

REGIONE
SICILIANA



COMUNE DI
RIBERA



COMUNE DI
CALAMONACI



Il Committente:

NP Sicilia 5

NP SICILIA 5 S.R.L.

Galleria Passarella, 2
20122 MILANO

C.F. e P. IVA 12930310961
REA MI-2693053

PEC: npsicilia5@legalmail.it
Legale Rappresentante STEFANO PIERONI

Il Progettista:

Agon
engineering

Entrope srl

dott. ing. VITTORIO RANDAZZO



Titolo del progetto:

PARCO EOLICO "BELMONTE"
POTENZA NOMINALE 28,8 MW

Elaborato:

PROGETTO DEFINITIVO

Codice Elaborato:

NPS5_RIB_D017_REL

TITOLO ELABORATO:

Relazione di Invarianza Idraulica

FOGLIO:

SCALA:

FORMATO:

A4

| Rev: | Data | Descrizione Revisione | Redatto | Controllato | Approvato |
|------|------|-----------------------|---------|-------------|-----------|
| 0 | | | D.S.B. | V.D. | V.R. |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | |
|---|--|--|--------------|---------------|
|  | <p>PARCO EOLICO "BELMONTE"</p> |   | | |
| | <p>RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA</p> | <p>22/07/2024</p> | <p>REV.0</p> | <p>Pag. 2</p> |

| | | | | |
|---|--|--|-----------------------------|------------------------------|
|  | <p align="center">PARCO EOLICO “BELMONTE”</p> |   | | |
| | <p align="center">RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA</p> | <p align="center">22/07/2024</p> | <p align="center">REV.0</p> | <p align="center">Pag. 3</p> |

INDICE

| | |
|---|----|
| ELENCO DELLE FIGURE | 4 |
| ELENCO DELLE TABELLE | 5 |
| 1. PREMESSA | 6 |
| 2. CONCETTO DI INVARIANZA IDRAULICA | 8 |
| 3. INTRODUZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI | 11 |
| 4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 12 |
| 5. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO MORFOLOGICO DELL’AREA E DELIMITAZIONE DEL BACINO DI COMPETENZA | 18 |
| 6. STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO DELL’AREA ANTE OPERA E POST OPERA | 21 |
| 7. VIABILITÀ DI CAMPO | 26 |
| 8. PERCORSO DEL CAVIDOTTO | 27 |
| 9. CONCLUSIONI | 30 |

| | | | | |
|---|--|--|-------|--------|
|  | PARCO EOLICO “BELMONTE” |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 4 |

ELENCO DELLE FIGURE

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Ubicazione delle torri eoliche | 10 |
| Figura 2 – Inquadramento di dettaglio su cartografia CTR delle WTG | 13 |
| Figura 3 - Inquadramento di dettaglio su cartografia CTR delle aree relative a: Stazione Elettrica (SE- blu), Stazione Condominio (SC - verde) | 14 |
| Figura 4 - Area individuata per la WTG 1..... | 15 |
| Figura 5 - Area individuata per la WTG 3..... | 16 |
| Figura 6 - Area individuata per la WTG 4..... | 16 |
| Figura 7 - Area individuata per la WTG 5..... | 17 |
| Figura 8 - Sottobacino idrografico individuato..... | 19 |
| Figura 9 – Tipico attraversamento in TOC..... | 29 |
| Figura 10 - staffatura laterale sull’impalcato..... | 29 |

| | | | | |
|---|--|--|-------|--------|
|  | PARCO EOLICO “BELMONTE” |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 5 |

ELENCO DELLE TABELLE

| | |
|---|----|
| Tabella 1 – Classi di Intervento e soglie dimensionali | 9 |
| Tabella 2 – Superfici trasformate | 9 |
| Tabella 3 - Fogli cartografie IGM e CTR sui quali è inquadrato il progetto | 12 |
| Tabella 4 – Particellare relativo alle WTG | 12 |
| Tabella 5 – Particellare relativo Stazione di condominio (SC) e alla Stazione Elettrica (SE) | 12 |
| Tabella 6 - Particelle interessate dal passaggio del cavidotto..... | 12 |
| Tabella 7 – Coordinate geografiche WGS84 delle WTG | 12 |
| Tabella 8 – Vie di comunicazione interessate dal passaggio del cavidotto..... | 14 |
| Tabella 9 – Caratteristiche area di studio..... | 18 |
| Tabella 10 – Caratteristiche bacino torri 1, 3, 4, 5 | 19 |
| Tabella 11 - TABELLA DI KENNESSY (per la < 25)..... | 22 |
| Tabella 12 - I valori di Ca, Cv e Cp dell’area di studio | 23 |
| Tabella 13 – Coefficiente di deflusso per tipologia di superficie..... | 23 |
| Tabella 14 – Estensioni superfici | 24 |
| Tabella 15 – Intersezioni idrauliche con relativa tecnica di superamento (fonte: Geoportale Nazionale)..... | 28 |

| | | | | |
|---|--|---|-----------------------------|------------------------------|
|  | <p align="center">PARCO EOLICO “BELMONTE”</p> |  | | |
| | <p align="center">RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA</p> | <p align="center">22/07/2024</p> | <p align="center">REV.0</p> | <p align="center">Pag. 6</p> |

1. PREMESSA

La presente relazione è stata integrata a seguito di alcuni interventi in variante al progetto del parco eolico di NP Sicilia 5 s.r.l. denominato “BELMONTE” sito nei comuni di Ribera (AG) e Calamonaci (AG), di potenza pari a 28,8 MW. La presentazione dell’istanza di VIA è stata effettuata in data 04/08/2023, con l’avvio della consultazione pubblica in data 31/08/2023 e avente codice di procedura (ID_VIP7ID_MATTM) 10169.

Gli interventi di cui alla presente variante rispecchiano la volontà della Società proponente, nel pieno spirito di leale collaborazione che la contraddistingue, di voler riscontrare il parere espresso dal CTS n. 654_2023 del 01/12/2023 pubblicato sul sito del Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, Divisione V – Procedure di valutazione VIA e VAS in data 25 gennaio 2024, con il fine di ottenere il riesame dello stesso.

Tali interventi hanno l’obiettivo di ridurre al minimo l’impatto ambientale potenziale generato dall’opera, soprattutto in termini di impatto paesaggistico e di interferenze/cumulo con altri impianti e progetti incidenti sul territorio, mantenendo il pieno rispetto delle normative vigenti in materia ambientale. In estrema sintesi, le modifiche apportate al progetto prevedono:

- sostruzione del tipo di generatore da “Gamesa SG 6,6 - 170 di potenza pari a 6,1 MW e altezza al mozzo pari a 115 m” del progetto originario a “Vestas V172 di potenza pari a 7,2 MW e altezza al mozzo pari a 114 m” del presente progetto in variante;
- diminuzione del numero di generatori, da n. 5 a n. 4, con la rimozione dell’aerogeneratore WTG 2;
- modifica della viabilità di ingresso al parco;
- modifica della viabilità di ingresso alla WTG 5.

Su incarico di NP Sicilia 5 s.r.l., le società Entrope s.r.l. e AGON Engineering s.r.l. hanno redatto il progetto definitivo già presentato al MASE il 04/08/2023 e si sono occupate di redigere il progetto a seguito delle modifiche sopra presentate.

| | | | | |
|---|--|--|-------|--------|
|  | PARCO EOLICO “BELMONTE” |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 7 |

Il progetto prevede l’installazione di n. 4 nuovi aerogeneratori (rispetto ai 5 del progetto originario) con potenza unitaria di 7,2 MW, per una potenza complessiva di impianto di 28,8 MW.

Nel dettaglio, il progetto prevede l’installazione di n. 4 aerogeneratori, dei quali: n. 2 ricadenti nel comune di Calamonaci (AG) e n. 2 ricadenti nel comune di Ribera (AG); la viabilità di esercizio, nonché il cavidotto di collegamento alla rete elettrica nazionale interesserà entrambi i comuni sopra citati.

La connessione alla RTN, come previsto dalla STMG, prevede che il parco eolico venga collegato con una nuova stazione di smistamento a 220 kV della RTN da inserire in entrata - esce sulla linea RTN a 220 kV “Favara – Partanna”, tale soluzione prevede la realizzazione di uno stallo condiviso con altre Società.

E’ stato eseguito uno studio di invarianza idraulica relativamente al progetto di un parco eolico consistente in 4 aerogeneratori previsti nei territori comunali di CALAMONACI e RIBERA, in provincia di AGRIGENTO.

Tale studio si prefissa l’obiettivo di verificare se la realizzazione degli aerogeneratori con relative piazzole e stradelle di collegamento possa determinare una variazione sostanziale del regime di deflusso delle acque piovane e, in caso positivo, indicare gli accorgimenti tecnici da realizzare per eliminare i pericoli connessi con un’eccedenza di ruscellamento, ottenendo così la cosiddetta “invarianza idraulica”.

| | | | | |
|---|--|--|-------|--------|
|  | PARCO EOLICO “BELMONTE” |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 8 |

2. CONCETTO DI INVARIANZA IDRAULICA

Si definisce invarianza idraulica il principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (ar.58bis comma 1, lettera a della L.R.Lombardia 12/2005) mentre si definisce invarianza idrologica il principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione (ar.58bis comma 1, lettera a della L.R. Lombardia 12/2005)

Un bacino naturale presenta la caratteristica di lasciare infiltrare una certa quantità di acqua durante gli eventi di piena e di restituire i volumi che non si infiltrano in modo graduale; l'acqua ristagna nelle depressioni superficiali, segue percorsi articolati, si spande in aree normalmente non interessate dal deflusso ed in questo modo le piene hanno un colmo di portata relativamente modesto ed una durata delle portate più lunga.

Quando un bacino subisce un intervento antropico (artificializzazione) i deflussi vengono canalizzati e le superfici regolarizzate; si ha quindi una accelerazione del deflusso stesso con conseguente aumento dei picchi di piena e delle condizioni di rischio idraulico.

L'impermeabilizzazione dei suoli determina un aumento dei volumi che scorrono in superficie, aggravando ulteriormente le possibili criticità; ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli ed aumento della velocità di corrivazione deve essere associato ad azioni correttive volte a mitigarne gli effetti; tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione: se la laminazione è attuata in modo da mantenere inalterati i colmi di piena prima e dopo la trasformazione, si parla di invarianza idraulica delle trasformazioni di uso del suolo (Pistocchi, 2001). **“Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un’area che non provochi aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall’area stessa”.**

In Regione Sicilia il principale strumento normativo cui fare riferimento è il DDG 102 ASS.TO REG.LE TERRITORIO E AMBIENTE-DIPARTIMENTO REGIONALE URBANISTICA-

| | | | | |
|---|--|---|-------|--------|
|  | PARCO EOLICO "BELMONTE" |  | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 9 |

DIPARTIMENTO REGIONALE DELL'AUTORITA' DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA.

Va, inoltre, considerato il ben noto D.Lgs 152/2006 "Norme in materia di tutela ambientale", altro punto di riferimento normativo importante è ad esempio il DGR 117/2020 del 24.3.2020 - Regione Lazio - in cui sono contenute le "Linee guida dell'invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali", in particolare il punto 4. DISCIPLINA DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA - soglie dimensionali e volume di invaso.

Esso fa riferimento al D.lgs. 49/2010 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni" in cui si valuta la superficie complessiva che a seguito di un progetto subisce una significativa impermeabilizzazione, considerando 4 classi d'intervento secondo la sottostante tabella.

| Classi d'intervento | Soglie dimensionali |
|---|--|
| Trascurabile impermeabilizzazione potenziale | Intervento su superfici di estensione inferiori di 1000 mq |
| Modesta impermeabilizzazione potenziale | Intervento su superfici di estensione inferiori tra 1000 mq e 10000 mq |
| Significativa impermeabilizzazione potenziale | Intervento su superfici di estensione tra 10000 mq e 100000 |
| Marcata impermeabilizzazione potenziale | Intervento su superfici di estensione superiori a 100000 mq |

Tabella 1 – Classi di Intervento e soglie dimensionali

Nel caso in questione le superfici trasformate possono essere così distinte

| Tipologia opera | Superficie (mq) | Numero | Superficie totale (mq) | Grado di permeabilità |
|------------------------|-----------------|--------|------------------------|-----------------------|
| Plinto | 452,39 | 4 | 1809,56 | Molto basso |
| Piazzola definitiva | 819,61 | 4 | 3278,44 | Medio |
| Stradelle di esercizio | 1155,16 | 1 | 1155,16 | Medio |

Tabella 2 – Superfici trasformate

L'intervento previsto può già essere classificato come di **"modesta impermeabilizzazione potenziale"**. Pertanto, relativamente all'area di studio, è stata eseguita una disamina generale su:

- idrografia;

| | | | | |
|---|--|--|--------------|----------------|
|  | <p align="center">PARCO EOLICO “BELMONTE”</p> |   | | |
| | <p align="center">RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA</p> | <p>22/07/2024</p> | <p>REV.0</p> | <p>Pag. 10</p> |

- orografia;
- climatologia;
- geologia.

La bibliografia consultata è stata:

- Piano Assetto Idrogeologico della Sicilia – Regione Siciliana;
- Annali Idrologici – Regione Siciliana.

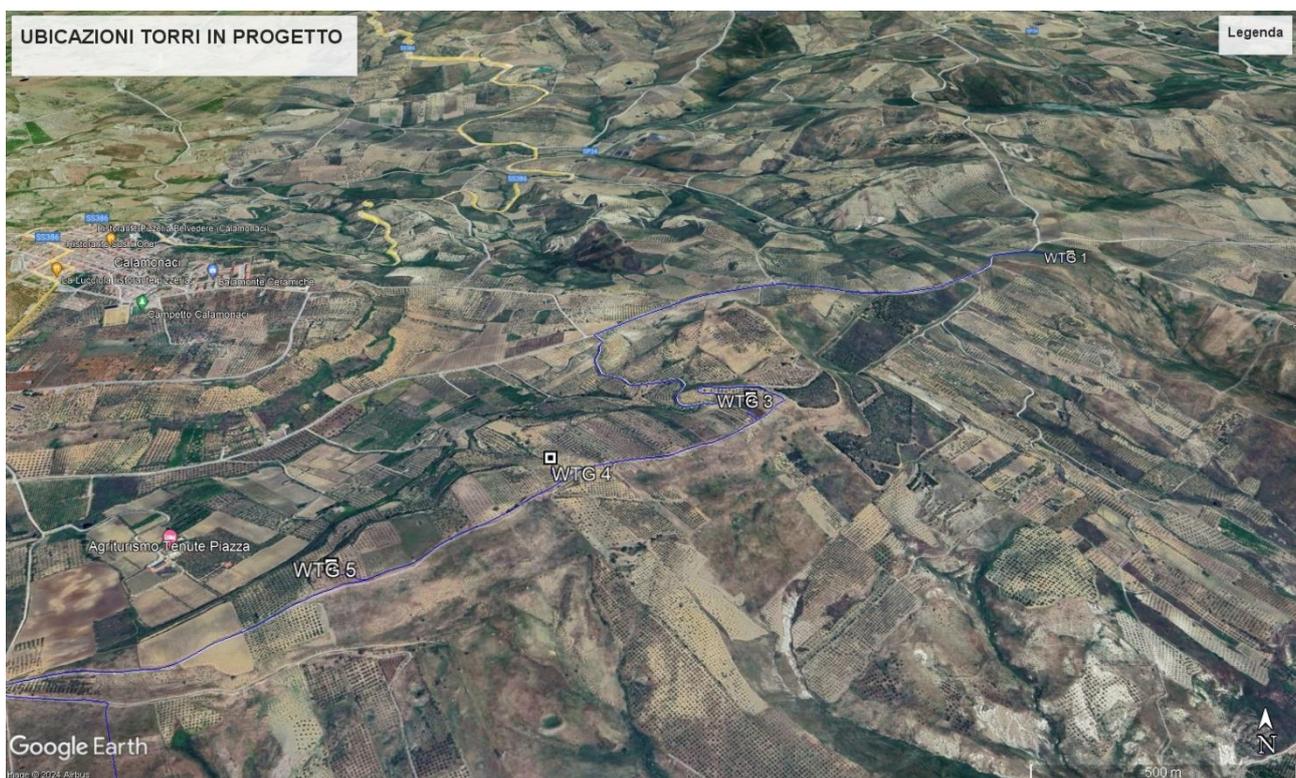


Figura 1 – Ubicazione delle torri eoliche

| | | | | |
|---|--|--|-------|---------|
|  | PARCO EOLICO "BELMONTE" |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 11 |

3. INTRODUZIONE E RIFERIMENTI NORMATIVI

L'invarianza idraulica è il principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono migliori di quelle preesistenti all'urbanizzazione. Diversamente, l'invarianza idrologica è il principio in base al quale non solo le portate, ma anche i volumi di deflusso meteorico non debbono subire variazioni rispetto a quelle preesistenti.

Alla luce di quanto detto, se un terreno è impermeabilizzato si elimina la quantità d'acqua assorbita dallo stesso e si riduce il tempo di corrivazione, ovvero il tempo che impiega l'acqua a ruscellare verso la sezione di chiusura. Questa particolare condizione genera un aumento importante delle portate defluenti e può portare all'esondazione dei ricettori finali non in grado di contenere la portata aggiuntiva scaricata.

Dal punto di vista legislativo, la normativa impone di perseguire l'invarianza idraulica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la gestione e la separazione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrogeologico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico. Per quanto riguarda la normativa regionale, essa si basa principalmente:

- sul **Pino di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)**, contenente il sistema di gestione dei rischi di alluvioni redatto dall'Assessorato Territorio Ambiente della Regione Siciliana, ai sensi dell'art. 7 del D.lgs. 49/2010 nell'ambito delle attività di pianificazione di cui agli artt. 65-66-67-68 del D.lgs. 152/2006. Il fine ultimo del piano è quello di ridurre gli effetti delle alluvioni sulla salute umana, territorio, beni, ecc. (Art. 1 Comma 1 Direttiva 2007/60/CE);
- sul **D.D.G. n.102 del 23/06/2021**, della Regione Siciliana, riportante le linee guida sulla procedura da seguire per gli studi di invarianza idraulica e idrogeologica.

| | | | | |
|---|--|--|-------|---------|
|  | PARCO EOLICO "BELMONTE" |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 12 |

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il progetto si identifica all'interno delle seguenti cartografie:

| CARTOGRAFIA | Scala | Foglio |
|-------------|-----------|--|
| IGM | 1: 50.000 | Foglio n° 628 – "Sciacca" Foglio n° 629 – "Aragona" |
| CTR | 1:10.000 | 628080, 629090 e 628120 |

Tabella 3 - Fogli cartografie IGM e CTR sui quali è inquadrato il progetto

Di seguito le particelle sulle quali verranno installati i nuovi aerogeneratori e la stazione elettrica.

| ID WTG | Comune | Fg. | Part. |
|--------|------------|-----|-------|
| 1 | CALAMONACI | 18 | 12 |
| 3 | CALAMONACI | 18 | 71 |
| 4 | RIBERA | 11 | 106 |
| 5 | RIBERA | 11 | 24 |

Tabella 4 – Particellare relativo alle WTG

| ID | Comune | Fg. | Part. |
|------------------------|------------|-----|--|
| STAZIONE DI CONDOMINIO | CALAMONACI | 23 | 80 – 127 – 81 - 82 |
| SE | CALAMONACI | 27 | 435 - 436 - 461- 462 - 517 - 518 - 519 |

Tabella 5 – Particellare relativo Stazione di condominio (SC) e alla Stazione Elettrica (SE)

I fogli di mappa catastali interessati dal percorso dei cavidotti interrati sono:

| Comune | Foglio |
|-----------------|---------------------------------------|
| RIBERA (AG) | 10 – 11 – 16 – 17 - 25 |
| CALAMONACI (AG) | 14 – 15 – 18 – 22 – 23 – 25 – 26 - 27 |

Tabella 6 - Particelle interessate dal passaggio del cavidotto

Nella tabella seguente si riportano le coordinate degli aerogeneratori nel sistema di riferimento WGS84.

| ID WTG | Nord | Est | Comune |
|--------|---------------|---------------|------------|
| 1 | 37°31'30.68"N | 13°19'25.95"E | CALAMONACI |
| 3 | 37°31'02.67"N | 13°18'44.30"E | CALAMONACI |
| 4 | 37°30'55.47"N | 13°18'26.05"E | RIBERA |
| 5 | 37°30'44.34"N | 13°18'10.12"E | RIBERA |

Tabella 7 – Coordinate geografiche WGS84 delle WTG

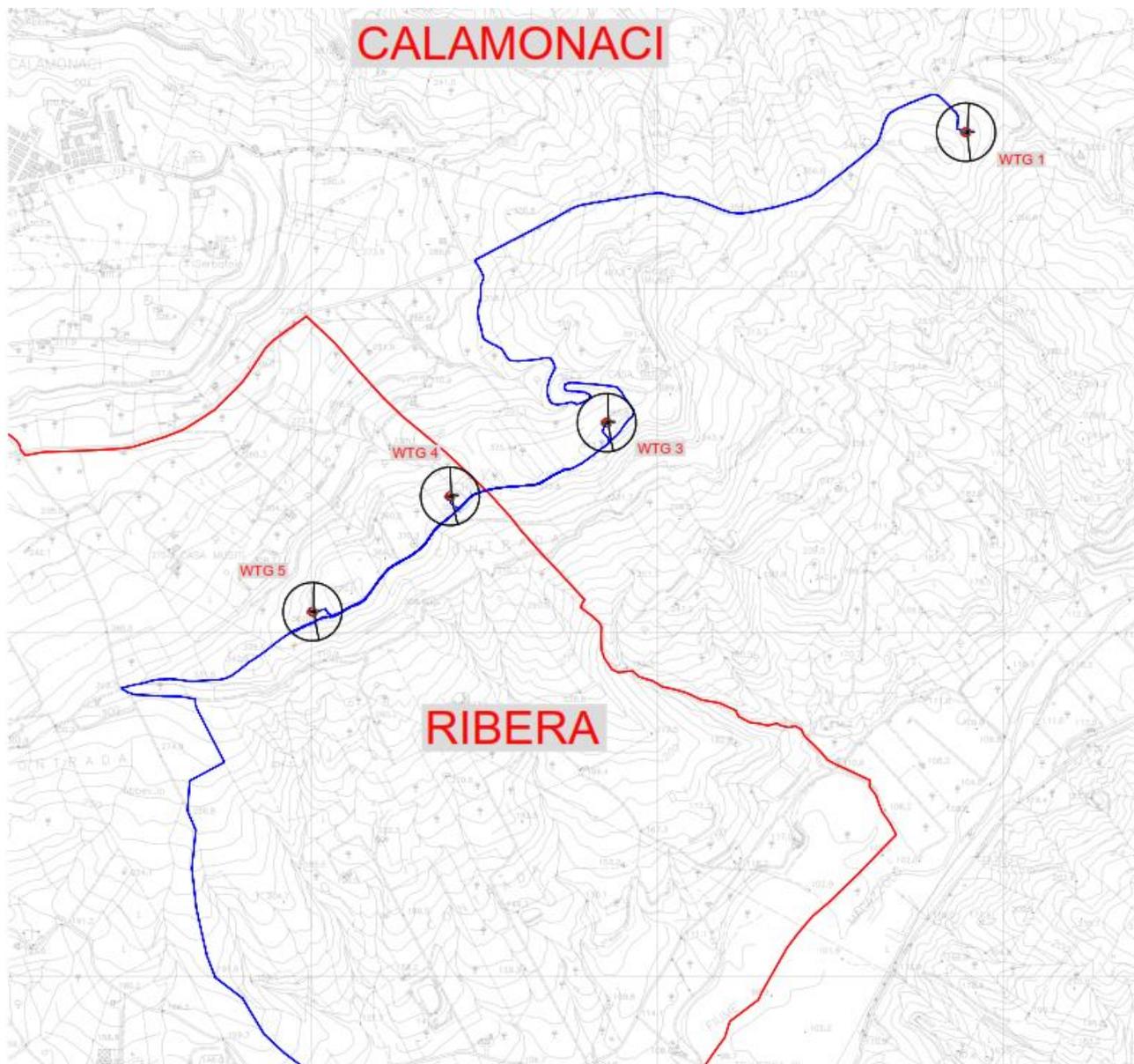


Figura 2 – Inquadramento di dettaglio su cartografia CTR delle WTG

| | | | | | |
|---|--|--|--|-------|---------|
|  | PARCO EOLICO "BELMONTE" | |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 14 |

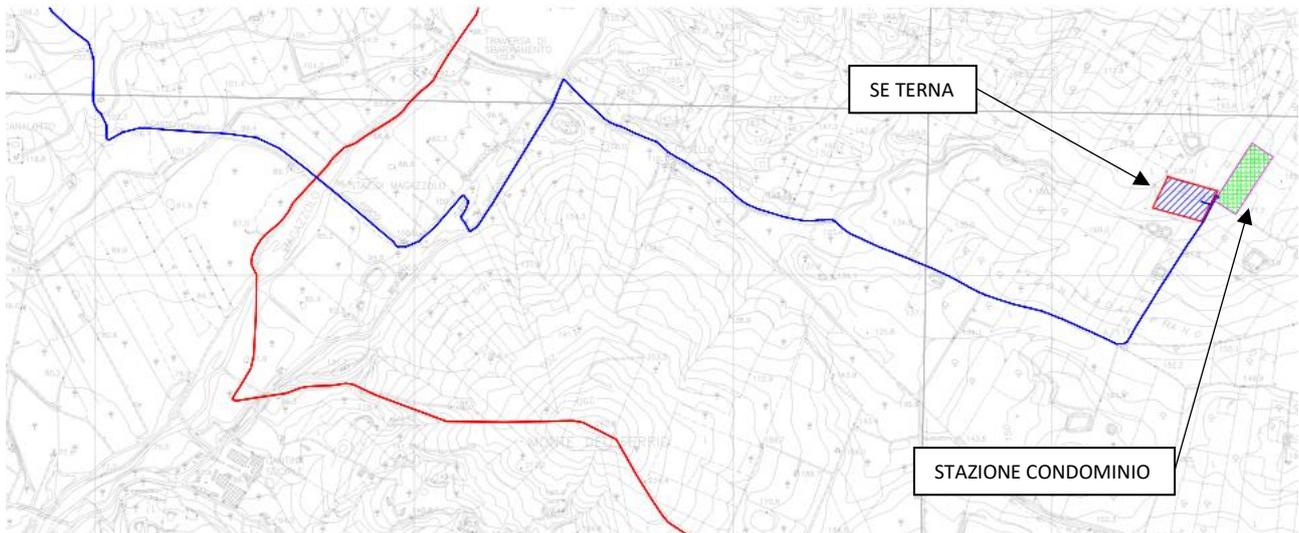


Figura 3 - Inquadramento di dettaglio su cartografia CTR delle aree relative a: Stazione Elettrica (SE- blu), Stazione Condominio (SC - verde)

Una parte degli aerogeneratori è collocata in contrada Belmonte (WTG 3, WTG 4, WTG 5), mentre la WTG 1 è stata individuata in contrada Gulfa.

L'area, oggetto di intervento, inoltre, si trova:

- a nord-est del comune di Ribera (AG) a una distanza di circa 2 km;
- a est del comune di Calamonaci (AG) a una distanza di circa 1,5 km;
- a sud del comune di Lucca Sicula (AG) a una distanza di circa 5,5 km;
- a sud-ovest del comune di Bivona (AG) a una distanza di circa 13,3 km.

L'area del parco eolico e il percorso del cavidotto sono interessati da diverse strade pubbliche e, in particolare, dalla seguente via di comunicazione principale:

| ID Strada | Descrizione |
|-------------|--|
| SP32 | (strada provinciale 32, strada che attraversa il territorio comunale di Ribera, collegamento Ribera - Cianciana), anch'essa interessata per un tratto dal percorso del cavidotto |

Tabella 8 – Vie di comunicazione interessate dal passaggio del cavidotto

| | | | | |
|---|--|--|--------------|----------------|
|  | <p>PARCO EOLICO “BELMONTE”</p> |   | | |
| | <p>RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA</p> | <p>22/07/2024</p> | <p>REV.0</p> | <p>Pag. 15</p> |

La strada pubblica sopra citata è collegata all’area afferente al parco eolico grazie alla presenza di una fitta rete di strade interpoderali e comunali.

Da un punto di vista dell’uso del suolo, l’area prescelta per l’installazione dell’impianto eolico è attualmente utilizzata a seminativo. La zona interessata dalle opere è per gran parte disabitata con la sola presenza di qualche fabbricato isolato e non abitato.

Nelle figure sottostanti sono presentate le aree scelte per ospitare gli aerogeneratori che comporranno il Parco Eolico di futura costruzione.



Figura 4 - Area individuata per la WTG 1

| | | | | |
|---|---|--|--------------|----------------|
|  | <p>PARCO EOLICO "BELMONTE"</p> |   | | |
| | <p>RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA</p> | <p>22/07/2024</p> | <p>REV.0</p> | <p>Pag. 16</p> |



Figura 5 - Area individuata per la WTG 3



Figura 6 - Area individuata per la WTG 4

| | | | | |
|---|---|--|--------------|----------------|
|  | <p>PARCO EOLICO "BELMONTE"</p> |   | | |
| | <p>RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA</p> | <p>22/07/2024</p> | <p>REV.0</p> | <p>Pag. 17</p> |



Figura 7 - Area individuata per la WTG 5

| | | | | |
|---|--|--|-------|---------|
|  | PARCO EOLICO “BELMONTE” |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 18 |

5. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO MORFOLOGICO DELL'AREA E DELIMITAZIONE DEL BACINO DI COMPETENZA

Dalla consultazione del PAI della Regione Sicilia, l'area di progetto è all'interno del Bacino idrografico del Fiume MAGAZZOLO – DISTRETTO IDROGRAFICO 062 – Area territoriale tra FIUME MAGAZZOLO e FIUME PLATANI.

| | |
|--|---|
| Superficie | Kmq 231 |
| Provincia | AGRIGENTO, PALERMO |
| Recapito in mare | Mare MEDITERRANEO |
| Lunghezza asta principale (km) | 132 |
| Altitudine massima-media minima | 1436-0 mslm |
| Territori comunali interessati | ALESSANDRIA DELLA ROCCA, BIVONA, CALAMONACI, CASTRONOVO DI SICILIA, LUCCA SICULA, PALAZZO ADRIANO, RIBERA, SANTO STEFANO DI QUISQUINA |

Tabella 9 – Caratteristiche area di studio

Per poter valutare in modo metodologicamente corretto l'eventuale alterazione del regime delle acque superficiali prodotta dalla realizzazione delle 4 torri, è stato delimitato un sottobacino idrografico, avendo individuato lo spartiacque idrografico ed il corpo ricettore di riferimento (Fiume Magazzolo), il tutto secondo quanto di seguito raffigurato in figura.

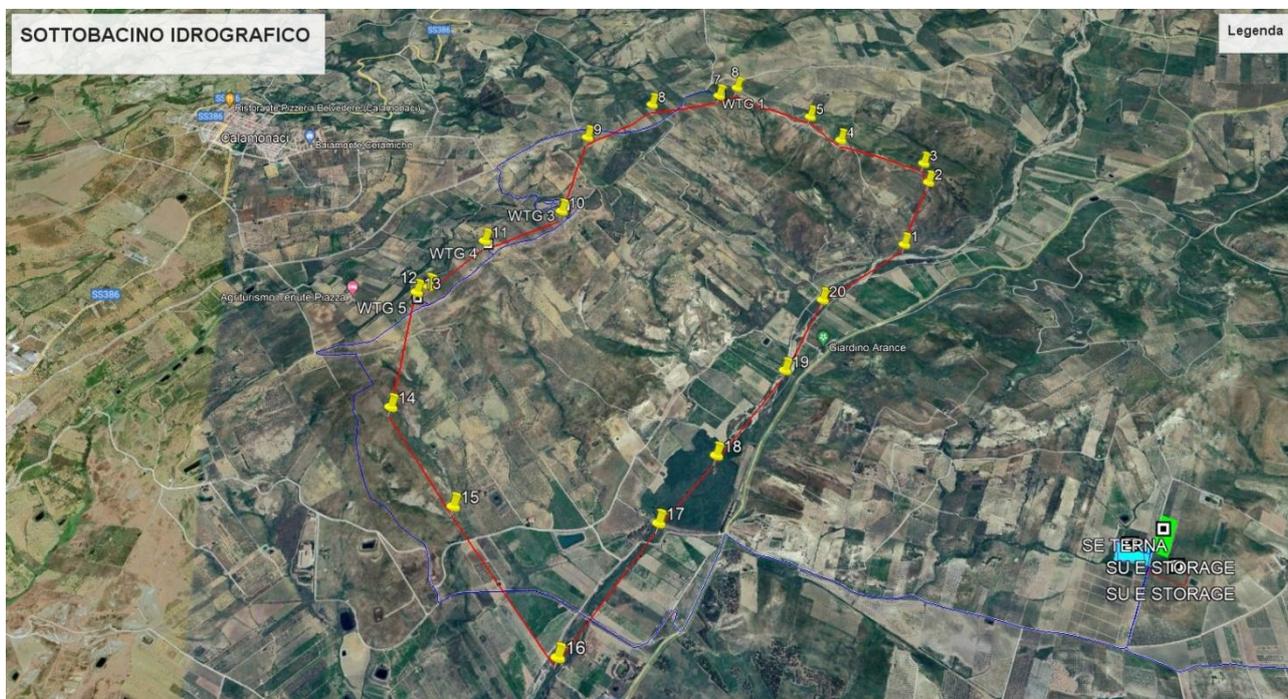


Figura 8 - Sottobacino idrografico individuato

Le quote altimetriche delle 4 torri sono:

- **Torre 1:** 366 m slm;
- **Torre 3:** 381 m slm;
- **Torre 4:** 336 m slm;
- **Torre 5:** 366 m slm;

Al bacino si possono associare i seguenti dati fondamentali

| | | |
|--|------|------|
| Superficie complessiva (A) | kmq. | 5,39 |
| Perimetro | km | 9,93 |
| Distanza dalla sezione di chiusura al punto più a monte (L) | km | 3,72 |
| Quota massima slm | m | 384 |
| Quota minima | m | 87 |
| Quota media | m | 196 |
| Pendenza media | % | 14,8 |

Tabella 10 – Caratteristiche bacino torri 1, 3, 4, 5

| | | | | |
|---|--|--|-------|---------|
|  | PARCO EOLICO “BELMONTE” |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 20 |

- **Permeabilità:** dall’esame delle carte geologiche dell’area, supportate dall’esame visivo, nell’area affiora una formazione essenzialmente costituita da sabbie e calcareniti a stratificazione incrociata con intercalazioni argillose che costituiscono peraltro il substrato geologico dell’abitato della vicina Ribera: questa formazione è presente in corrispondenza dell’alto morfologico che costituisce una sorta di “cresta” su cui è prevista la realizzazione delle 4 torri. Riducendosi le quote altimetriche e andando verso l’incisione del Magazzolo, diventano più prevalenti le argille e sono ben visibili affioramenti di calcari marnosi e marne: valutando quindi in modo ponderato la presenza dei suddetti litotipi si può considerare globalmente una permeabilità mediocre, quindi discreta tendenza allo scorrimento superficiale da parte delle acque piovane rispetto alla loro infiltrazione nel sottosuolo
- **Vegetazione:** dall’osservazione delle foto aeree oltrechè dalla consultazione delle Carte dell’uso del suolo del PAI regionale nell’area risultano prevalenti i cosiddetti “mosaici colturali” ovvero alternanza di aree di varia forma coltivate con alberi con fusto ad altezza media a sesto regolare, che rappresentano la maggioranza delle superfici, con aree di pascolo e seminativo semplice.
- **Clivometria:** la clivometria media dell’area è intorno al 15% circa.

Il deflusso idrico all’interno di questo sottobacino avviene prevalentemente lungo l’incisione del Fiume Magazzolo che si sviluppa con direzione NE-SO, quindi incanalato, che raccoglie i deflussi di tipo diffuso provenienti con direzioni prevalentemente perpendicolari da linee d’impluvio e incisioni torrentizie anche abbastanza profonde.

| | | | | |
|---|---|--|-----------------------------|-------------------------------|
|  | <p align="center">PARCO EOLICO "BELMONTE"</p> |   | | |
| | <p align="center">RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA</p> | <p align="center">22/07/2024</p> | <p align="center">REV.0</p> | <p align="center">Pag. 21</p> |

6. STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO DELL'AREA ANTE OPERA E POST OPERA

Il coefficiente di deflusso Cd è una grandezza idrologica che indica la vocazione che un'area ha di smaltire le precipitazioni piovose, nel sottosuolo per infiltrazione o in superficie per scorrimento: esso è dato dal rapporto tra la quantità d'acqua che scorre in superficie e la pioggia totale $Cd = P_{scorr.}/P_{totale}$ ed è quindi un numero compreso tra 0 e 1

- **Cd = 0** – infiltrazione delle precipitazioni piovose integralmente nel sottosuolo;
- **Cd = 1** – scorrimento delle precipitazioni piovose integralmente in superficie.

Esso dipende essenzialmente da 3 fattori:

- **Cp** = permeabilità dei terreni e quindi capacità di assorbimento delle acque piovane: maggiore è la permeabilità più le acque tenderanno ad infiltrarsi;
- **Ca** = acclività: maggiore è l'acclività più le acque tenderanno a scorrere in superficie,
- **Cv** = presenza di vegetazione: maggiore è la presenza di vegetazione, specie alberi ad alto fusto, maggiore sarà la tendenza all'infiltrazione

Da cui **$Cd = Cp + Ca + Cv$** .

Per il suo calcolo è stato utilizzato il metodo di Kennessy che consiste nell'attribuire un valore numeri ai 3 coefficienti Cp, Ca, Cv, avendo precedentemente determinato il valore di la ovvero l'indice di aridità, che si calcola con la formula:

$$I_a = \frac{(P/T+10) + 12p/t}{2}$$

Dove:

P = precipitazione media annua

| | | | | |
|---|--|--|-------|---------|
|  | PARCO EOLICO "BELMONTE" |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 22 |

p = precipitazione del mese più arido

T = temperatura media annua

T = temperatura del mese più piovoso

Dalla consultazione degli Annali idrologici e riferendosi alla stazione termometrica di BIVONA e pluviometrica di RIBERA per il periodo 1965-1994 i suddetti valori saranno:

$P = 521$ mm;

$p = 4,7$ mm;

$T = 17^\circ$;

$t = 13,3^\circ$.

Per cui sostituendo si avrà $la = 22$.

Per la determinazione di C_d si utilizza la sottostante tabella di Kennessy che attribuisce un valore ben preciso a C_a , C_d e C_v sulla base delle caratteristiche di acclività, permeabilità e vegetazione presenti nel sottobacino studiato

| Coefficiente | Valori di riferimento | Valore |
|--|-----------------------|--------|
| $C_a =$ acclività | 35% | 0,22 |
| | 10 – 35 | 0,12 |
| | 3,5 – 10 | 0,01 |
| | < 3,5 | 0 |
| $C_p =$ permeabilità | Medio bassa | 0,21 |
| | Mediocre | 0,12 |
| | Buona | 0,06 |
| | Elevata | 0,03 |
| $C_v =$ vegetazione | Roccia | 0,26 |
| | Pascolo | 0,17 |
| | Coltivo | 0,07 |
| | Bosco | 0,03 |

Tabella 11 - TABELLA DI KENNESSY (per $la < 25$)

| | | | | |
|---|--|--|-------|---------|
|  | PARCO EOLICO "BELMONTE" |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 23 |

Nell'area i valori di Ca, Cv e Cp sono:

| | | |
|---------------------------------|----------|-------------|
| Cp (permeabilità) | Mediocre | 0,12 |
| Ca (acclività) | 10-35% | 0,12 |
| Cv (tipo di vegetazione) | coltivo | 0,07 |
| Cv | | 0,31 |

Tabella 12 - I valori di Ca, Cv e Cp dell'area di studio

A conferma di ciò si ricorda inoltre che i valori di Cd normalmente adottati nei calcoli per le varie tipologie di superfici, naturali e artificiali, sono:

| Tipo di superficie | Coefficiente di deflusso Cd |
|---------------------------|------------------------------------|
| Coperture | 0,9-1 |
| Pavimentazioni asfaltate | 0,8-0,9 |
| Pavimentazioni drenanti | 0,6-0,7 |
| Aree verdi (giardini) | 0,2-0,4 |
| Aree agricole | 0,05-0,2 |
| Bosco, prato incolto | 0 – 0,05 |

Tabella 13 – Coefficiente di deflusso per tipologia di superficie

Questo rappresenta il Cd ante opera, ovvero allo stato attuale: a questo punto si esegue una verifica sulla base di questo principio ispiratore:

- determinare il Cd ante opera;
- determinare il Cd ponderato post opera che potrebbe essere diverso a causa delle edificazioni che saranno realizzate (plinti di fondazione, piazzole, stradelle di collegamento etc.);
- valutare la variazione che questa differenza potrà produrre nel ruscellamento superficiale delle acque;
- adottare delle misure con lo scopo di mantenere l'invarianza idraulica qualora si prevedesse una sensibile differenza.

| | | | | |
|---|--|--|-------|---------|
|  | PARCO EOLICO "BELMONTE" |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 24 |

Per il sottobacino considerato i dati di progetto sono:

| Tipologia opera | Superficie (mq) | Numero | Superficie totale (mq) | Grado di permeabilità |
|-----------------------------------|-----------------|--------|------------------------|-----------------------|
| Plinto | 452,39 | 4 | 1809,56 | Molto basso |
| Piazzola definitiva | 819,61 | 4 | 3278,44 | Medio |
| Stradelle di esercizio | 1155,16 | 1 | 1155,16 | Medio |
| Superficie del sottobacino | 5.390.000 | 1 | 5.390.000 | Medio basso |

I valori di Cd da assegnare alle suddette superfici sono:

- bacino idrografico: Cd = 0,31;
- plinti in cls: Cd = 1 (considerando il calcestruzzo impermeabile);
- piazzole in misto di cava: 0,6;
- stradelle in misto di cava: 0,6.

La superficie del sottobacino, al netto delle piazzole, plinti e stradelle sarà: mq 5.390.000 – (1809,56+3278,44+1155,16) = mq 5383,76.

Nella tabella successiva si associano le superfici ai vari Cd

| | Estensione mq | Cd |
|--------------------|---------------|------|
| Bacino idrografico | 5.383.760 | 0,31 |
| Plinti | 1809,56 | 1 |
| Piazzole | 3278,44 | 0,6 |
| stradelle | 1155,16 | 0,6 |

Tabella 14 – Estensioni superfici

$$C_{dponderato} : \frac{(3.231.604,66 \times 0,41) + (2714,34 \times 1) + (5626 + 20055) \times 0,5}{3.260.000} = \mathbf{0,41}$$

Pertanto, si ha:

Cd ante opera: 0,41

Cd post opera: 0,41

| | | | | |
|---|---|--|-----------------------------|-------------------------------|
|  | <p align="center">PARCO EOLICO “BELMONTE”</p> |   | | |
| | <p align="center">RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA</p> | <p align="center">22/07/2024</p> | <p align="center">REV.0</p> | <p align="center">Pag. 25</p> |

Non essendoci alcuna variazione del Cd post opera **si conclude che non si prevede alcun incremento dei volumi di ruscellamento delle acque superficiali** che quindi l'invarianza idraulica dell'area è garantita.

Allo stesso modo l'eventuale portata di massima piena attesa alla sezione considerata non subirà alcuna variazione poiché nella formula utilizzata tutti i parametri in gioco, oltre al già calcolato Cd, non variano ante e post operam, infatti:

$$Q_{max} \text{ (m/sec)} = 0,278 \times (S \times h \times C_d) / T_c$$

Dove

S = superficie del bacino (kmq)

Cd = coefficiente di deflusso (adimensionale)

h = pioggia attesa secondo le curve di probabilità pluviometrica ai vari tempi di ritorno (mm)

Tc = tempo di corrivazione (ore e minuti)

| | | | | |
|---|---|--|-----------------------------|-------------------------------|
|  | <p align="center">PARCO EOLICO “BELMONTE”</p> |   | | |
| | <p align="center">RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA</p> | <p align="center">22/07/2024</p> | <p align="center">REV.0</p> | <p align="center">Pag. 26</p> |

7. VIABILITÀ DI CAMPO

Per agevolare l'accesso dei mezzi alle piazzole degli aerogeneratori, è prevista la realizzazione di collegamenti con le strade vicinali o le trazzere nell'area in cui verrà costruito il parco eolico. La viabilità del progetto si baserà principalmente sulla rete stradale esistente, con eventuali adeguamenti da effettuare se necessari. Inoltre, verrà creata una nuova viabilità per collegare le piazzole di esercizio alle strade adiacenti. Questa nuova viabilità seguirà in parte le linee displuviali (crinali), che non hanno un bacino di drenaggio significativo o, se presente, è molto limitato.

In sintesi, le infrastrutture stradali relative al parco eolico non influenzeranno la formazione dei deflussi nei bacini idrografici né causeranno un aumento della portata nei corpi idrici ricettori.

| | | | | |
|---|--|--|-------|---------|
|  | PARCO EOLICO “BELMONTE” |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 27 |

8. PERCORSO DEL CAVIDOTTO

Per un maggiore dettaglio sulla risoluzione delle interferenze dei cavidotti relativi al parco eolico in oggetto e i corsi d'acqua presenti sul territorio, si rimanda agli elaborati di progetto *“Risoluzione delle interferenze”* e *“Modalità di risoluzione delle interferenze”*.

Si precisa che la risoluzione delle interferenze dei cavidotti con i corsi d'acqua esistenti consentirà di eliminare l'interessamento diretto con le sezioni idrauliche, rispettando e lasciando inalterati i franchi idraulici previsti, escludendo qualsiasi interferenza con il livello di massima piena del corso d'acqua.

Con riferimento all'intero percorso del cavidotto, dagli aerogeneratori alla Stazione di Consegna, sono state rilevate 20 interferenze di cui 12 sono interferenze idrauliche (Per un maggiore dettaglio si rimanda all'elaborato *“Modalità di Risoluzione delle Interferenze”*). Nella tabella successiva vengono presentate le interferenze idrauliche individuate con la relativa tecnica di risoluzione. Si precisa che la cartografia consultata per tale valutazione è quella resa disponibile alla data di redazione di codesto elaborato su Geoportale Nazionale.

| | | | | |
|---|--|--|-------|---------|
|  | PARCO EOLICO “BELMONTE” |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 28 |

| RISOLUZIONE | ID | COORDINATE (UTM WGS84 – FUSO 33) | |
|-------------|--------|-------------------------------------|-----|
| TOC | Int.4 | 4151301.68 | m N |
| | | 350698.21 | m E |
| | Int.5 | 4151578.54 | m N |
| | | 351449.27 | m E |
| | Int.6 | 4153798.01 | m N |
| | | 420331.00 | m E |
| | Int.7 | 4153666.68 | m N |
| | | 350757.14 | m E |
| | Int.8 | 4153298.24 | m N |
| | | 350358.51 | m E |
| | Int.9 | 4151445.50 | m N |
| | | 350390.13 | m E |
| | Int.10 | 4151140.07 | m N |
| | | 351174.59 | m E |
| | Int.11 | 4151253.58 | m N |
| | | 351261.36 | m E |
| | Int.12 | 4151613.34 | m N |
| | | 351468.84 | m E |
| | Int.13 | 4151354.50 | m N |
| | | 351848.20 | m E |
| | Int.14 | 4151171.19 | m N |
| | | 352318.14 | m E |
| | Int.15 | 4151179.47 | m N |
| | | 353479.16 | m E |

Tabella 15 – Intersezioni idrauliche con relativa tecnica di superamento (fonte: Geoportale Nazionale)

Come è possibile vedere nella tabella precedente, le intersezioni con il reticolo idrografico verranno superate mediante:

- l'utilizzo della TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), di cui un esempio è riportato in Figura 9;
- staffatura laterale sull'impalcato, visibile in Figura 10

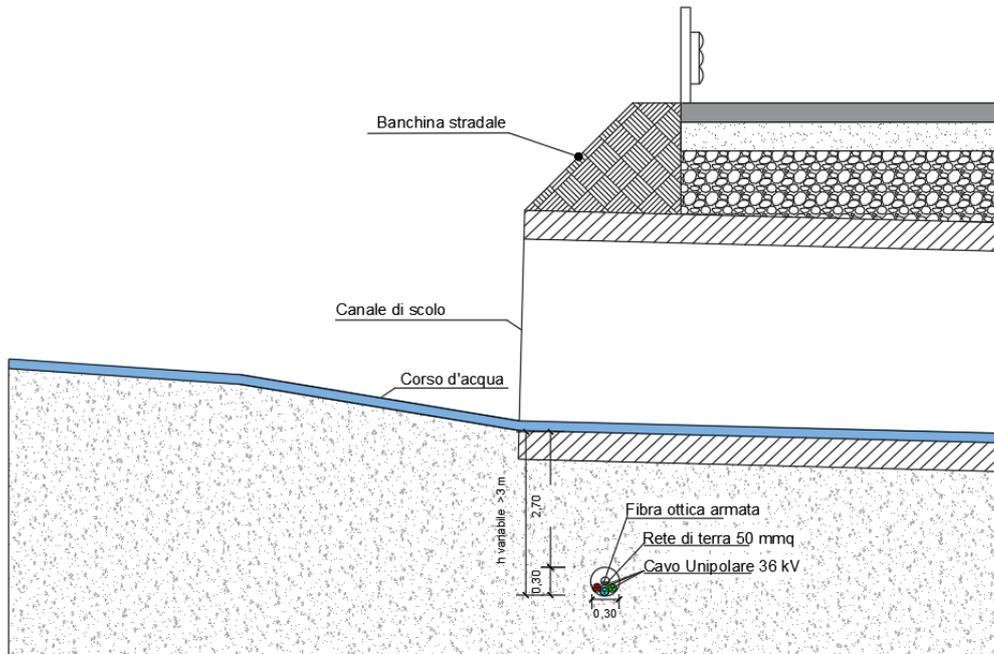


Figura 9 – Tipico attraversamento in TOC

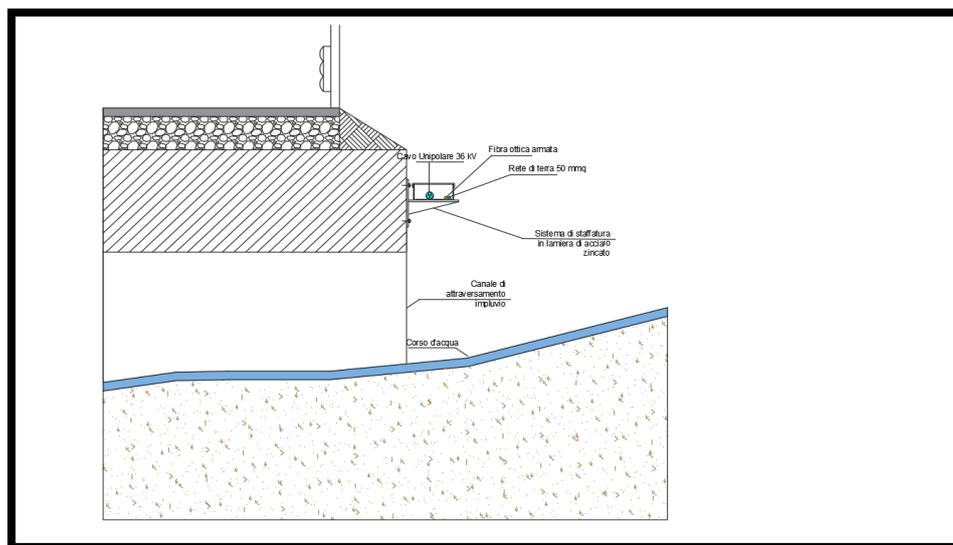


Figura 10 - staffatura laterale sull'impalcato

| | | | | |
|---|--|--|-------|---------|
|  | PARCO EOLICO "BELMONTE" |   | | |
| | RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGIA | 22/07/2024 | REV.0 | Pag. 30 |

9. CONCLUSIONI

Una volta identificato il bacino idrografico relativo all'area in cui verrà realizzato il parco eolico, sono state individuate alcune interferenze tra il progetto stesso e il reticolo idrografico. Queste interferenze si concentrano principalmente lungo il tracciato del cavidotto e sono dovute agli attraversamenti dei corsi d'acqua. Tuttavia, tali interferenze verranno risolte tramite tecniche di ottimizzazione del tracciato o mediante l'uso di staffaggi lungo i ponti, qualora siano presenti. È importante notare che le opere civili non hanno alcun impatto sul reticolo idrografico.

Come è noto il Cd dipende esclusivamente da litologia, permeabilità e copertura vegetale dell'area (tabella di Kennessy – paragrafo 7) e poiché il Cd post opera non subisce alcun incremento rispetto al Cd ante opera, si conclude che non si prevede alcun incremento dei volumi di ruscellamento delle acque superficiali e che quindi l'invarianza idraulica dell'area è garantita.

Risulta quindi garantita l'invarianza idraulica per il caso in esame. Le interferenze e gli attraversamenti saranno gestiti conformemente al R.D n° 523/1904, alle N. di A. dei PAI e al D.S.G. AIU 2022. In definitiva, si può concludere che il progetto è compatibile con il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, il DPCM 7 marzo 2019, il DSG AIU 2022, il DDG 102 sul principio di invarianza idraulica e con le NTA del PAI.