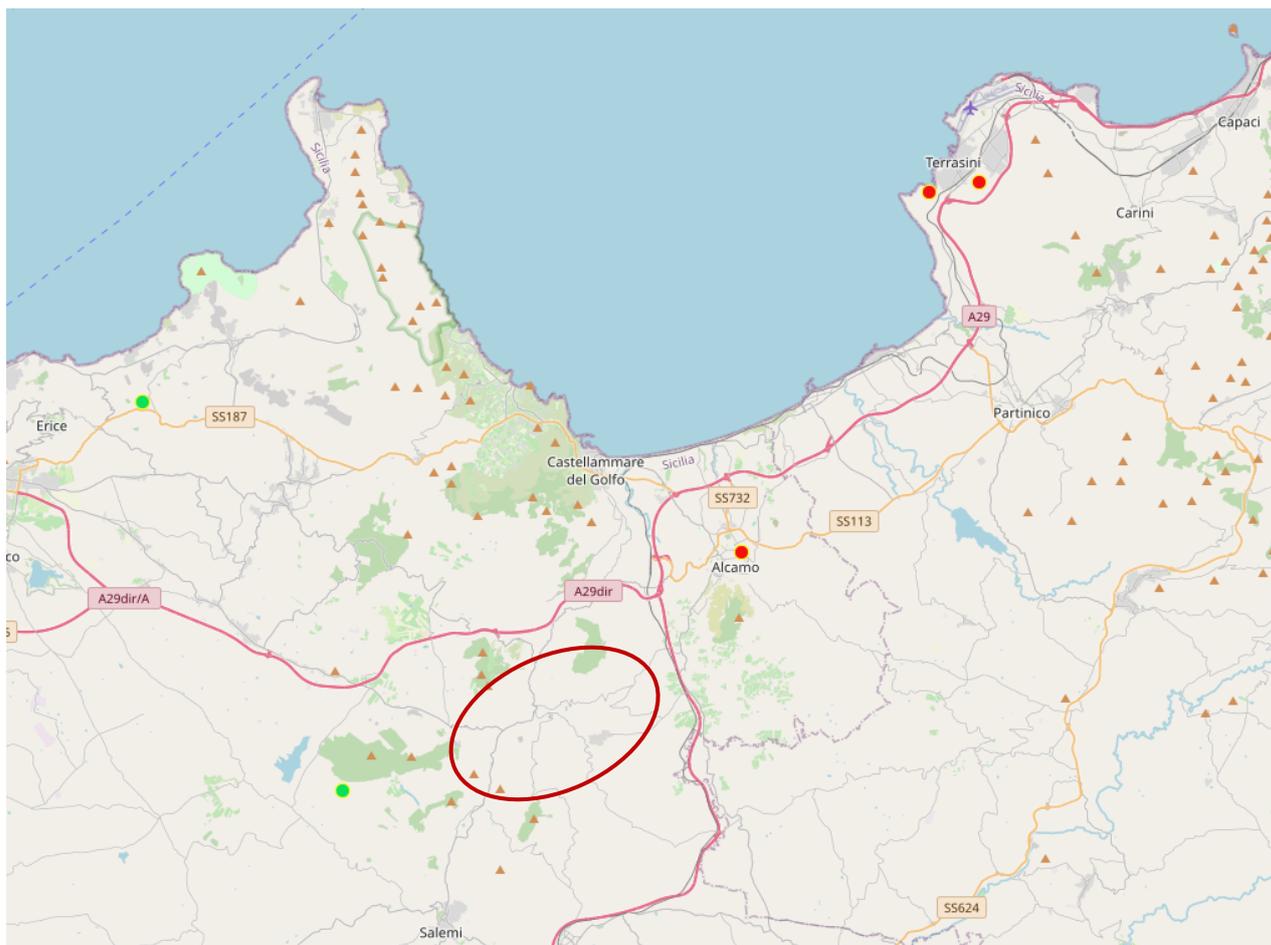


Figura 3.11: Monitoraggio puntuale dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei della Sicilia nell'anno 2022 (fonte: ARPA webgis). In rosso l'indicazione dell'area di studio.

Non sono disponibili, invece, dati di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei in questione successivamente al 2022.

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

Il Piano di bacino è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa, alla valorizzazione e alla corretta utilizzazione del suolo e delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali dei territori interessati. Esso rappresenta il quadro di riferimento a cui devono adeguarsi e riferirsi tutti i provvedimenti autorizzativi e concessori inerenti agli interventi comunque riguardanti il bacino e ha valore di piano territoriale di settore.

Il Piano di bacino ha i contenuti e l'efficacia di cui all'articolo 65 del decreto legislativo n. 152 del 2006.

Il Piano di bacino è redatto, adottato e approvato per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali, interessanti anche più bacini idrografici e costituenti, in ogni caso, fasi sequenziali e interrelate rispetto ai suoi contenuti.

Nei paragrafi seguenti si presenta lo studio delle interferenze tra le opere in progetto e le aree a pericolosità idraulica del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).

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

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione.

Il PAI è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

L'ambito territoriale di riferimento del P.A.I. è il Distretto Idrografico della Sicilia. La Regione Sicilia è difatti stata assimilata ad un unico bacino di rilievo regionale. Attualmente il Distretto Idrografico della Sicilia è suddiviso in n. 102 bacini idrografici e aree territoriali intermedie, oltre alle isole minori. Nel caso in esame, le opere in progetto ricadono all'interno del bacino idrografico del Fiume S. Bartolomeo (045).

Il Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico è stato redatto dall'Assessorato al Territorio e Ambiente della Regione Siciliana, Dipartimento di Territorio e Ambiente, soggetto istituzionalmente deputato alla sua elaborazione; per l'aspetto idrologico-idraulico ha contribuito il Dipartimento di Ingegneria Idraulica ed Applicazioni Ambientali dell'Università degli studi di Palermo.

Il PAI definisce quattro classi di pericolosità idraulica, calcolate in funzione del battente idraulico e del tempo di ritorno, secondo la Tabella 4.1.

Tabella 4.1: Calcolo della pericolosità idraulica (fonte relazione generale PAI della Regione Siciliana)

BATTENTE IDRAULICO	TEMPO DI RITORNO [ANNI]		
	50	100	300
$H < 0,3 \text{ m}$	P1	P1	P1
$0,3 < H < 1 \text{ m}$	P2	P2	P2
$1 < H < 2 \text{ m}$	P4	P3	P2
$H > 2 \text{ m}$	P4	P4	P3

Il PAI definisce anche i **siti di attenzione (SA)** come aree su cui approfondire il livello di conoscenza delle condizioni idrauliche in relazione alla potenziale pericolosità e rischio e su cui comunque gli eventuali interventi dovranno essere preceduti da adeguate approfondite indagini.

Le mappe PAI, disponibili sul Geoportale della Regione Sicilia, sono aggiornate a gennaio 2024.

Si riporta in Figura 4.1 uno stralcio del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) in prossimità dell'area di progetto.

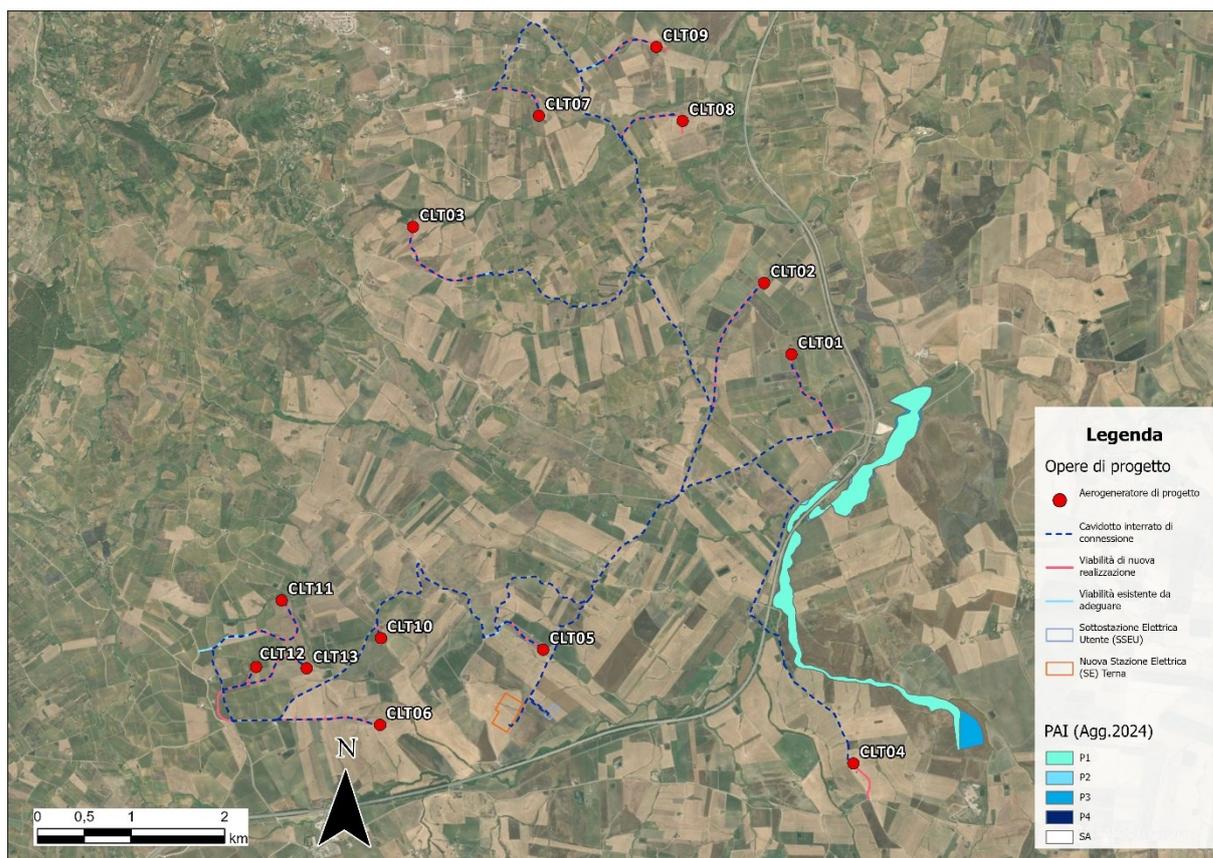


Figura 4.1: Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (aggiornamento 2024).

Come si evince dalla Figura 4.1, le opere in progetto non ricadono nelle aree a pericolosità idraulica del PAI.

4.2 PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

La Direttiva Comunitaria “Alluvioni” 2007/60/CE del 23 ottobre 2007, derivata dalla più generale Direttiva Comunitaria “Acque” 2000/60/CE, istituisce un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e persegue l’obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale, l’attività economica e le infrastrutture.

La direttiva Alluvioni è stata recepita in Italia dal D. Lgs. 49/2010 che ha introdotto il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) da predisporre per ciascuno dei distretti idrografici individuati nell’art. 64 del D. Lgs. 152/2006.

Per il Distretto Idrografico della Regione Sicilia, a seguito della procedura di adozione da parte della Conferenza Istituzionale permanente con delibera n. 5 del 22/12/2021, è stato approvato il 1° aggiornamento del PGRA (2021-2027) afferente al 2° ciclo di gestione.

La definizione degli scenari di probabilità del Distretto Idrografico della Sicilia partendo dalle indicazioni fornite dal D. Lgs. 49/2010 tiene conto innanzitutto dell’origine dell’alluvione (fluviale, pluviale, marina da elevato trasporto solido).

Per le alluvioni di origine fluviale, la classificazione delle aree a pericolosità idraulica è la seguente:

- aree ad alta pericolosità (HPH): aree inondabili con tempo di ritorno minore o uguale di 50 anni;
- aree a media pericolosità (MPH): aree inondabili con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e minore o uguale di 100 anni;
- aree a bassa pericolosità (LPH): aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 100 anni e minore o uguale a 300 anni.

Le mappe PGRA, disponibili sul Geoportale della Regione Sicilia, sono aggiornate al 2021.

Si riporta in Figura 4.2 uno stralcio del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) in prossimità dell’area di progetto.

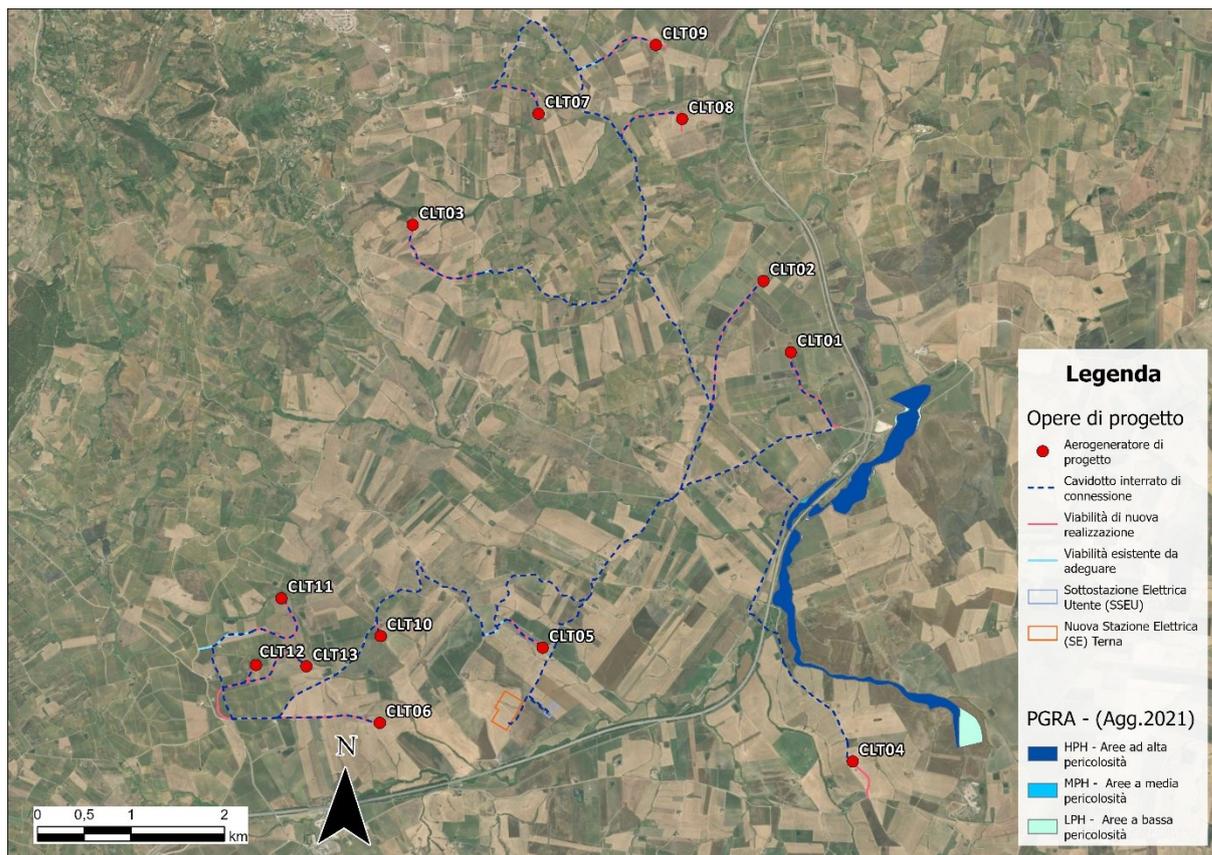


Figura 4.2: Stralcio del PGRA (aggiornamento 2021).

Come si evince da Figura 4.2, le opere in progetto non interferiscono con le aree a pericolosità idraulica del PGRA.

4.3 INVARIANZA IDRAULICA

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 prendersi carico, 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.

La normativa di riferimento per la Regione Sicilia sull'invarianza idraulica e idrologica è la D.D.G. n. 102 del 2021.

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



circa 3,73 m dal piano campagna e sarà interamente ricoperto di terreno arido drenante e quindi confrontabile con lo stato ante-operam.

Per quanto riguarda la descrizione dell'impermeabilizzazione potenziale dell'intervento, 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.

Ai fini della definizione della classe di intervento è stata considerata unicamente la superficie coperta da piazzole permanenti, in quanto per quelle di cantiere/montaggio è previsto un rinverdimento, corrispondente ad un ripristino della situazione ante operam del sito.

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 meno del 3% della superficie totale della tipologia di piazzole permanenti, pari a circa 1.400 m². Di conseguenza, l'aumento del coefficiente di deflusso medio pesato risulta trascurabile rispetto alla condizione ante-operam.

Di conseguenza, 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.

5. STATO DI PROGETTO: DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

Il parco in esame sarà costituito da N° 13 aerogeneratori e sarà collegato alla rete elettrica nazionale. Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 220 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 220/150/36 kV (sezione a 220 kV da realizzare già in classe di isolamento 380 kV) della RTN, da inserire in entra - esce su entrambe le terne della linea 220 kV RTN "Partanna – Partinico".

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 7,2 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 descritti brevemente i componenti del parco eolico in 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 "2995_5530_CLT__PFTE_R01_Rev0_RTG".

5.1 AEROGENERATORI

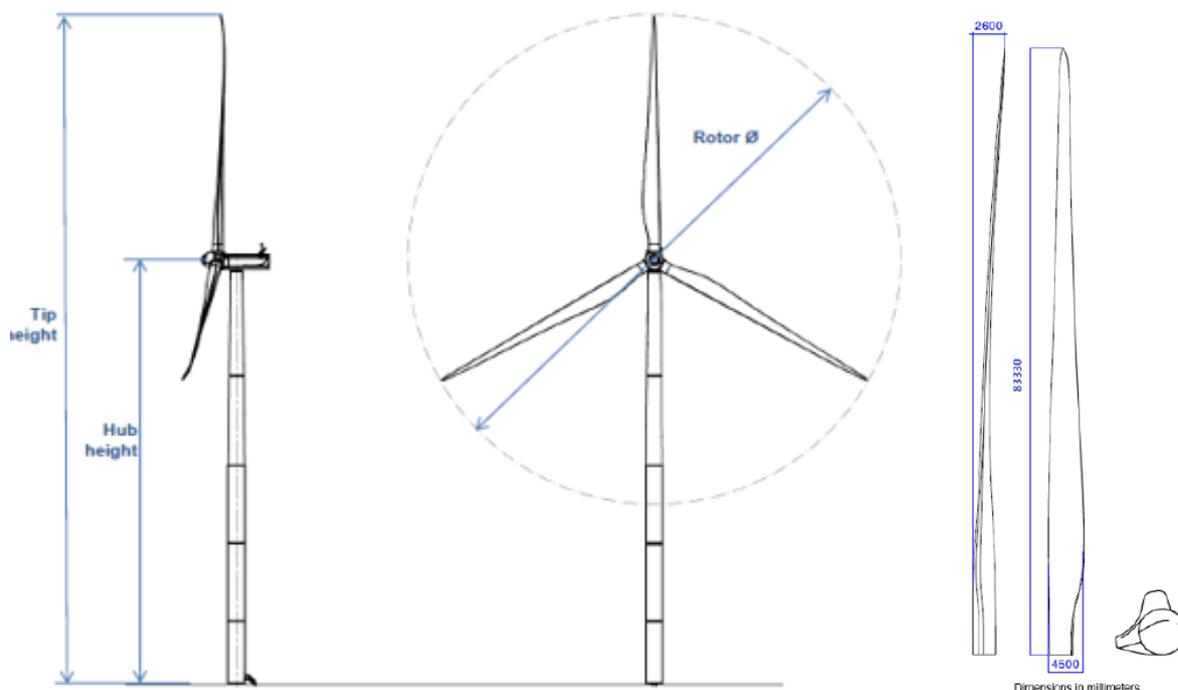
Un aerogeneratore ha la funzione di convertire l'energia cinetica del vento prima in energia meccanica e successivamente in energia elettrica.

Sostanzialmente un aerogeneratore è così composto:

- Un rotore, nel caso in esame a tre pale, per intercettare il vento
- Una "navicella" in cui sono alloggiato tutte le apparecchiature per la produzione di energia
- Un fusto o torre che ha il compito di sostenere gli elementi sopra descritti (navicella e rotore) posizionandoli alla quota prescelta in fase di progettazione

In questa fase progettuale l'aerogeneratore scelto è un Vestas della potenza nominale di 7,2 MW ad asse orizzontale. In fase esecutiva, in funzione anche della probabile evoluzione dei macchinari, la scelta dell'aerogeneratore potrà variare mantenendo inalterate le caratteristiche geometriche massime.

Di seguito si riporta uno schema grafico dell'aerogeneratore e della navicella.



Tip height=200m; hub height=114m; rotor diameter=172m; blade length≈85 m

Figura 5.1 - Struttura aerogeneratore

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 BT;
- trasformatore di potenza 30/0,8 kV;
- cavo 30 kV di potenza;
- quadro elettrico di protezione 30 kV;
- 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 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 6 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.

5.2 VIABILITÀ

Dall'area di trasbordo al campo eolico si accede attraverso la viabilità esistente (strade Statali, Provinciali, Comunali e/o Vicinali), mentre l'accesso alle singole pale avviene mediante piste di nuova realizzazione e/o su tracciati agricoli esistenti.

L'ingresso al parco può essere individuato con l'area di trasbordo posta nei pressi dell'uscita della A29/E90 di Gallitello. Da questo punto si può ipotizzare inizi la viabilità interna che sfruttando principalmente le seguenti strade permette il collegamento delle piste di nuova realizzazione previste per ciascuna piazzola:

- S.B. 16 Strada di Bonifica di Pietrarenosa
- S.R.9 Strada Regionale Bigottia con diramazione Pergole
- S.R.16 Strada Regionale Pergole-Giancaldaia-Bigottia
- S.P12 Strada Provinciale del Busacchio
- S.B. 14 Strada di Bonifica di Magione
- S.B. 19

Le strade sopra menzionate si presentano asfaltate e in gran parte adatte al passaggio dei mezzi speciali mentre per quanto riguarda i tracciati agricoli con fondo sterrato dovranno essere adeguati aumentandone la sezione carrabile.

Alla luce di quanto sopra descritto, non si prevedono particolari interventi sulle strade esistenti se non locali accorgimenti di adeguamento della sagoma o di eliminazione di ostacoli (i.e. cartelli segnaletici) per permettere le manovre dei mezzi particolarmente ingombranti. Si evidenzia come nella zona siano presenti altri parchi eolici di recente realizzazione che hanno sfruttato la medesima viabilità in esame

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 compatto 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).

Si riporta di seguito una sezione tipo delle piste di accesso sopra descritte.

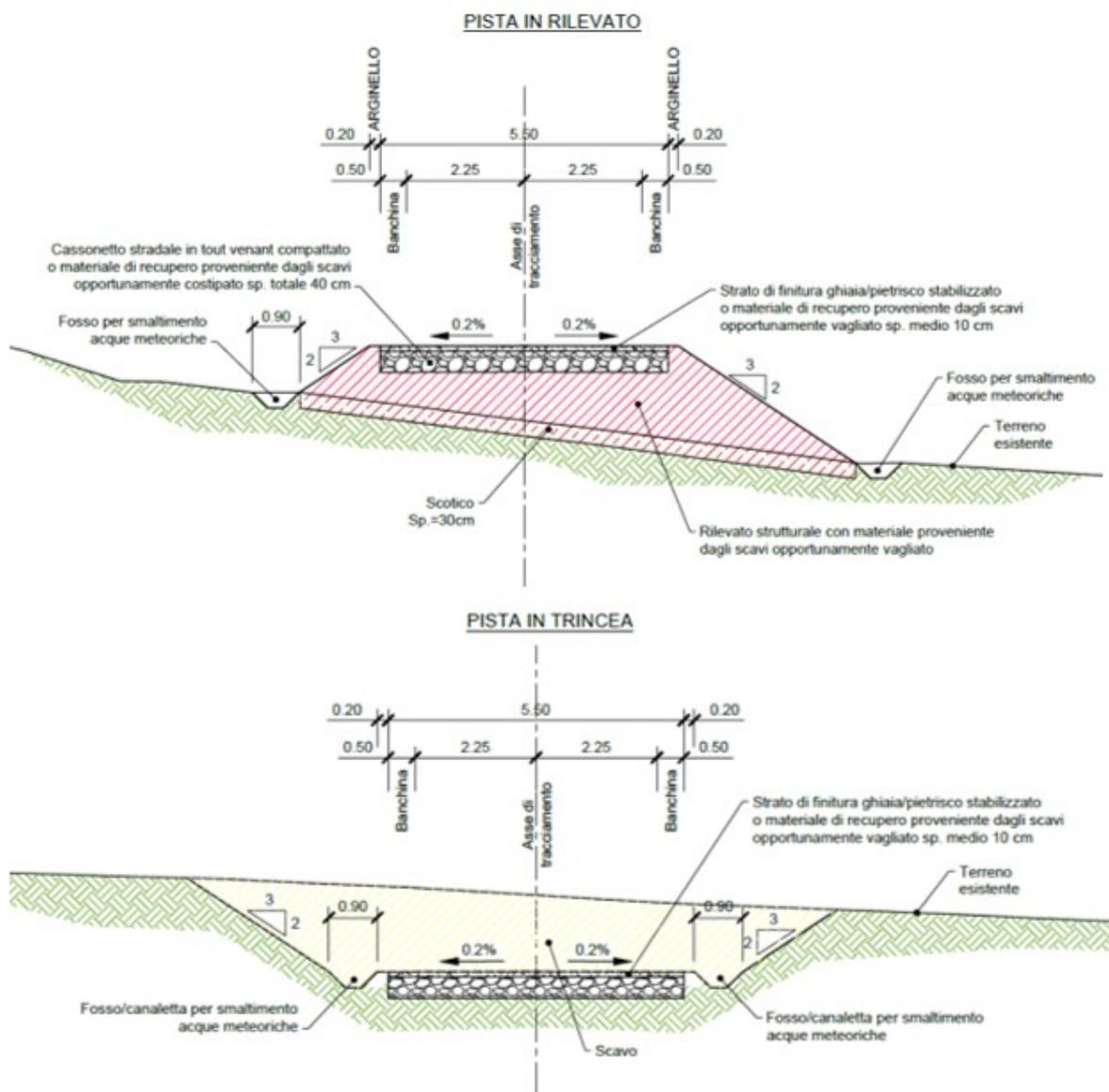


Figura 5.2 – Sezione tipo piste di accesso

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.

5.3 PIAZZOLE DI MONTAGGIO

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 due tempi.

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.

Si riporta di seguito una sezione tipo delle piazzole.

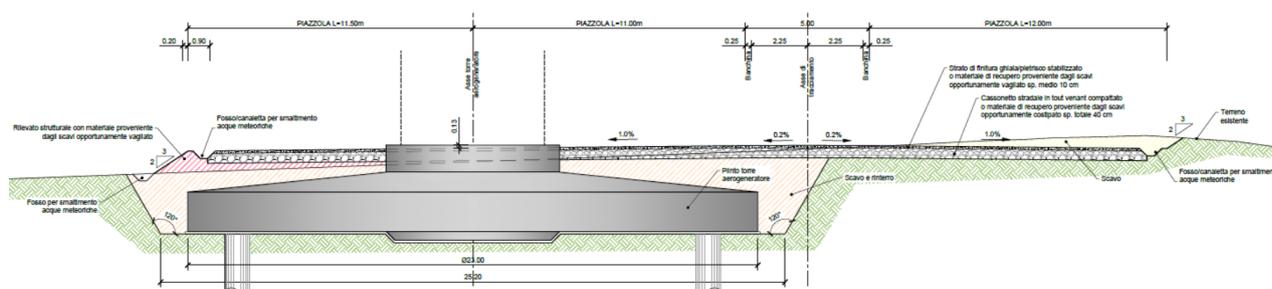


Figura 5.3 – Sezione tipo piazzole

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 ed 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 e 100 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 e trincee drenanti.

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.

Il dimensionamento di tubazioni e fossi ha tenuto conto di un grado di riempimento massimo del 75%.

6.2 CALCOLI IDROLOGICI

6.2.1 Considerazioni climatiche

La Regione Sicilia è caratterizzata da un clima temperato mediterraneo o, più precisamente, da un clima temperato caldo con prolungamento della stagione estiva e inverno mite. Le temperature medie invernali sono superiori ai 5 gradi centigradi mentre quelle minime scendono solo raramente al di sotto di 0 gradi. È il caratteristico clima di collina con temperatura media di 16 gradi, in cui il mese più caldo risulta essere agosto e il più freddo gennaio. Il mese più soleggiato è giugno (14,6 ore) mentre il minimo annuo si riscontra a dicembre (9,4 ore).

Al fine di definire le caratteristiche climatiche dell'area di studio, situata ad una quota variabile tra 100 e 300 m s.l.m., è stata consultata la cartografia dell'Atlante agro-topoclimatico della Sicilia.

In Figura 6.1 si osserva come la temperatura media annua in prossimità del sito sia compresa tra 12°C e 17° C, mentre da Figura 6.2 si deduce come la precipitazione media annua sia variabile tra 450 e 500 mm.

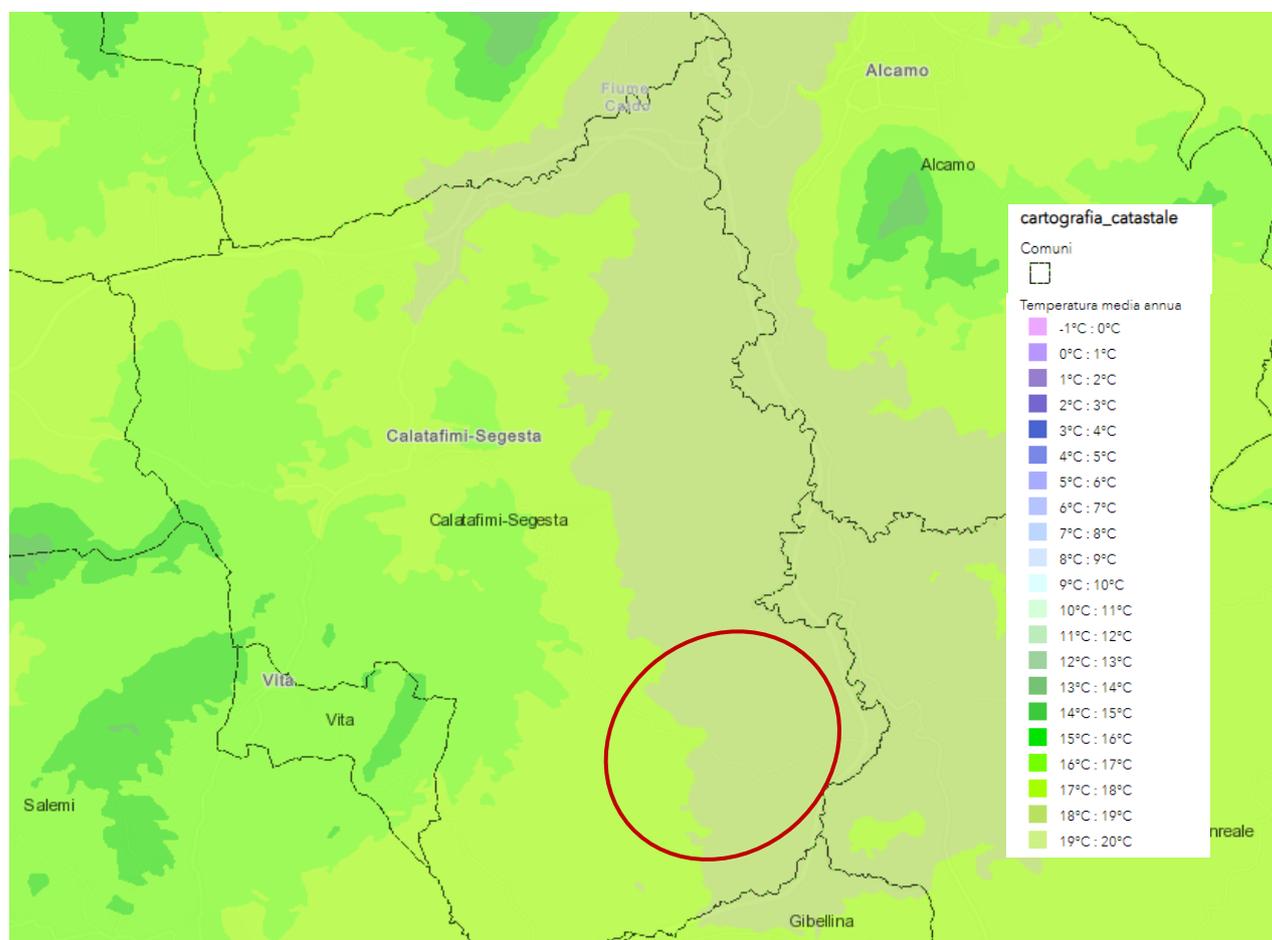


Figura 6.1: Temperatura media annua (Cartografia Atlante agro-topoclimatico della Sicilia – Dipartimento Regionale dell'Agricoltura).

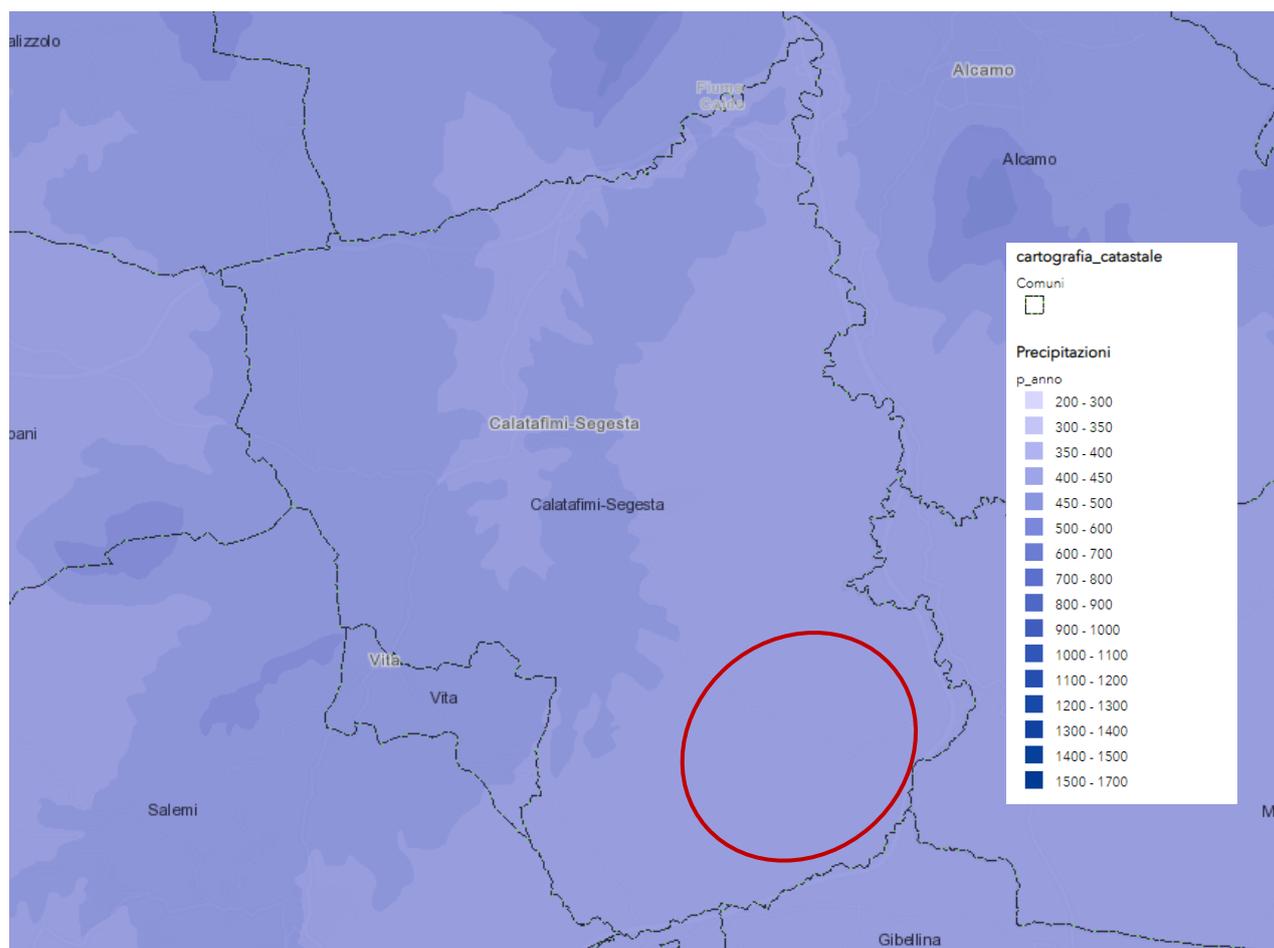


Figura 6.2: Precipitazione media annua (Cartografia Atlante agro-topoclimatico della Sicilia – Dipartimento Regionale dell’Agricoltura).

Inoltre, per lo studio del regime climatico del sito, stati considerati anche i dati di temperatura e piovosità registrati presso le stazioni termopluviometriche e pluviometriche situate nei bacini idrografici del Fiume S. Bartolomeo.

Si riportano di seguito i dati della temperatura media mensile in gradi Celsius e quelli della precipitazione media mensile in mm per le stazioni esaminate.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
CALATAFIMI	10,3	11	12,4	15,3	19,3	22,9	25	25,5	22,5	18,7	14,2	11,3	17,4
SAN VITO LO CAPO	12,8	12,9	13,9	15,9	19,3	22,9	26,3	27,3	24,9	21,3	17,2	14,2	19,1
MEDIA	11,6	12,0	13,2	15,6	19,3	22,9	25,7	26,4	23,7	20,0	15,7	12,8	18,2

Figura 6.3: Temperatura media mensile media annua in gradi Celsius (1965-1994) – Stazioni termopluviometriche bacino idrografico Fiume S. Bartolomeo (PAI).

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
ALCAMO	79,6	79,3	69,6	59,2	29,7	10,3	4,9	8,6	48,5	87,4	91,3	103,8	672,2
CALATAFIMI	86,4	82,7	72,9	60,4	28,8	10,0	3,7	12,8	41,6	90,0	88,2	100,0	677,5
CASTELLAMMARE DEL GOLFO	88,7	82,5	66,6	54,7	28,7	7,8	5,7	9,5	43,6	79,0	89,7	95,3	651,8
GIBELLINA	71,0	68,7	58,2	59,7	25,7	8,1	5,6	12,0	46,4	80,2	78,3	95,4	609,3
SAN VITO LO CAPO	63,9	55,0	45,8	39,5	23,9	5,5	1,5	5,0	37,8	71,9	67,9	73,0	490,7
MEDIA	77,92	73,64	62,62	54,7	27,36	8,34	4,28	9,58	43,58	81,7	83,08	93,5	620,3

Figura 6.4: Piovosità media mensile e media annua in mm per il periodo di osservazione (1965-1994) – Stazioni pluviometriche bacino idrografico Fiume S. Bartolomeo (PAI).

La stazione termopluviometrica di Calatafimi è prossima all'area di studio. Trovandosi ad una quota di circa 350 m s.l.m., è caratterizzata da una temperatura media annua di 17,4 °C, in accordo con quanto mostrato nella Figura 6.1.

Per quanto riguarda il regime pluviometrico, la stazione di Calatafimi, situata in prossimità dell'area di progetto, suggerisce una precipitazione media annua di circa 677,5 mm, superiore con quanto mostrato in Figura 6.2 dovuto alla distanza dal sito, con un periodo piovoso da ottobre ad aprile e minimi stagionali nei mesi estivi di giugno, luglio e agosto.

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.

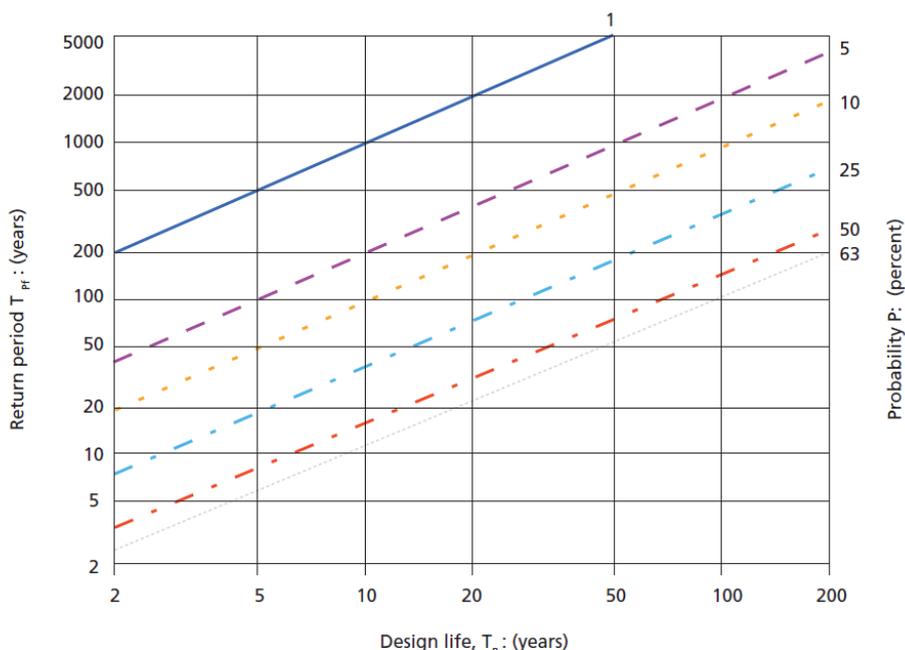


Figura 6.5: Probabilità che un evento con determinato tempo di ritorno si verifichi in N anni.

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 in 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: in tal caso, il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è stato assunto pari a **100 anni**.

6.2.3 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense

Per la stima delle portate meteoriche superficiali è stato necessario determinare Linee Segnalatrici 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 100 anni.

Secondo quanto previsto dalla "Relazione di Piano (dic. 2004) – AdB" lo studio idrologico a livello di bacino per la determinazione delle portate attese con diversi tempi di ritorno è da condurre in conformità con quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) e deve in ogni caso tener conto dei dati raccolti dagli Uffici periferici dell'ex Servizio Mareografico e Idrografico Nazionale e da eventuali elaborazioni dei dati prodotti dagli stessi Uffici.

L'analisi pluviometrica è stata svolta sulla base dell'Analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 e 24 ore. Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987) in cui per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello è stato fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Liritano, 1994).

Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è stata suddivisa in tre sottozone A, B e C: l'area di progetto, in particolare, ricade nella **sottozona A** (Figura 6.6).



Figura 6.6: Sottozone omogenee (secondo livello) e area di progetto (in rosso).

Una volta identificata la sottozona omogenea, è stato possibile definire il coefficiente probabilistico di crescita $K_{(T,d)}$, variabile adimensionale dell'altezza di precipitazione h rispetto alla media $\mu_{(d)}$ ($K_{(T,d)} = h/\mu_{(d)}$)

Per la sottozona omogenea A, l'espressione che lega la variabile adimensionale $K_{(T,d)}$ alla durata di pioggia d e al tempo di ritorno T è la seguente, valida con buona approssimazione per tempi di ritorno superiori a 10 anni:

$$K_{(T,d)} = 0.5391 - 0.001635 d + (0.0002212 d^2 + 0.00117 d + 0.9966) \log_{10} T$$

Dopo aver calcolato il fattore probabilistico di crescita $K_{(T,d)}$, si è proceduto definendo la media del massimo annuale di pioggia $\mu(d)$ per una fissata durata d .

Il terzo livello di regionalizzazione prevede la stima della media del massimo annuale di pioggia $\mu(d)$ nei siti privi di stazioni di misura o con modesto numero di anni di osservazione così da rendere applicabile la procedura in qualsiasi punto della regione. In particolare, l'espressione monomia che lega $\mu(d)$ alla durata dell'evento è la seguente:

$$\mu(d) = a d^n$$

I coefficienti a ed n sono tabellati per tutte le stazioni pluviografiche siciliane; per i siti sprovvisti di stazioni misure sono stimati sulla base delle cartografie estratte dall'allegato B del documento di piano del PAI, ottenute interpolando spazialmente sull'intera regione i dati puntuali tabellati.

Per il presente studio sono stati assunti, in via conservativa, i valori seguenti:

- $a = 24,6 \text{ mm/h}$
- $n = 0,25$

Per eventi pluviali con durate superiori ad 1h, la Curva di Possibilità Pluviometrica si ottiene dal prodotto tra il fattore probabilistico di crescita $K_{(T,d)}$ e la media del massimo annuale di pioggia $\mu(d)$. Pertanto, l'altezza di pioggia $h_{(T,d)}$ per una certa durata di pioggia d e tempo di ritorno T può essere calcolata come segue:

$$h_{(T,d)} = K_{(T,d)} a d^n$$

La Curva di Possibilità Pluviometrica precedentemente descritta permette di stimare le altezze di precipitazione per eventi pluviali con durate superiori ad 1h, in quanto i parametri di tale equazione sono stati ottenuti dall'analisi di eventi pluviometrici di lunga durata ($d > 60$ minuti).

Per eventi meteorici di breve durata ($d < 1$ ora), generalmente di maggiore criticità per i bacini idrografici di estensione limitata come quelli del presente studio, è stato dimostrato che è possibile stimare le altezze di precipitazione mediante la legge di Bell (Vito Ferro, "La sistemazione dei bacini idrografici", McGraw – Hill editore), riportata di seguito:

$$\frac{h_{(T,d)}}{h_{(T,60)}} = \left(\frac{d}{60}\right)^s$$

Dove:

- $h_{(T,60)}$: altezza di precipitazione (mm) con durata pari a 60 minuti e tempo di ritorno fissato T ;
- s : coefficiente dipendente della regione in esame, per la Sicilia assunto pari a 0.386.

Si mostrano di seguito le Curve 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 e 100 anni).

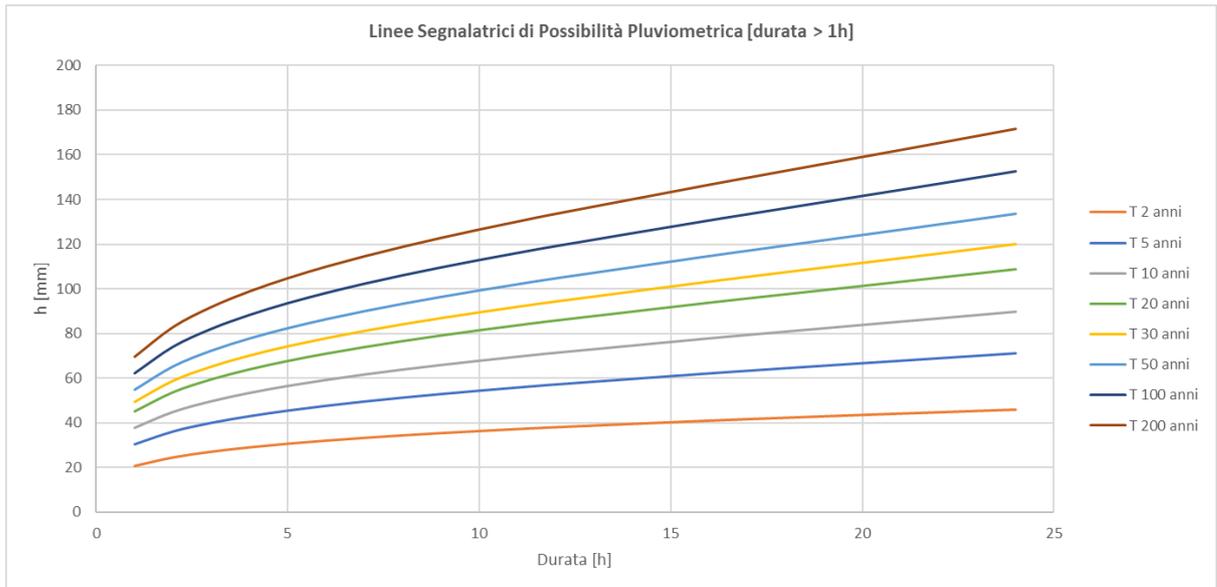


Figura 6.7 Linee segnalatrici di Possibilità Pluviometrica con durata maggiore di un'ora.

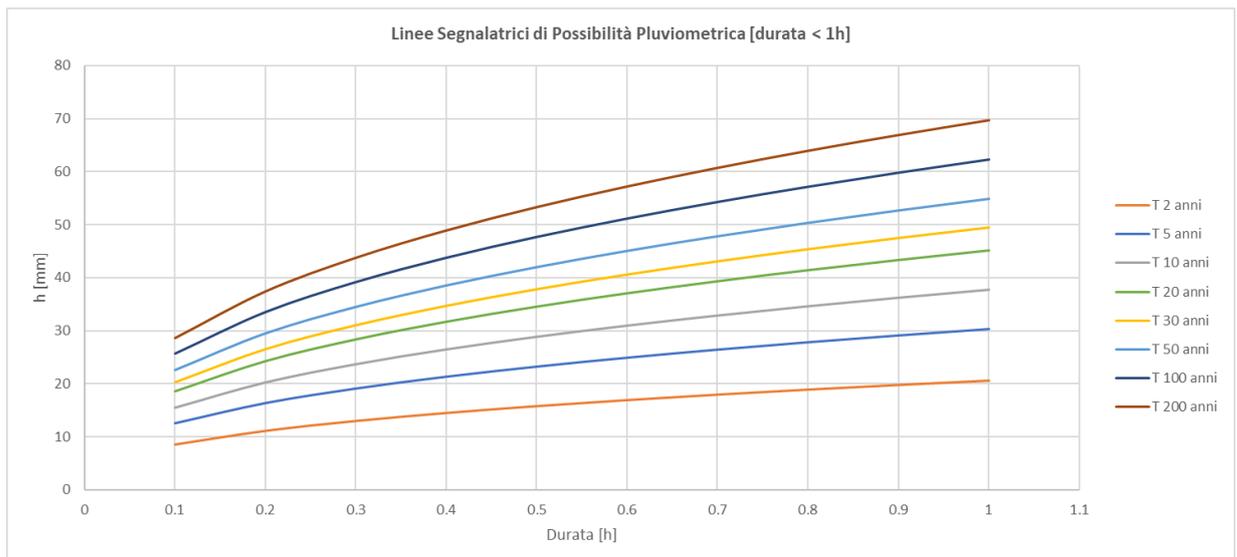


Figura 6.8 Linee segnalatrici di Possibilità Pluviometrica con durata minore di un'ora

Infine, si riportano in Tabella 6.1 i corrispondenti valori di altezza di precipitazione $h_T(t)$ espresse in mm.

Tabella 6.1 Altezza di pioggia per diverse durate e tempi di ritorno.

d [h]	T = 2 [ANNI]	T = 5 [ANNI]	T = 10 [ANNI]	T = 30 [ANNI]	T = 50 [ANNI]	T = 100 [ANNI]
0,5	16	23	29	38	42	48
1	21	30	38	49	55	62
2	24	36	45	59	65	74
3	27	40	50	65	72	82
4	29	43	53	70	78	88
5	31	45	57	74	83	94
6	32	48	59	78	87	98
7	33	50	62	81	90	102
8	34	51	64	84	93	106
9	35	53	66	87	97	110
10	36	54	68	89	99	113
11	37	56	70	92	102	116
12	38	57	72	94	105	119
13	39	58	73	97	107	122
14	40	60	75	99	110	125
15	40	61	76	101	112	128
16	41	62	78	103	115	131
17	42	63	80	105	117	133
18	42	64	81	107	120	136
19	43	66	83	109	122	139
20	44	67	84	112	124	142
21	44	68	85	114	127	144
22	45	69	87	116	129	147
23	46	70	88	118	131	150
24	46	71	90	120	134	153

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 imbibimento iniziale del terreno, ossia della condizione di umidità antecedente un evento meteorico.

Per la stima del CN è stata consultata la carta dei valori del Curve Number (CN) rilasciata dall'assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana (Figura 6.9).

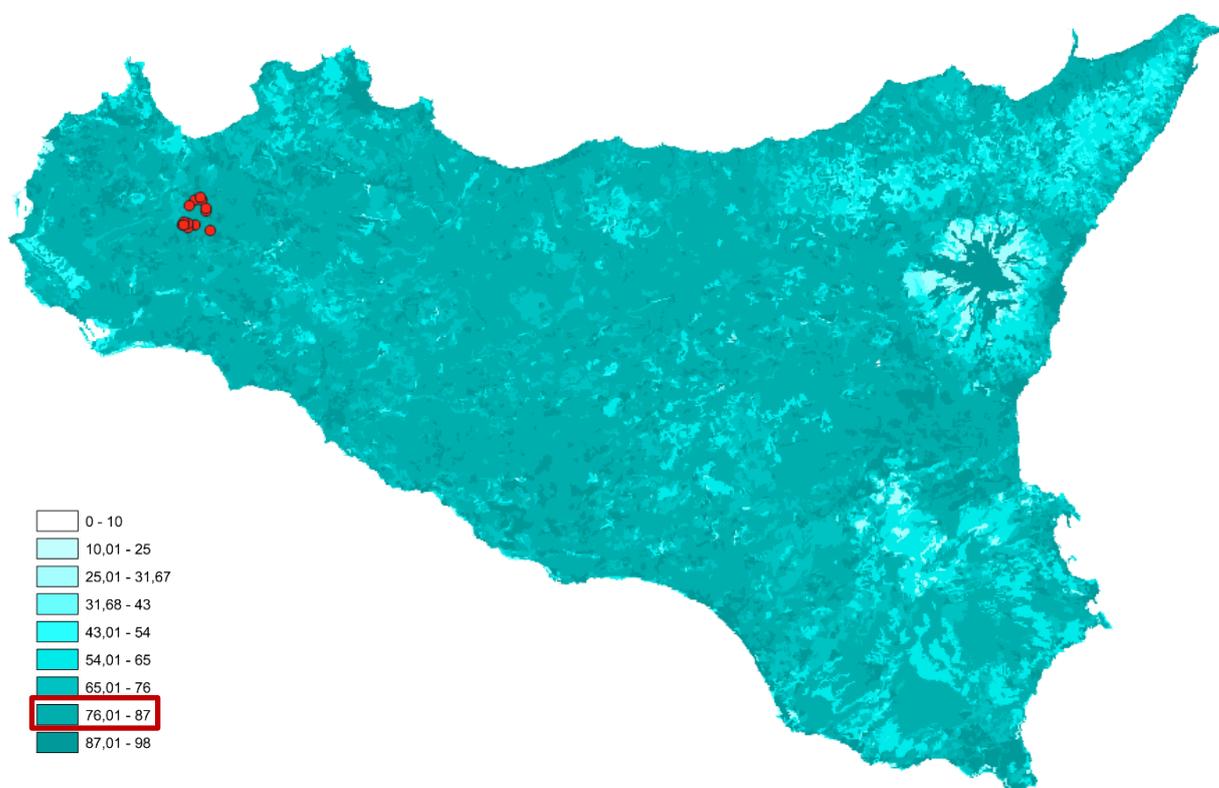


Figura 6.9: Carta dei valori di CN della regione Sicilia e ubicazione degli aerogeneratori in progetto (in rosso).

In via cautelativa, è stato assunto un valore di progetto del CN_{II} pari a **87**.

Si assume 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 è ottenuto quindi un valore del CN_{III} pari a **94**.

Il coefficiente di deflusso ϕ può essere 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 le strade di accesso e per le piazzole di cantiere e permanenti, invece, è stato considerato un valore costante del coefficiente di deflusso, per il quale 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:

$$Q_P = \Phi \cdot \frac{i(T_0, t_c) \cdot A}{360}$$

Dove:

- Q_P : portata critica (netta) [m^3/s];
- Φ : coefficiente di deflusso, mediante il quale si tiene conto delle perdite per infiltrazione e detenzione superficiale [adimensionale];
- $i(T_0, t_c)$: intensità media della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino (t_c - min) ed avente un tempo di ritorno (T_0 - 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 all'idrografia individuata dal progetto DBPRIOR10K, dalla Carta Tecnica Regionale (CTR) e dalla 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 trapezoidale 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 6.10).

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.

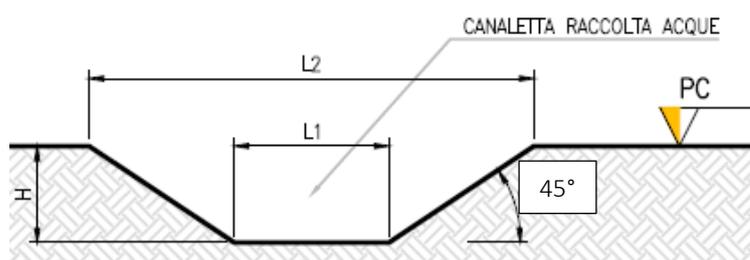


Figura 6.10: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo.

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.

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.

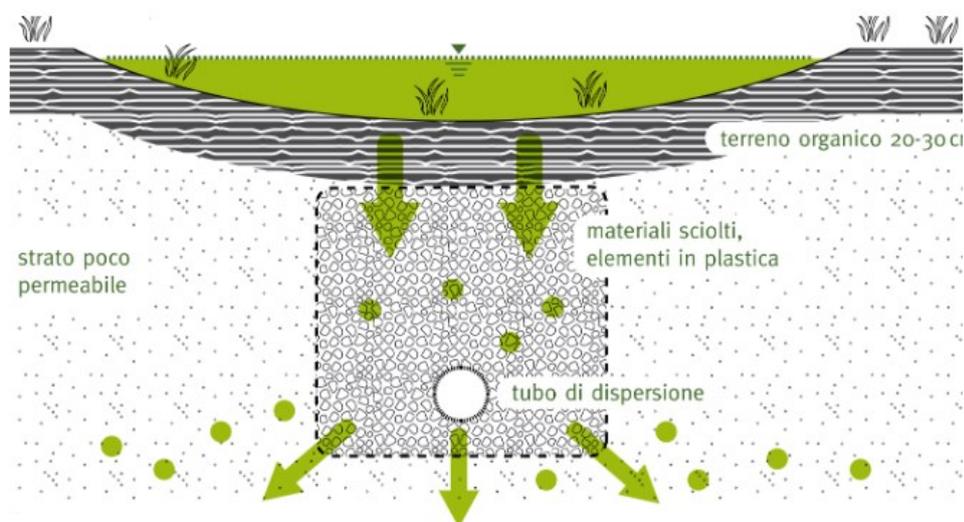


Figura 6.11: Schema esemplificativo di trincea di infiltrazione

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 della trincea si rimanda al paragrafo 6.5.2.

6.4 SISTEMA DI GESTIONE 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 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 6.12)
- **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 6.13)
- **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 6.14)
- **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 6.15)

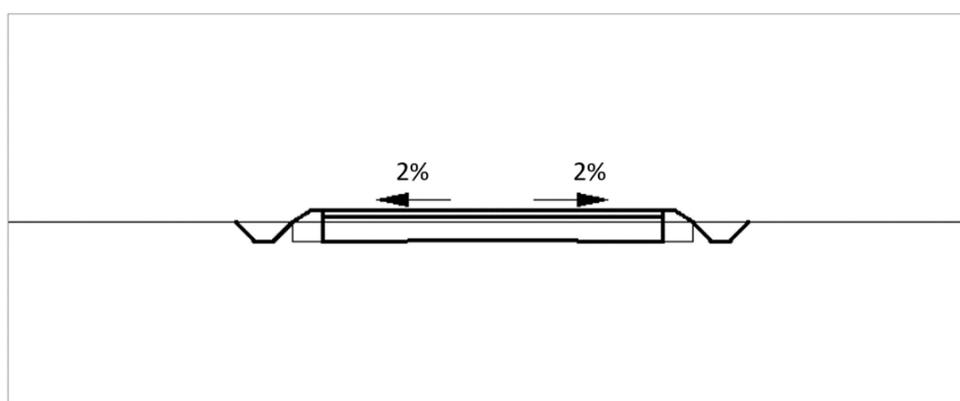


Figura 6.12: Sezione trasversale per strada in piano.

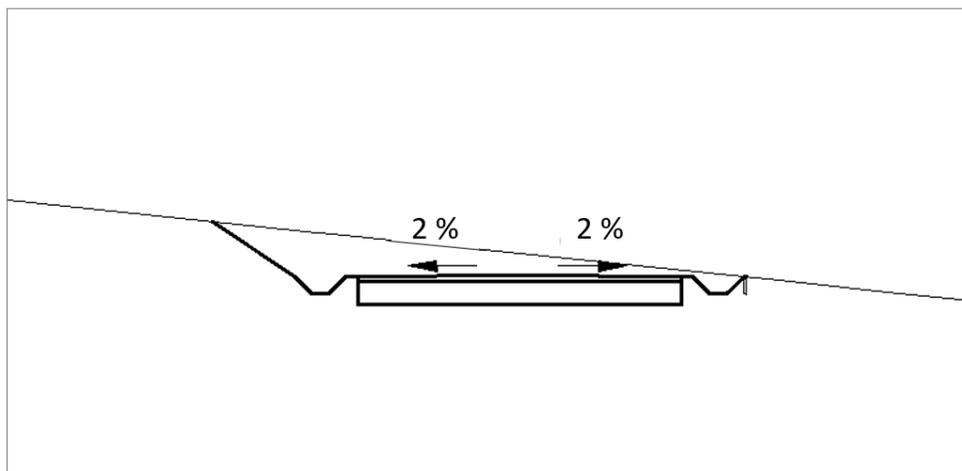


Figura 6.13: Sezione trasversale per strada a mezza costa.

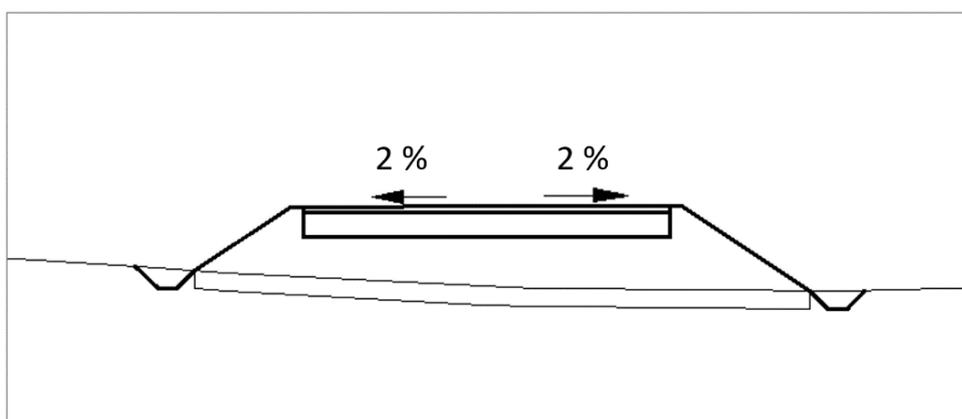


Figura 6.14: Sezione trasversale per strada in rilevato.

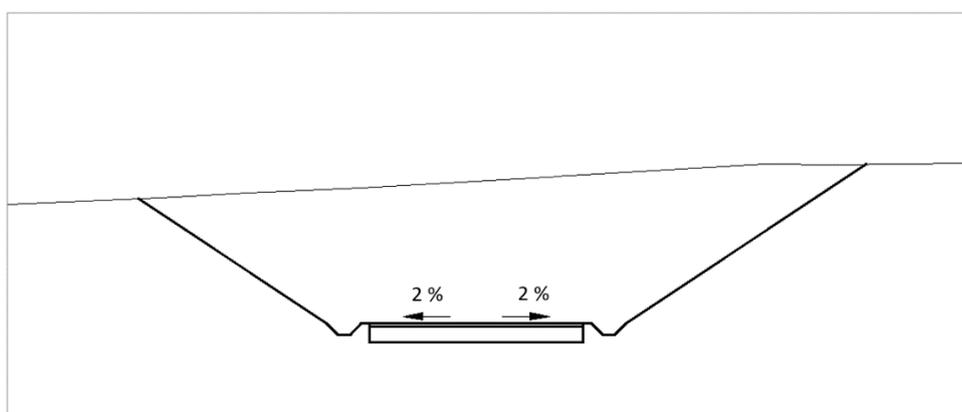


Figura 6.15: Sezione trasversale per strada in trincea.

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 DBPRIOR10K, della Carta Tecnica Regionale (CTR), 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 nove interferenze tra la viabilità di progetto e i corsi d'acqua. Si rimanda al capitolo 7 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 DBPRIOR10K, dalla Carta Tecnica Regionale (CTR), 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.

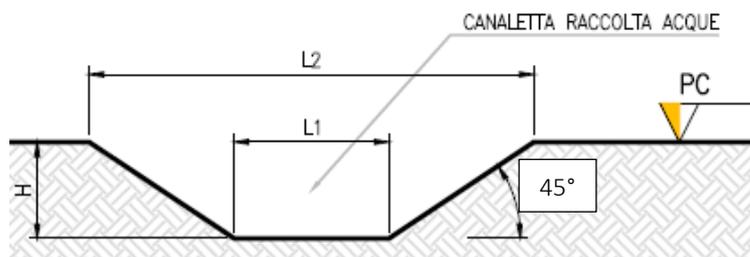


Figura 6.16: Sezione tipologica canaletta di drenaggio realizzata in scavo, le dimensioni saranno ricalcolate nel corso delle successive fasi progettuali per ogni accesso alle WTG.

Tabella 6.2: 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 6.17.

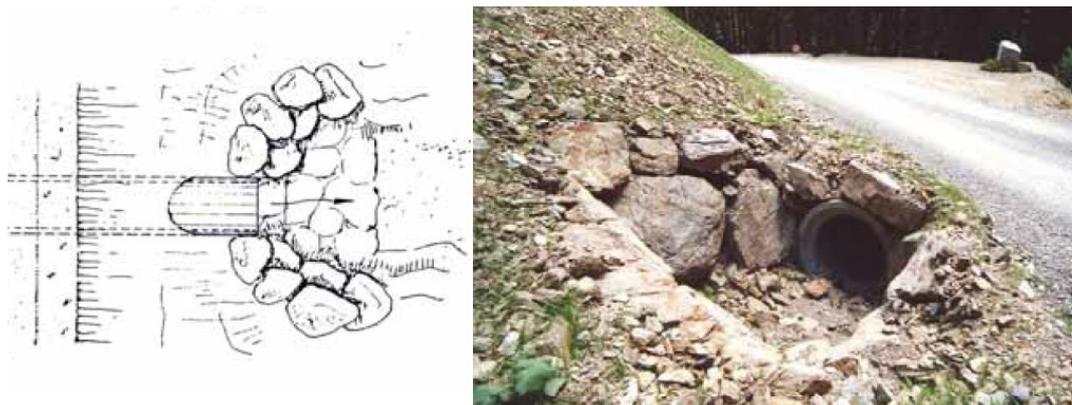


Figura 6.17: Pozzetti in legname e in massi (fonte: “Viabilità forestale regionale” Bortoli, P.L. 2001).

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 2x2 m e in relazione alle considerazioni idrauliche al paragrafo 6.3, considerando un’area scolante di versante di circa **40000 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**.

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 grafico 2995_5530_CLT__PFTE_R09_T01_Rev0_PLANIMETRIADRENAGGI.

6.4.3 Risoluzione delle potenziali interferenze con eventuali solchi di drenaggio naturali

Sulla base del reticolo idrografico del progetto DBPRIOR10K, della Carta Tecnica Regionale (CTR), dell’idrografia estratta dalla simulazione del modello digitale del terreno condotta mediante algoritmi TauDEM, delle immagini satellitari e dei Piani PAI e PGRA, sono emerse nove interferenze con l’idrografia lungo la viabilità di nuova realizzazione.

Come sottolineato in precedenza, nel presente studio sono stati considerati anche i solchi di drenaggio naturali non riconosciuti dal reticolo idrografico DBPRIOR10K, dalla Carta Tecnica Regionale (CTR) 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 rende 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 3 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 minimo **100 anni**.



Figura 6.18: Esempi di tombotti.

Si rimanda al capitolo 7 per l'identificazione e la verifica di compatibilità idraulica delle interferenze con i corpi idrici superficiali.

6.5 SISTEMA DI GESTIONE 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 il dimensionamento del fosso.

Le opere 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 6.19 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.

Si rimanda al capitolo 7 per l'identificazione e la verifica di compatibilità idraulica delle interferenze con corpi idrici superficiali.

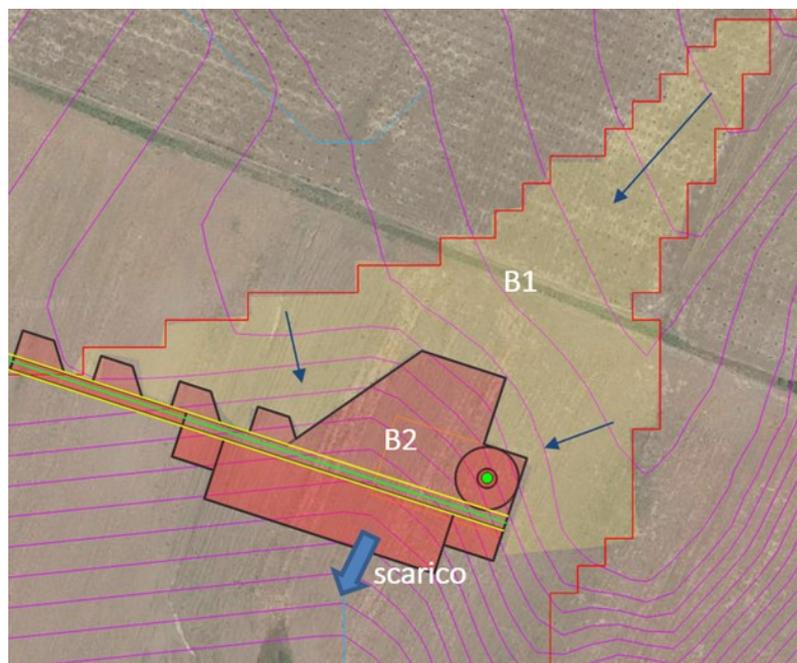


Figura 6.19: tipologico dell'area scolante esterna gravante sull'area di cantiere (B1) e l'area scolante interna (B2)

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 nell'intorno della torre non oggetto di rinverdimento e caratterizzata una superficie pari a circa 1400 m².

Le medesime considerazioni applicate alla fase di cantiere (paragrafo 6.5.1) 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 di 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.

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 158 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, sarà possibile effettuare prove di permeabilità e stimare con maggiore accuratezza la capacità di infiltrazione. Sulla base della portata smaltibile, si potrà verificare se il volume di laminazione 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 del parco eolico in progetto, sono state analizzate le interferenze con il reticolo idrografico e con le aree a pericolosità idraulica per i seguenti elementi (Figura 7.1):

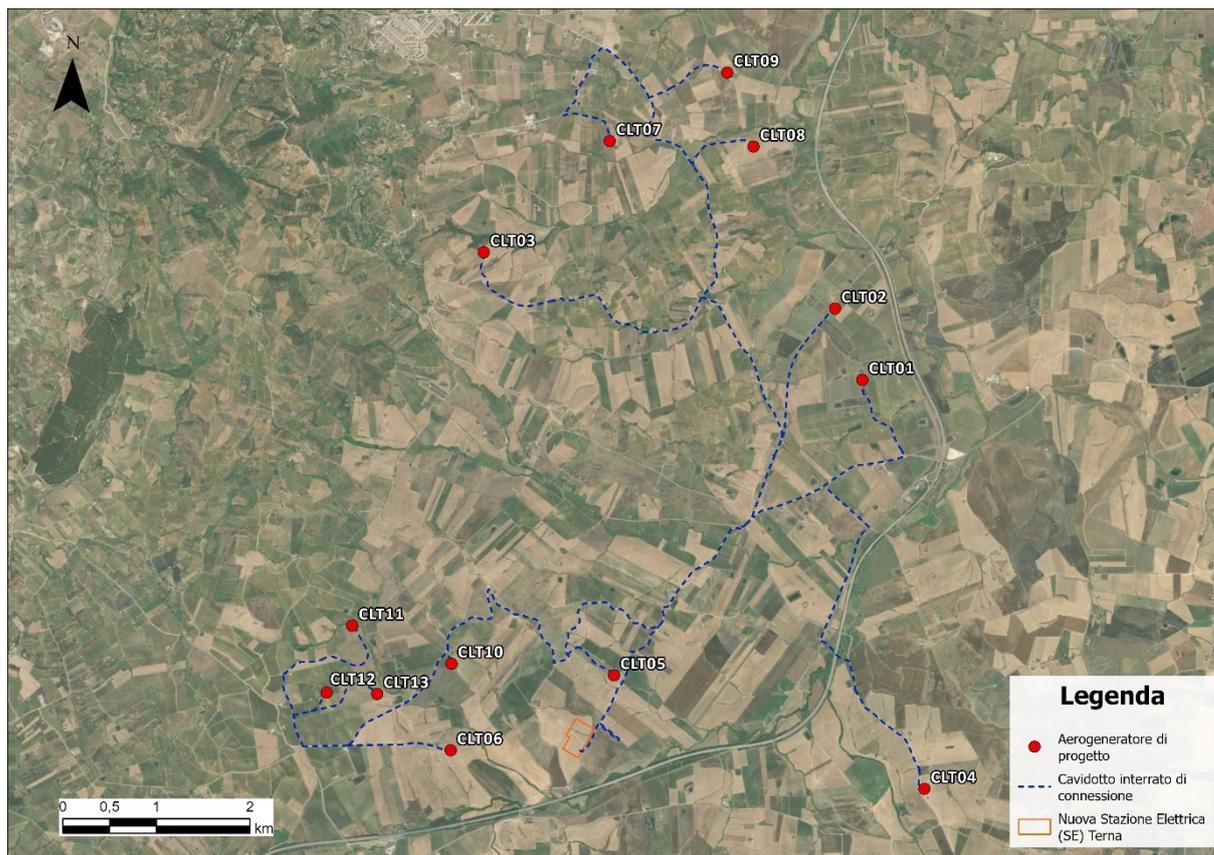
- Viabilità di nuova realizzazione;
- Viabilità esistente da adeguare;
- Tracciato del cavidotto di connessione;
- Piazzole di cantiere;
- Piazzole permanenti.

Per l'idrografia, si è fatto riferimento al reticolo idrografico del progetto DBPRIOR10K, alla Carta Tecnica Regionale (CTR), 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 PGRA e al PAI.

Dallo studio non sono emerse interferenze con le piazzole definitive degli aerogeneratori, vincolo indispensabile per la realizzazione del progetto.

Sono state individuate, invece, n.9 interferenze con l'idrografia per la strada di accesso (viabilità di nuova realizzazione) (T01, T02, ..., T09).

L'analisi ha permesso di individuare, inoltre, n.42 interferenze lungo il tracciato del cavidotto di connessione (I01, ..., I42), nessuna delle quali situate all'interno delle fasce di pericolosità idraulica del PGRA e del PAI.



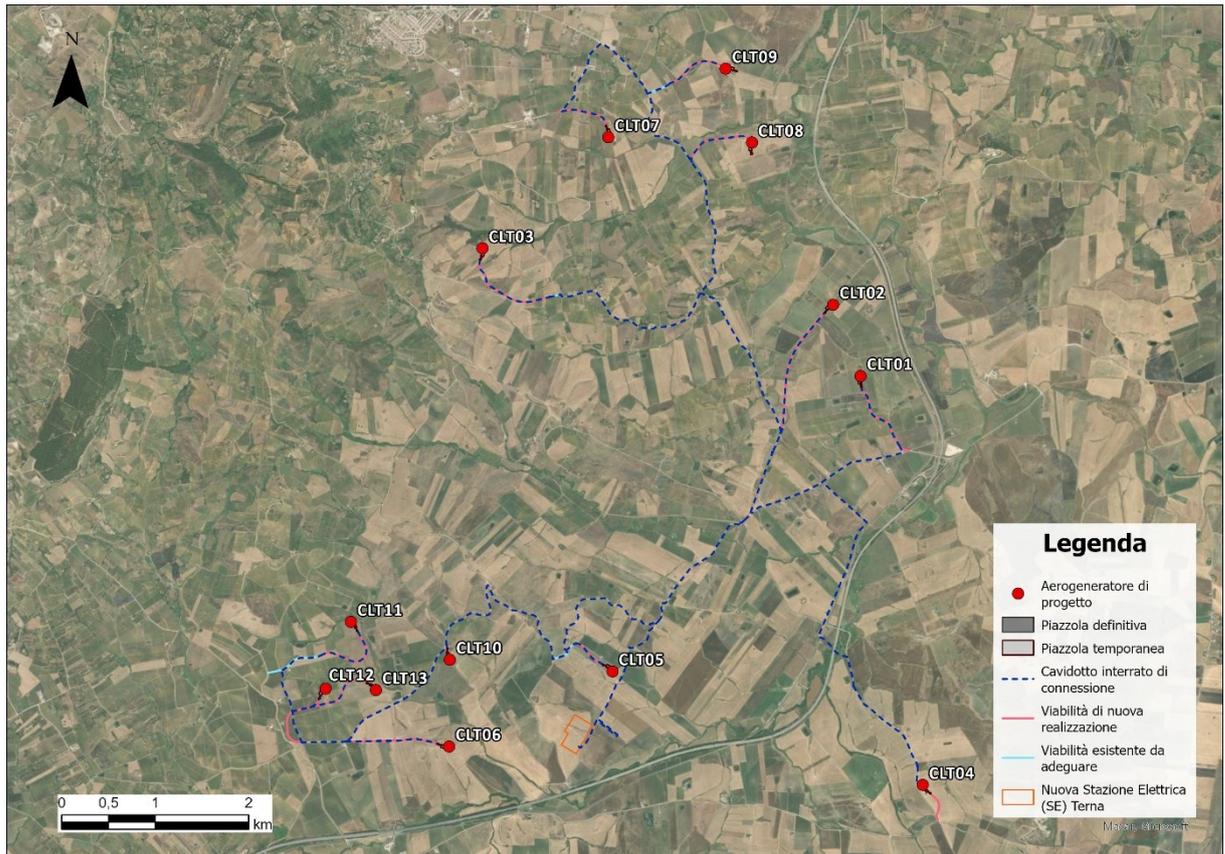


Figura 7.1: Localizzazione degli aerogeneratori in progetto, delle piazzole di cantiere e definitive, della viabilità di nuova realizzazione, della viabilità esistente da adeguare e del cavidotto di connessione.

7.2 INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ DI NUOVA REALIZZAZIONE

La viabilità di nuova realizzazione interferisce in n.9 punti (T01, T02, ..., T09) con l'idrografia.

In particolare, n.5 interferenze avvengono con il reticolo idrografico DBPrior10k; negli altri n.4 punti, invece, la viabilità di nuova realizzazione interferisce con un elemento idrico individuato dalla CTR ma non appartenente al reticolo idrografico DBPrior10k.

In tutti i casi, le interferenze sono state confermate dalla consultazione delle immagini satellitari.

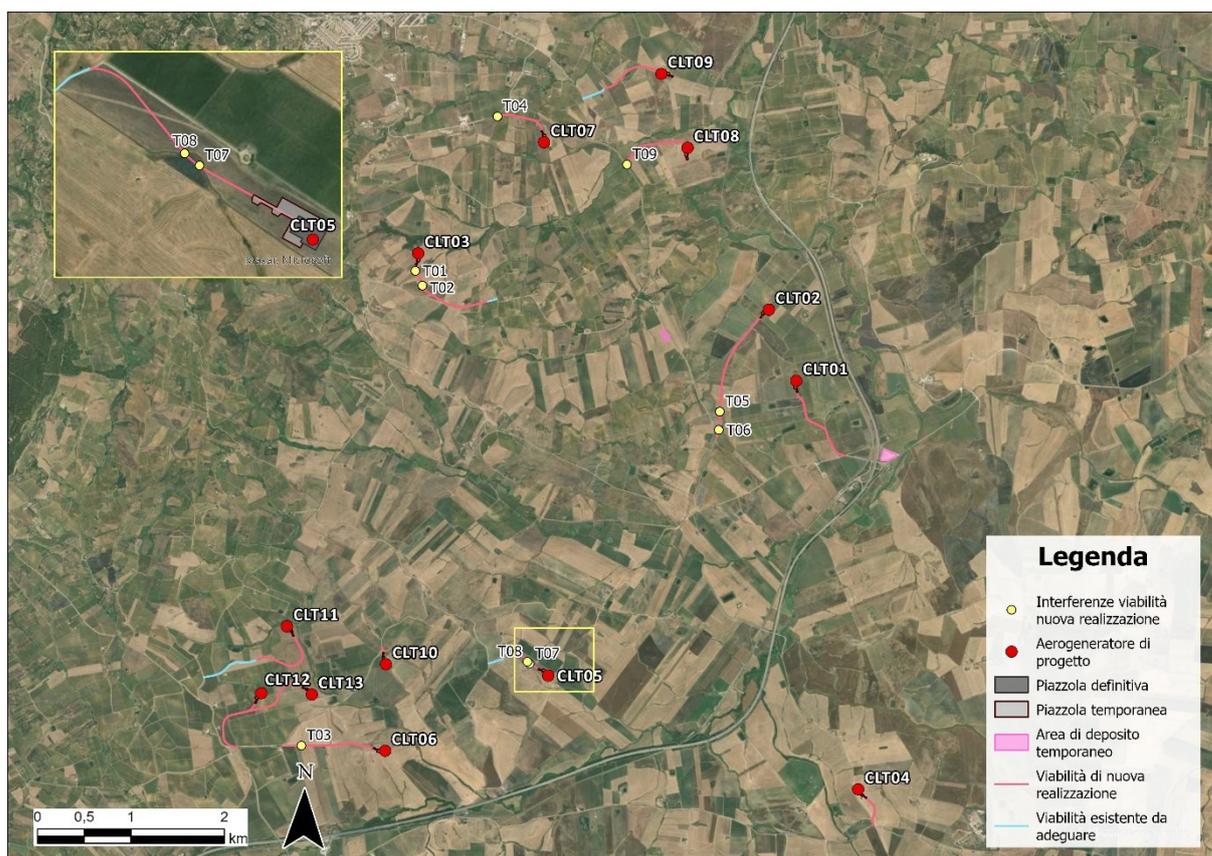


Figura 7.2: linterferenze della viabilità di nuova realizzazione con l'idrografia.

Per il superamento delle interferenze T01, T02,...,T06, al fine di rendere la fase post-operam il più possibile simile allo stato di fatto, si è previsto di dimensionare uno scatolare in c.a. per garantire un corretto funzionamento con eventi meteorici con tempi di ritorno pari a 100 anni.

Ai fini di stabilire la portata critica nei punti d'interesse, è stato utilizzato il modello afflussi/deflussi presentato nel paragrafo 6.2.6, con le medesime ipotesi.

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 mediante il modello SCS-CN presentato nel paragrafo 6.2.4.

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 del terreno con risoluzione 2 x 2 m.

Nel caso delle interferenze T07, T08 e T09, invece, dal momento che la viabilità di nuova realizzazione interferisce con un fosso o un solco di drenaggio di natura effimera il cui tracciato planimetrico è pressoché parallelo a quello della strada, si prevede che, in fase costruttiva, l'elemento idrico interferente venga inalveato all'interno del fosso di guardia perimetrale alla strada in progetto. Nella successiva fase progettuale, sulla base del sopralluogo in sito, rilievo topografico e studio idraulico di dettaglio, sarà possibile verificare le portate scolanti di calcolo preliminare e definire la sezione idraulica più adatta alla regimazione del deflusso da parte del fosso perimetrale. Il fosso perimetrale, inoltre, presenterà punti di scarico conformi all'idrografia esistente per minimizzare l'impatto delle opere di progetto.

Nei paragrafi seguenti si propone lo studio idrologico e idraulico delle interferenze che, alla luce delle considerazioni proposte, si ritengono idraulicamente compatibili e superate.

7.2.1 Interferenza T01 lungo la viabilità di accesso all'aerogeneratore CLO3

Si riportano in Tabella 7.1 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T01.

L'interferenza T01, in particolare, avviene con un elemento del reticolo idrografico DBPrior10k.

Tabella 7.1: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T01 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 100
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	4,00
Lunghezza dell'asta principale [m]	40
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,08
Tempo di corrivazione [min]	20
Coefficiente di deflusso [-]	0,37 (T = 2 anni) 0,63 (T = 30 anni) 0,69 (T = 100 anni)

Il tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di *overland flow* (formula di Kerby) e *channel flow* (formula di Kirpich) e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **0,2 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **0,7 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **1,0 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

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

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 0,7 metri e altezza pari a 0,4 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, assumendo una pendenza del 7% stimata dal modello digitale del terreno e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

Sulla base di tali assunzioni, la portata convogliabile teorica è pari a circa $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Questo valore di portata è basato su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico e di studio idrologico e idraulico di dettaglio.

In corrispondenza dell'attraversamento, 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, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica di dettaglio dello scatolare.



Figura 7.3: Interferenza T01. In magenta la viabilità di nuova realizzazione di accesso all'aerogeneratore CL03.

7.2.2 Interferenza T02 lungo la viabilità di accesso all'aerogeneratore CL03

Si riportano in Tabella 7.2 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T02.

L'interferenza T02, in particolare, avviene con un elemento del reticolo idrografico DBPrior10k.

Tabella 7.2: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T02 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 100
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	2,20
Lunghezza dell'asta principale [m]	80
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,23
Tempo di corrivazione [min]	14
Coefficiente di deflusso [-]	0,34 (T = 2 anni) 0,60 (T = 30 anni) 0,66 (T = 100 anni)

Il tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di *overland flow* (formula di Kerby) e *channel flow* (formula di Kirpich) e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **0,1 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **0,4 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **0,6 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

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

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 0,7 metri e altezza pari a 0,4 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, assumendo una pendenza del 6% stimata dal modello digitale del terreno e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

Sulla base di tali assunzioni, la portata convogliabile teorica è pari a circa 0,9 m³/s. Questo valore di portata è basato su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico e di studio idrologico e idraulico di dettaglio.

In corrispondenza dell'attraversamento, 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, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica di dettaglio dello scatolare.



Figura 7.4: Interferenza T02. In magenta la viabilità di nuova realizzazione di accesso all'aerogeneratore CL03.

7.2.3 Interferenza T03 lungo la viabilità di accesso all'aerogeneratore CL06

Si riportano in Tabella 7.3 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T03.

L'interferenza T03, in particolare, avviene con un elemento del reticolo idrografico DBPrior10k.

Tabella 7.3: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T03 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 100
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	5,10
Lunghezza dell'asta principale [m]	230
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,02
Tempo di corrivazione [min]	20
Coefficiente di deflusso [-]	0,38 (T = 2 anni) 0,64 (T = 30 anni) 0,69 (T = 100 anni)

Il tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di *overland flow* (formula di Kerby) e *channel flow* (formula di Kirpich) e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come

somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **0,2 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **0,9 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **1,2 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

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

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 1,2 metri e altezza pari a 0,8 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 $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, assumendo una pendenza del 1% stimata dal modello digitale del terreno e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

Sulla base di tali assunzioni, la portata convogliabile teorica è pari a circa $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Questo valore di portata è basato su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico e di studio idrologico e idraulico di dettaglio.

In corrispondenza dell'attraversamento, 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, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica di dettaglio dello scatolare.



Figura 7.5: Interferenza T03. In magenta la viabilità di nuova realizzazione lungo la viabilità di accesso all'aerogeneratore CLO6.

7.2.4 Interferenza T04 lungo la viabilità di accesso all'aerogeneratore CL07

Si riportano in Tabella 7.4 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T04.

L'interferenza T04, in particolare, avviene con un elemento individuato dalla CTR ma non appartenente al reticolo idrografico DBPrior10k.

Tabella 7.4: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T04 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 100
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	13,54
Lunghezza dell'asta principale [m]	300
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,06
Tempo di corrivazione [min]	27
Coefficiente di deflusso [-]	0,42 (T = 2 anni) 0,67 (T = 30 anni) 0,72 (T = 100 anni)

Il tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di *overland flow* (formula di Kerby) e *channel flow* (formula di Kirpich) e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. 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**, **2,0 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **2,7 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

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

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 1,2 metri e altezza pari a 1,2 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, assumendo una pendenza del 1% stimata dal modello digitale del terreno e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

Sulla base di tali assunzioni, la portata convogliabile teorica è pari a circa 3,3 m³/s. Questo valore di portata è basato su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico e di studio idrologico e idraulico di dettaglio.

In corrispondenza dell'attraversamento, 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, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica di dettaglio dello scatolare.



Figura 7.6: Interferenza T04. In magenta la viabilità di nuova realizzazione di accesso all'aerogeneratore CL03.

7.2.5 Interferenza T05 lungo la viabilità di accesso all'aerogeneratore CL02

Si riportano in Tabella 7.5 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T05.

L'interferenza T05, in particolare, avviene con un elemento individuato dalla CTR ma non appartenente al reticolo idrografico DBPrior10k.

Tabella 7.5: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T05 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 100
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	79,50
Lunghezza dell'asta principale [m]	850
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,02
Tempo di corrivazione [min]	56
Coefficiente di deflusso [-]	0,50 (T = 2 anni) 0,73 (T = 30 anni) 0,78 (T = 100 anni)



Il tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di *overland flow* (formula di Kerby) e *channel flow* (formula di Kirpich) e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **2,4 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **8,3 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **11,1 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

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

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 1,6 metri e altezza pari a 1,6 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, assumendo una pendenza del 3% stimata dal modello digitale del terreno e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

Sulla base di tali assunzioni, la portata convogliabile teorica è pari a circa 12,2 m³/s. Questo valore di portata è basato su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico e di studio idrologico e idraulico di dettaglio.

In corrispondenza dell'attraversamento, 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, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica di dettaglio dello scatolare.

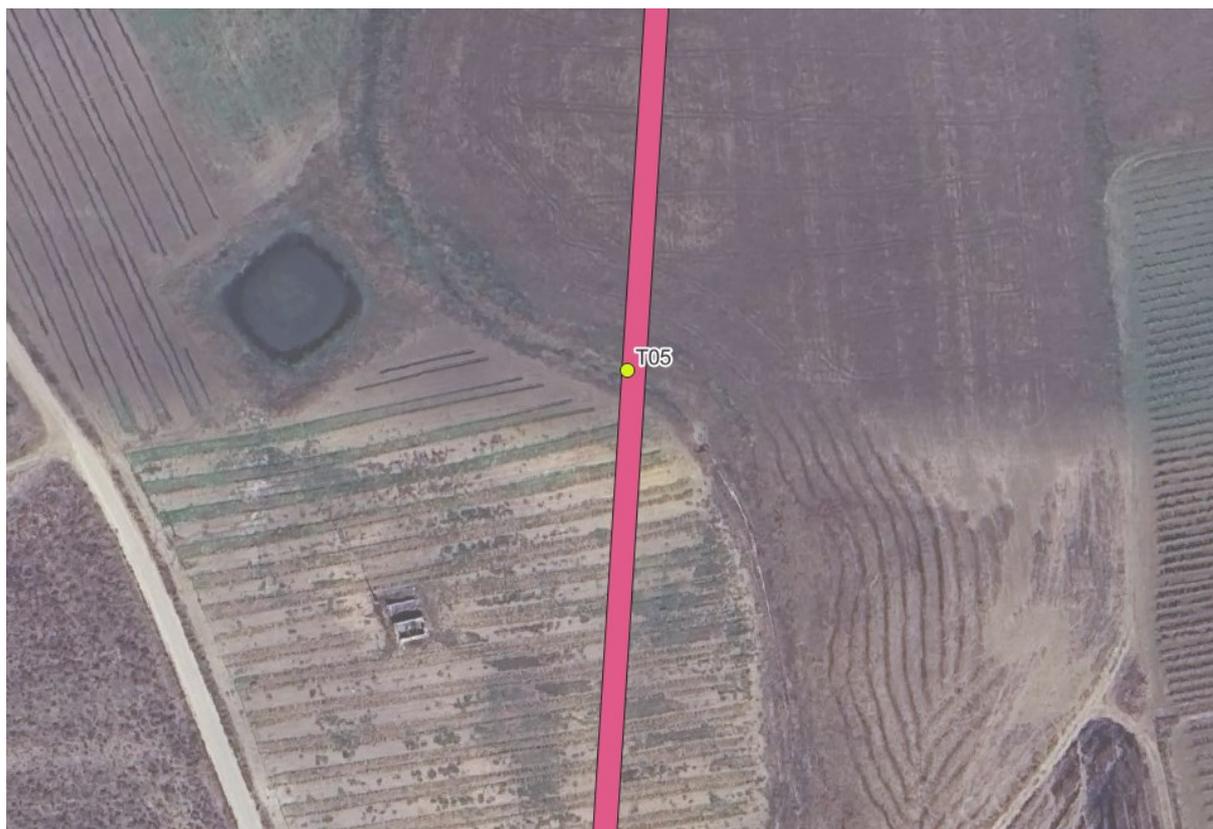


Figura 7.7: Interferenza T05. In magenta la viabilità di nuova realizzazione di accesso all'aerogeneratore CL02..

7.2.6 Interferenza T06 lungo la viabilità di accesso all'aerogeneratore CL02

Si riportano in Tabella 7.6 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T06.

L'interferenza T06, in particolare, avviene con un elemento individuato dalla CTR ma non appartenente al reticolo idrografico DBPrior10k.

Tabella 7.6: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T06 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 100
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	73,00
Lunghezza dell'asta principale [m]	620
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,16
Tempo di corrivazione [min]	52
Coefficiente di deflusso [-]	0,50 (T = 2 anni) 0,73 (T = 30 anni) 0,77 (T = 100 anni)



Il tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di *overland flow* (formula di Kerby) e *channel flow* (formula di Kirpich) e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **2,3 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **7,9 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **10,6 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

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

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 1,6 metri e altezza pari a 1,6 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, assumendo una pendenza del 3% stimata dal modello digitale del terreno e considerando un grado di riempimento della sezione pari al 75%.

Sulla base di tali assunzioni, la portata convogliabile teorica è pari a circa 12,2 m³/s. Questo valore di portata è basato su incertezze e ipotesi semplificate che verranno confermate tramite rilievo topografico e di studio idrologico e idraulico di dettaglio.

In corrispondenza dell'attraversamento, 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, per il rilievo di dettaglio e per la verifica idrologica e idraulica di dettaglio dello scatolare.

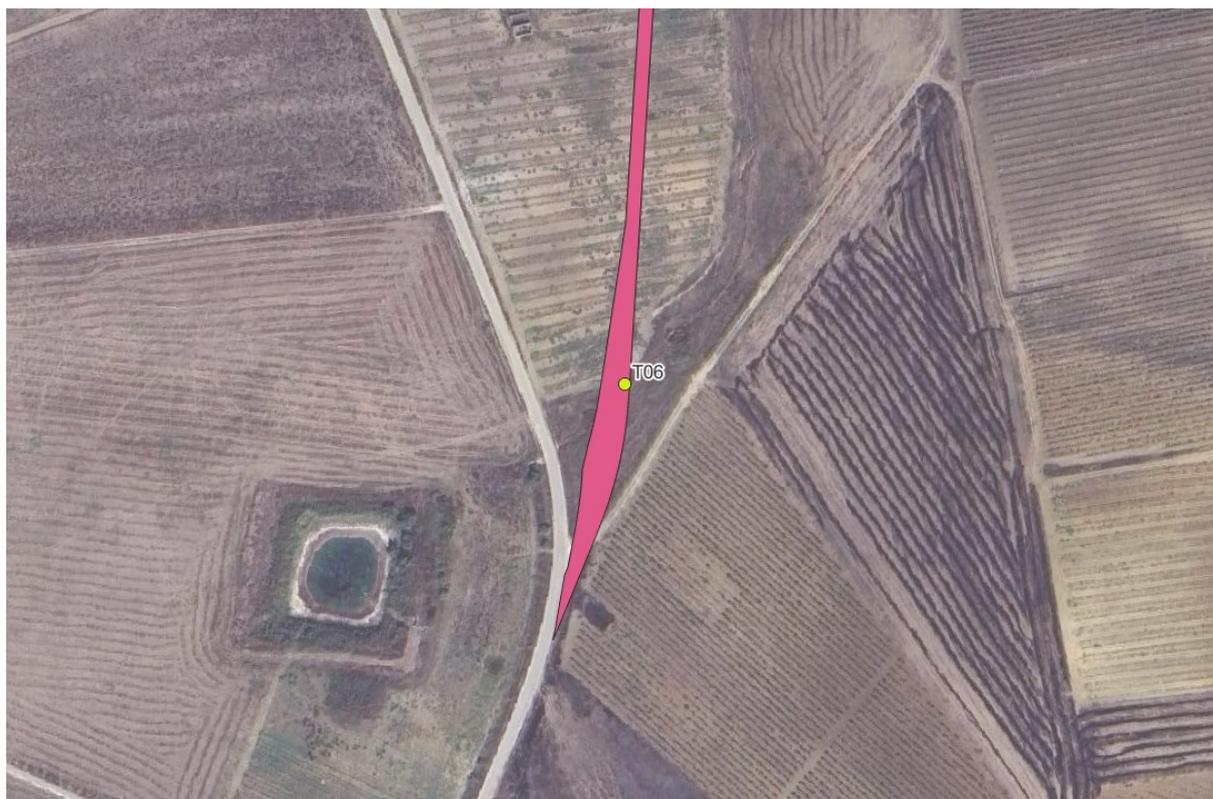


Figura 7.8: Interferenza T06. In magenta la viabilità di nuova realizzazione di accesso all'aerogeneratore CL02.

7.2.7 Interferenze T07-T08 lungo la viabilità di accesso all'aerogeneratore CL05

Si riportano in Tabella 7.7 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T07. Per l'interferenza T08, collocata pochi metri a monte rispetto all'interferenza T07, sono stati considerati, a favore di sicurezza, i medesimi parametri di progetto.

Le interferenze T07 e T08, in particolare, avvengono con un elemento del reticolo idrografico DBPrior10k.

Tabella 7.7: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza delle interferenze T07 e T08 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 100
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	4,10
Lunghezza dell'asta principale [m]	200
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,15
Tempo di corrivazione [min]	13
Coefficiente di deflusso [-]	0,33 (T = 2 anni) 0,60 (T = 30 anni) 0,66 (T = 100 anni)

Il tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di *overland flow* (formula di Kerby) e *channel flow* (formula di Kirpich) e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **0,2 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **0,8 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **1,1 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

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

Per il superamento delle interferenze T07 e T08, dal momento che la viabilità di nuova realizzazione interferisce con un solco di drenaggio di natura effimera il cui tracciato planimetrico è pressoché parallelo a quello della strada, si prevede che, in fase costruttiva, l'elemento idrico interferente venga inalveato all'interno del fosso di guardia perimetrale alla strada in progetto. Nella successiva fase progettuale, sulla base del sopralluogo in sito, rilievo topografico e studio idraulico di dettaglio, sarà possibile verificare le portate di progetto di calcolo preliminare e, sulla base di esse, e definire la sezione idraulica più adatta alla regimazione del deflusso da parte del fosso perimetrale. Il fosso perimetrale, inoltre, presenterà punti di scarico conformi all'idrografia esistente per minimizzare l'impatto delle opere di progetto.

Nei punti di scarico, 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.



Figura 7.9: Interferenze T07 e T08. In magenta la viabilità di nuova realizzazione di accesso all'aerogeneratore CL05.

7.2.8 Interferenze T09 lungo la viabilità di accesso all'aerogeneratore CL08

Si riportano in Tabella 7.8 i principali parametri idrologici assunti per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T09.

L'interferenza T09, in particolare, avviene con un elemento individuato dalla CTR ma non appartenente al reticolo idrografico DBPrior10k.

Tabella 7.8: Principali parametri idrologici per il calcolo della portata critica in corrispondenza dell'interferenza T09 con l'idrografia.

PARAMETRI IDROLOGICI	
Tempo di ritorno [anni]	2,30, 100
Area di bacino alla sezione di chiusura dell'interferenza [ha]	20,55
Lunghezza dell'asta principale [m]	700
Pendenza dell'asta principale [m/m]	0,06
Tempo di corrivazione [min]	28
Coefficiente di deflusso [-]	0,42 (T = 2 anni) 0,67 (T = 30 anni) 0,72 (T = 100 anni)

Il tempo di corrivazione è stato calcolato come somma del tempo di *overland flow* (formula di Kerby) e *channel flow* (formula di Kirpich) e confrontato con il valore del tempo di corrivazione calcolato come somma del tempo di entrata in rete più il tempo di rete. Il risultato dell'analisi idrologica mostra una portata critica di calcolo preliminare pari a **0,8 m³/s** per tempo di ritorno pari a **2 anni**, **3,0 m³/s** per tempo di ritorno pari a **30 anni**, **4,1 m³/s** per tempo di ritorno pari a **100 anni**.

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

Per il superamento dell'interferenza T09, dal momento che la viabilità di nuova realizzazione interferisce con un fosso di drenaggio il cui tracciato planimetrico è pressoché parallelo a quello strada in progetto, si prevede che, in fase costruttiva, l'elemento idrico interferente venga inalveato all'interno del fosso di guardia perimetrale alla strada. Nella successiva fase progettuale, sulla base del sopralluogo in sito, rilievo topografico e studio idraulico di dettaglio, sarà possibile verificare le portate di progetto di calcolo preliminare e, sulla base di esse, definire la sezione idraulica più adatta alla regimazione del deflusso da parte del fosso perimetrale. Il fosso perimetrale, inoltre, presenterà punti di scarico conformi all'idrografia esistente per minimizzare l'impatto delle opere di progetto.

Nei punti di scarico, 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.

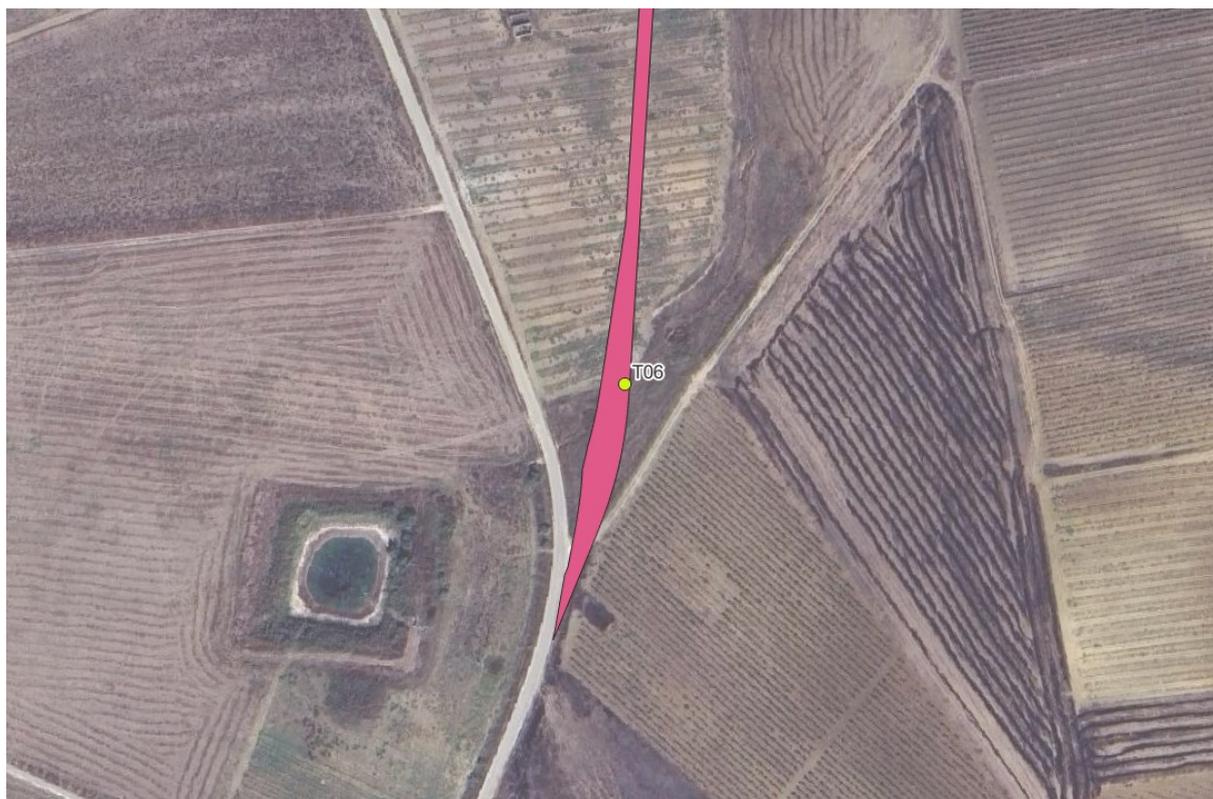


Figura 7.10: Interferenza T09. In magenta la viabilità di nuova realizzazione di accesso all'aerogeneratore CL08.

7.3 INTERFERENZE CON LA VIABILITÀ ESISTENTE DA ADEGUARE

Dall'analisi del reticolo idrografico DBPRIOR10K, della Carta Tecnica Regionale (CTR), 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 PGRA, non sono emerse interferenze con la viabilità esistente da adeguare.

7.4 INTERFERENZE CON LE PIAZZOLE DI CANTIERE E DEFINITIVE

Dall'analisi del reticolo idrografico DBPRIOR10K, della Carta Tecnica Regionale (CTR), 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 PGRA, non sono emerse interferenze con le piazzole definitive degli aerogeneratori, né con le piazzole di cantiere.

7.5 INTERFERENZE CON IL TRACCIATO DEL CAVIDOTTO DI CONNESSIONE

Il tracciato del cavidotto di connessione interferisce in n.42 punti (I01, I02, ..., I42) con l'idrografia (Figura 7.11).

In particolare, il cavidotto interferisce in trentotto punti con un corso d'acqua riconosciuto dal reticolo idrografico DBPRIOR10K, dalla CTR o dall'IGM; negli altri casi, invece, l'interferenza avviene con un solco di drenaggio individuato dall'analisi del DEM e/o dalle immagini satellitari. Le interferenze con corsi d'acqua demaniali sono tredici.

L'elenco delle interferenze è riportato in Tabella 7.9. I dettagli grafici, invece, sono mostrati in Figura 7.11 e nell'elaborato grafico 2995_5530_CLT__PFTE_R09_T02_Rev0_ATTRAVERSAMENTIIDRAULICI.

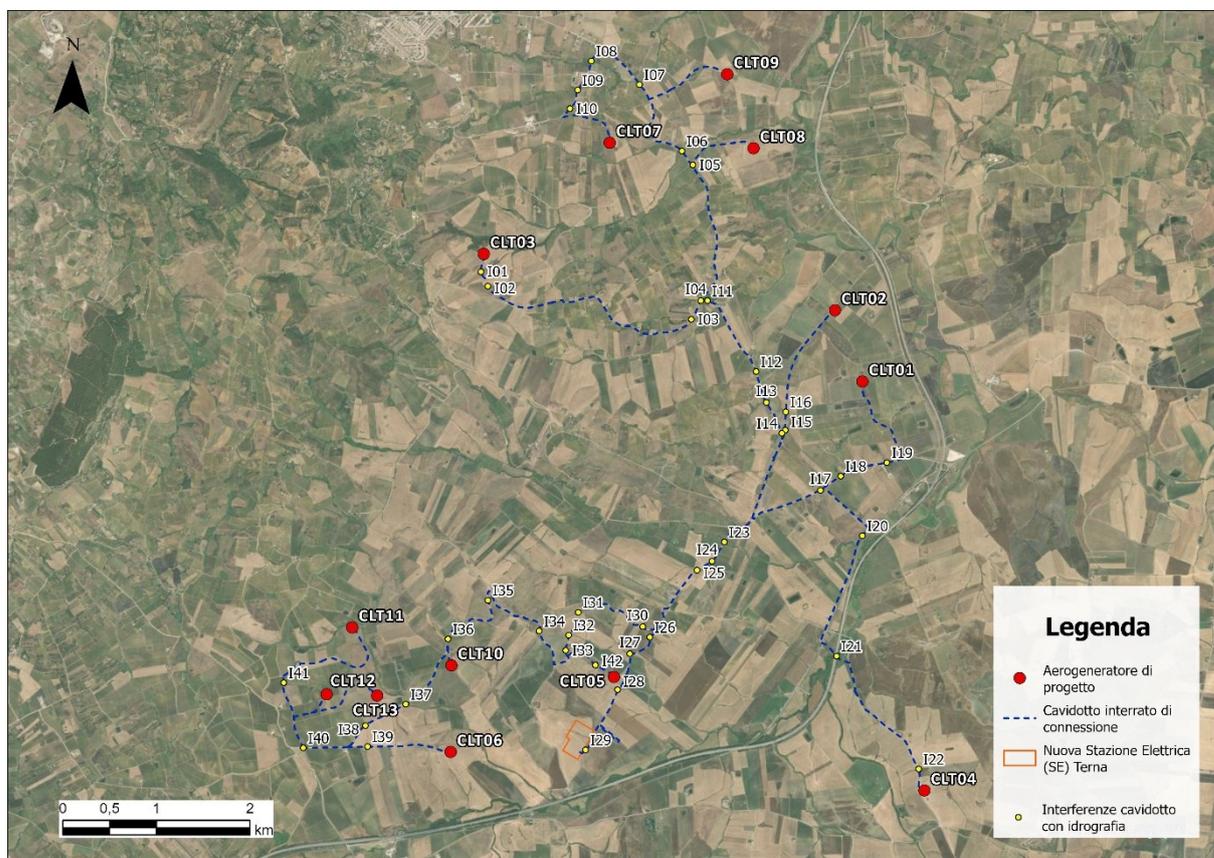


Figura 7.11: Interferenze del cavidotto interrato di connessione con l'idrografia.

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 a cielo aperto 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.

Dove è specificato l'impiego di una TOC, è sempre necessario adoperare questa tecnica e si prevede una profondità minima di posa del cielo 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 7.9, con risoluzione "trenchless/scavo a cielo aperto".

In particolare, quando si riscontrano interferenze con corsi d'acqua significativi la risoluzione utilizzata è la TOC.

Nei casi in cui non è necessaria la tecnologia *trenchless* e la profondità di interro da normativa risulta più restrittiva rispetto a quella dei calcoli idraulici, si potrà adottare la soluzione di interrimento.

I cavi di connessione verranno interrati sotto il manto stradale ad una profondità minima di circa 120 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 7.9: Elenco delle interferenze della linea di connessione con l'idrografia.

ID	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE	CORSO D'ACQUA ATTRAVERSATO
I01	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME3490 (CTR, DBPrior)
I02	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME3249 (CTR, IGM, DPrior)
I03	Interferenza elemento idrico	Scavo a cielo aperto	081FIUME3264 (CTR, IGM, DPrior)
I04	Interferenza elemento idrico	Scavo a cielo aperto	Idrografia (CTR)
I05	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia (corso d'acqua demaniale); presenza di manufatto idraulico
I06	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME3246 (corso d'acqua demaniale)
I07	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME3227 (corso d'acqua demaniale)
I08	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME3227 (corso d'acqua demaniale); presenza di manufatto idraulico

ID	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE	CORSO D'ACQUA ATTRAVERSATO
I09	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME3226 (corso d'acqua demaniale); presenza di manufatto idraulico
I10	Interferenza elemento idrico	Scavo a cielo aperto	Idrografia minore
I11	Interferenza elemento idrico	TOC	081FIUME3324 (corso d'acqua demaniale); presenza di manufatto idraulico
I12	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia minore; presenza di manufatto idraulico
I13	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME3260 (corso d'acqua demaniale); presenza di manufatto idraulico
I14	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia (IGM)
I15	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia (corso d'acqua demaniale)
I16	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia (corso d'acqua demaniale)
I17	Interferenza elemento idrico	Scavo a cielo aperto	Idrografia (CTR, IGM)
I18	Interferenza elemento idrico	Scavo a cielo aperto	Idrografia minore
I19	Interferenza elemento idrico	Scavo a cielo aperto	Idrografia minore
I20	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Fiume Freddo (corso d'acqua demaniale); presenza di manufatto idraulico
I21	Interferenza elemento idrico	TOC	Fiume Freddo (corso d'acqua demaniale); presenza di manufatto idraulico
I22	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia (CTR, IGM)
I23	Interferenza elemento idrico	TOC	081FIUME3422 (corso d'acqua demaniale); presenza di manufatto idraulico
I24	Interferenza elemento idrico	Scavo a cielo aperto	Idrografia minore

ID	PERICOLOSITÀ	RISOLUZIONE	CORSO D'ACQUA ATTRAVERSATO
I25	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia (CTR, IGM); presenza di manufatto idraulico
I26	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia (CTR, IGM)
I27	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME2523 (CTR, DBPrior);
I28	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME2525 (CTR, IGM, DBPrior)
I29	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME2602(CTR, IGM, DBPrior)
I30	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia minore; presenza di manufatto idraulico
I31	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia (CTR); presenza di manufatto idraulico
I32	Interferenza elemento idrico	TOC	081FIUME2523; presenza di manufatto idraulico
I33	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia (CTR); presenza di manufatto idraulico
I34	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia minore; presenza di manufatto idraulico
I35	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME2589 (IGM, DBPrior); presenza di manufatto idraulico
I36	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME2584 (corso d'acqua demaniale); presenza di manufatto idraulico
I37	Interferenza elemento idrico	TOC	081FIUME2626; presenza di manufatto idraulico
I38	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	Idrografia (CTR, DBPrior); presenza di manufatto idraulico
I39	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME2630 (CTR, DBPrior)
I40	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME2594 (DBPrior)
I41	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME2615 (DBPrior)
I42	Interferenza elemento idrico	Trenchless/scavo a cielo aperto	081FIUME2525 (CTR, IGM, DBPrior)

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 del progetto DBPRIOR10K, alla carta topografica d'Italia - serie 25V dell'Istituto Geografico Militare (IGM), alla Carta tecnica Regionale (CTR), alla rete estratta dall'analisi DEM e alle immagini satellitari. Per la classificazione delle aree, invece, si è fatto riferimento al PGRA e al PAI.

Dallo studio non sono emerse interferenze con le piazzole definitive degli aerogeneratori, vincolo indispensabile per la realizzazione del progetto.

Sono state individuate, invece, n.9 interferenze con l'idrografia per la strada di accesso (viabilità di nuova realizzazione) (T01, T02, ..., T09) e n.42 interferenze lungo il tracciato del cavidotto di connessione (I01, ..., I42), nessuna delle quali situate all'interno delle fasce di pericolosità idraulica del PGRA e del PAI.

Si è quindi valutato che il superamento delle interferenze avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

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). Si è valutato, in particolare, che il progetto rispetti i principi dell'invarianza idraulica. Ciononostante, ai sensi delle migliori pratiche progettuali, sono state previste opere di laminazione e infiltrazione (trincee drenanti) con l'obiettivo di ridurre i picchi di deflusso che gravano sullo scarico finale e il carico inquinante.

Il progetto ha inoltre 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 la viabilità di accesso, invece, sono previsti 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.

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

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. Si sono quindi minimizzate le interferenze con l'idrografia esistente, sostituendo l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) con le 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. Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'ingegneria naturalistica.

Nel mantenimento dei limiti della profondità di interramento, ai sensi delle norme vigenti in materia di cavidotti elettrici, la distanza tra fondo alveo e cielo tubazione posata potrà essere ricalcolata nella fase successiva progettuale, in seguito a raccolta di campioni granulometrici e dettaglio delle sezioni topografiche di impalcato e sezioni naturali.