



Green Power

Engineering &amp; Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.25.IT.2.14670.00.043.00

PAGINA

1 di/of 17

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

## IMPIANTO EOLICO DI CERIGNOLA

## PROGETTO DEFINITIVO

## Relazione Idraulica



File: GRE.EEC.R.25.IT.W.14670.00.043.00 - Relazione idraulica

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	4/12/2020	Prima Emissione	D. Mansi	M. Terzi	L. Lavazza

## GRE VALIDATION

Bellorini (GRE)	Fabrizi (GRE)	Vigone (GRE)
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

Cerignola

## GRE CODE

GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION										
GRE	EEC	R	2	5	I	T	W	1	4	6	7	0	0	0	0	4	3	0	0

CLASSIFICATION

PUBLIC

UTILIZATION SCOPE

BASIC DESIGN

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

## INDICE

1. INTRODUZIONE .....	3
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE .....	3
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE .....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	4
3. RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA LOCALE .....	7
4. STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO .....	8
4.1. IDENTIFICAZIONE DEI SOTTO-BACINI CRITICI .....	8
4.2. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA .....	11
4.2.1. TEMPO DI CORRIVAZIONE .....	11
4.2.2. ALTEZZA DI PIOGGIA .....	12
4.2.3. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO .....	12
4.3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI .....	14
5. OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA .....	15
5.1. OPERE IDRAULICHE DI PROGETTO .....	15
5.1.1. FOSSI DI GUARDIA .....	15
5.1.2. ATTRAVERSAMENTI IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI DI SCARICO .....	16
5.1.3. CANALETTE TRASVERSALI .....	17

## 1. INTRODUZIONE

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power Italia S.r.l. ("EGP") di redigere il progetto definitivo per la costruzione di un nuovo impianto eolico denominato "Cerignola" e relative opere di connessione alla RTN, da ubicarsi nei comuni di Cerignola (FG) e Ascoli Satriano (FG).

Il progetto proposto prevede l'installazione di 10 nuove turbine eoliche ciascuna di potenza nominale fino a 6 MW, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, per una potenza installata totale pari a 60 MW.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori, attraverso il sistema di cavidotti interrati in media tensione, verrà convogliata alla stazione elettrica di alta tensione di Terna denominata "Camerelle", situata nel comune di Ascoli Satriano. La connessione alla sottostazione esistente sarà effettuata a partire da una nuova stazione di trasformazione 33 kV/150 kV, che sarà connessa in antenna, tramite cavo in alta tensione interrato, alla stazione di Terna denominata "Camerelle".

Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, legate a processi di produzione di energia elettrica.

### 1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

Il soggetto proponente dell'iniziativa è Enel Green Power Italia S.r.l., società iscritta alla Camera di Commercio di Roma che ha come Socio Unico la società Enel Green Power S.p.A., società del Gruppo Enel che dal 2008 si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili.

Enel Green Power è presente in 28 Paesi nei 5 continenti con una capacità gestita di oltre 46 GW e più di 1200 impianti.

In Italia, il parco di generazione di Enel Green Power è rappresentato dalle seguenti tecnologie rinnovabili: idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermia. Attualmente nel Paese conta una capacità gestita complessiva di oltre 14 GW.

### 1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

La presente relazione costituisce la relazione idraulica del progetto definitivo.

Il capitolo 2 definisce l'inquadramento territoriale dell'opera.

Nel capitolo 3 si definisce l'inquadramento idrografico dell'opera in progetto, richiamando le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica.

Il capitolo 4 illustra la metodologia di calcolo per la stima della portate di piena di progetto ed i risultati di tale calcolo.

Infine, nel capitolo 5 vengono presentate le opere di progetto finalizzate alla regimazione delle acque meteoriche.

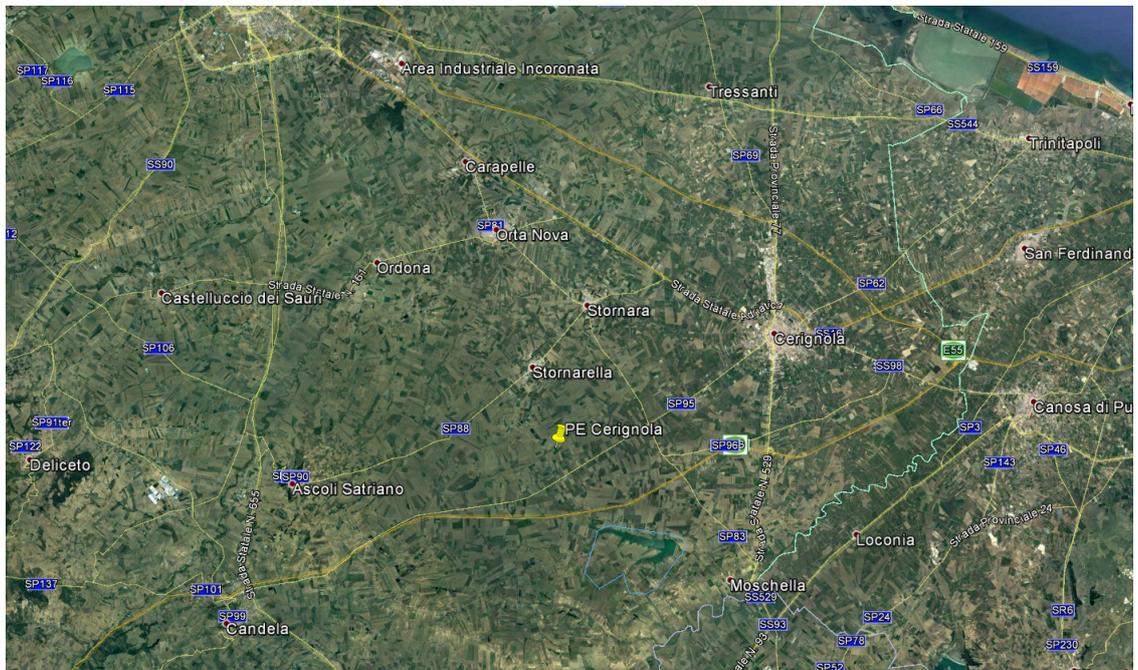
## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di progetto per il nuovo impianto eolico "Cerignola" è identificata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Latitudine: 41°12'49.87"N
- Longitudine: 15°44'27.53"E

L'impianto in progetto ricade entro i confini comunali di Cerignola e Ascoli Satriano, in particolare all'interno dei seguenti riferimenti cartografici:

- Fogli di mappa catastale del Comune di Cerignola n° 337, 338, 340, 347, 348, 349, 351 e del Comune di Ascoli Satriano n° 70, 75, 116;
- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, codificati 175-I-SO (Borgo Libertà) e 175-IV-SE (Corleto);
- Fogli della C.T.R. in scala 1:25.000, codificati 422131, 422132, 422133, 434041, 434042, 434043, 434044, 435011, 435014,



**Figura 2-1: Collocazione geografica impianto eolico "Cerignola (Google Earth)**

L'impianto eolico è ubicato nell'area del comune di Cerignola e Ascoli Satriano in provincia di Foggia, a poco più di 32 km a Sud-Est dal capoluogo di Provincia.

Il sito non presenta particolari complessità dal punto di vista orografico: è infatti caratterizzato da colline di elevazione limitata (massimo 240 m s.l.m.) con pendenze lievi.

In Figura 2-2 è riportato il posizionamento previsto per le turbine eoliche del nuovo impianto in progetto.

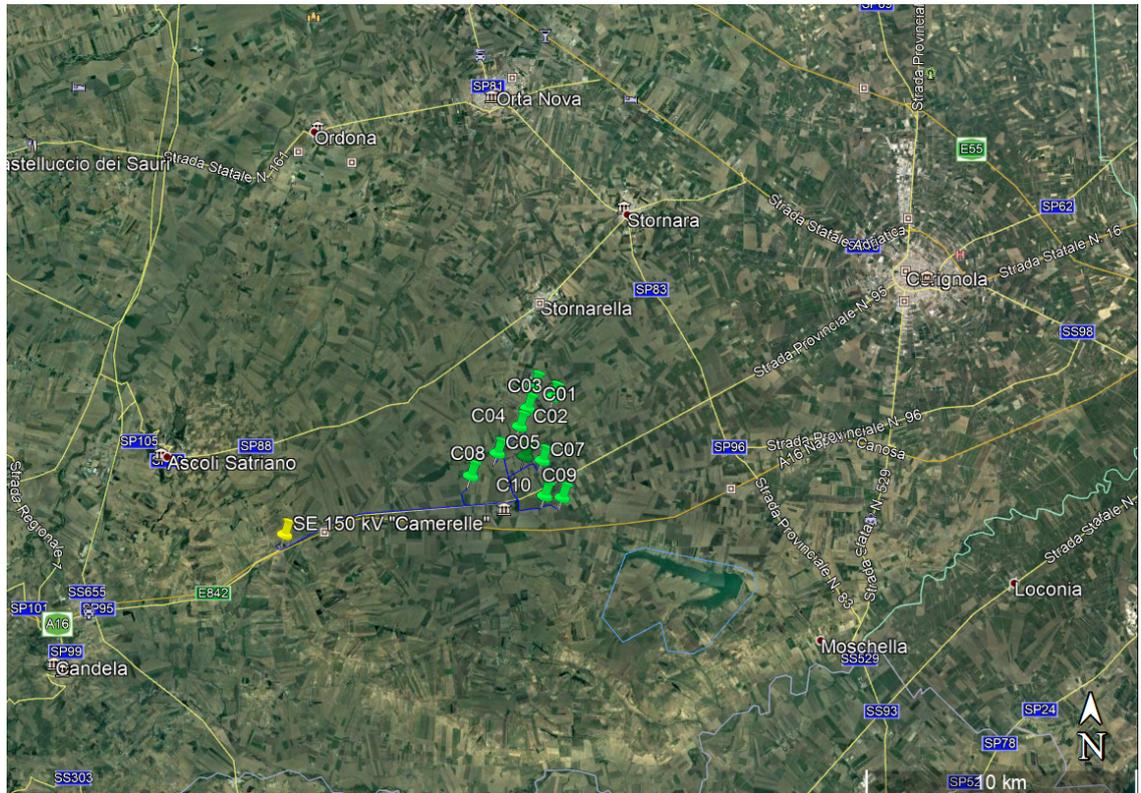


Figura 2-2: Inquadramento geografico nuovo impianto eolico "Cerignola" (Google Earth)

Il successivo inquadramento (Figura 2-3) mostra con maggior dettaglio il posizionamento delle turbine dell'impianto eolico "Cerignola".



Figura 2-3: Posizionamento turbine eoliche dell'impianto in progetto (Google Earth)

Di seguito è riportato in formato tabellare un dettaglio sul posizionamento delle WTG di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 33N:

**Tabella 2-1: Coordinate aerogeneratori**

WTG	Comune	Est [m]	Nord [m]	Altitudine [m s.l.m.]
<b>C01</b>	Cerignola	560715	4563772	199
<b>C02</b>	Cerignola	561427	4563383	197
<b>C03</b>	Cerignola	560465	4562950	206
<b>C04</b>	Cerignola	560164	4562262	206
<b>C05</b>	Cerignola	559342	4561253	216
<b>C06</b>	Cerignola	560378	4561153	215
<b>C07</b>	Cerignola	561021	4560997	214
<b>C08</b>	Cerignola	558352	4560400	244
<b>C09</b>	Cerignola	561772	4559617	224
<b>C10</b>	Cerignola	561115	4559673	230
<b>SSE MT/AT</b>	Ascoli Satriano	551268	4558280	344

### 3. RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA LOCALE

Il presente capitolo richiama le curve di possibilità pluviometrica come ricavate nel documento "GRE.EEC.R.25.IT.W.14670.00.042.00 - Relazione Idrologica" e necessarie alla successiva progettazione delle opere idrauliche per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche.

La procedura di definizione è stata derivata dal progetto VA.PI. sulla Valutazione delle Piene in Italia sviluppato dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio nazionale delle Ricerche. Esso ha l'obiettivo di regionalizzare le piogge intense su tutto il territorio nazionale secondo criteri omogenei. Nel caso in esame si è fatto riferimento allo studio condotto nella Regione Puglia: P. Claps, V.A. Copertino, M. Fiorentino V. "Valutazione delle piene in Puglia" .

Di seguito si riporta le curve di possibilità pluviometrica per eventi con tempi di ritorno pari a 10, 20, 50, 100 e 200 anni.

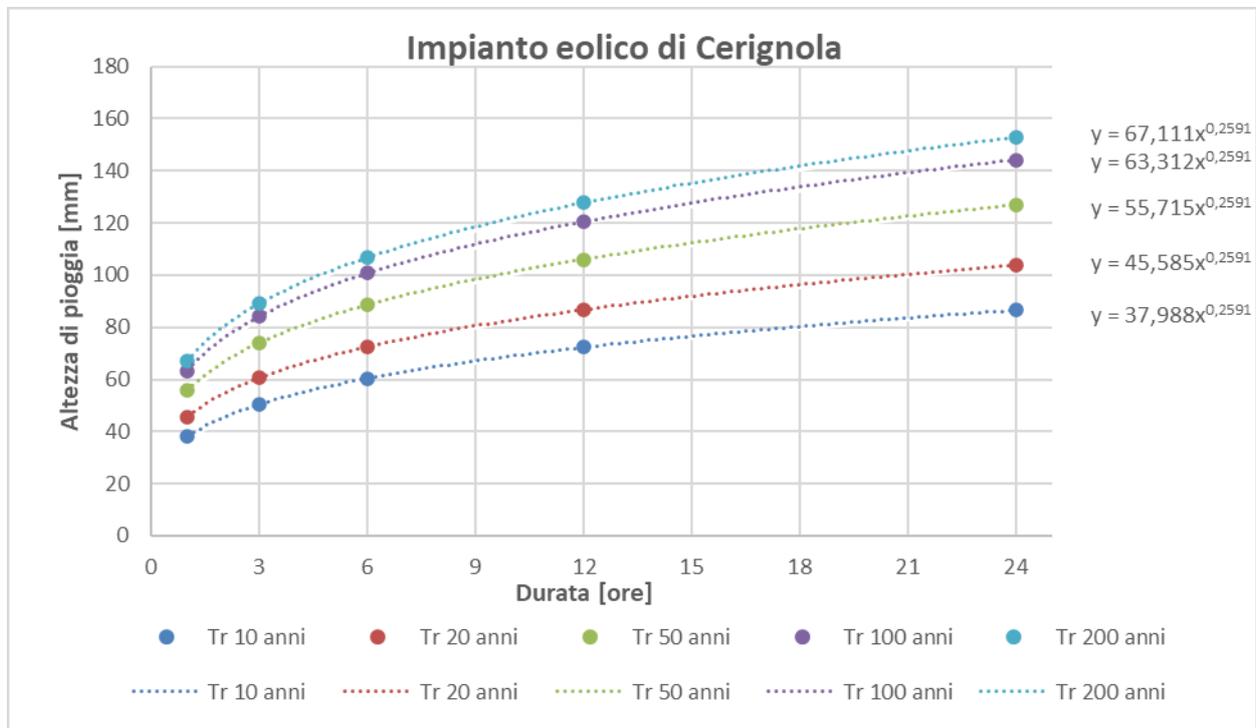


Figura 3-1: Curve di probabilità pluviometrica

## 4. STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO

Scopo del presente capitolo è la definizione delle portate di piena corrispondenti a tempi di ritorno di progetto per quanto riguarda i bacini scolanti identificati come critici ai fini della regimazione delle acque del nuovo impianto eolico di Cerignola.

La metodologia identificata per la valutazione della piena di progetto è il metodo razionale e si articola come segue:

- a) Delimitazione dei sottobacini idrografici di interesse sulla base della morfologia del territorio e della nuova viabilità interna d'impianto;
- b) Definizione dei parametri morfologici quali superficie del bacino sotteso, lunghezza e pendenza dell'asta principale, quota massima, minima e media del bacino, copertura vegetale e uso del suolo;
- c) Definizione dei tempi di corrivazione in base a diverse formule teorico-sperimentali e attribuzione dei valori di riferimento;
- d) Definizione della curva segnalatrice di probabilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno (vedi Capitolo 3);
- e) Analisi dei dati di copertura e vegetazione per la valutazione del coefficiente di deflusso;
- f) Calcolo della portata di massima piena per diversi tempi di ritorno.

### 4.1. IDENTIFICAZIONE DEI SOTTO-BACINI CRITICI

Come anticipato, il sito non presenta particolari complessità dal punto di vista orografico: è infatti caratterizzato da colline di elevazione limitata (massimo 240 m s.l.m.) con pendenze lievi. Di conseguenza, la disposizione degli aerogeneratori non segue alcuna peculiarità morfologica.

Dal DTM che segue si nota appunto la limitata variabilità altimetrica. Inoltre dato che l'area di progetto si trova in prossimità dello spartiacque che separa i bacini idrografici del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle, le superfici scolanti a monte dell'impianto in progetto sono molto ridotte con conseguenti ridotti volumi idrici da gestire dalle opere di regimazione delle acque.



Figura 4-1. DTM - Modello Digitale del Terreno

Attraverso l'analisi della morfologia del territorio si sono individuati i bacini idrografici locali che caratterizzano l'intorno delle opere di progetto. La seguente rappresentazione grafica di tali bacini mostra come le loro superfici siano contenute, come anticipato in precedenza.



Figura 4-2. Identificazione dei bacini idrografici minori

Al fine di dimensionare correttamente le opere idrauliche di progetto è necessario stimare le massime portate convogliate in corrispondenza della viabilità interna all'impianto. Tale stima prevede in primo luogo l'individuazione dei sotto-bacini caratterizzati dall'aver sezioni di chiusura lungo la viabilità di progetto e le maggiori estensioni areali.

I sotto-bacini critici individuati sono di seguito riportati: nella prima immagine viene proposto un inquadramento generale dei bacini critici, mentre nelle immagini successive vengono proposti dei dettagli sui vari tratti di viabilità in progetto e le loro intersezioni con tali bacini.

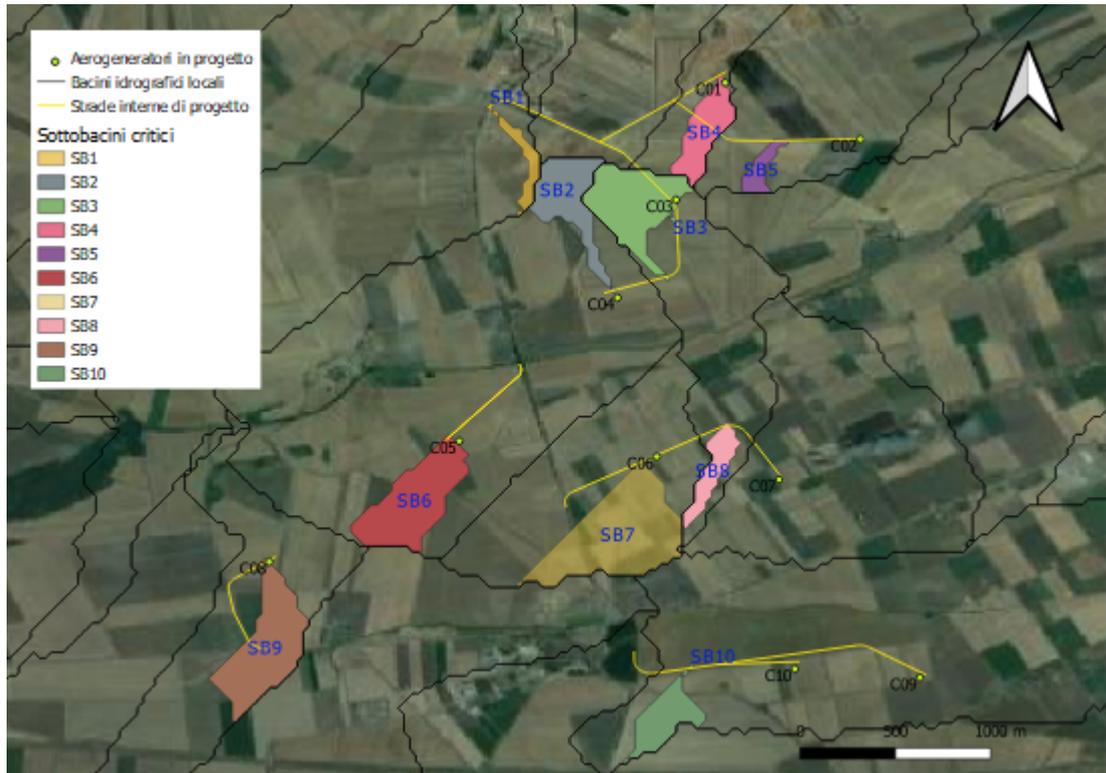


Figura 4-3: Inquadramento dei sottobacini critici nell'area di progetto

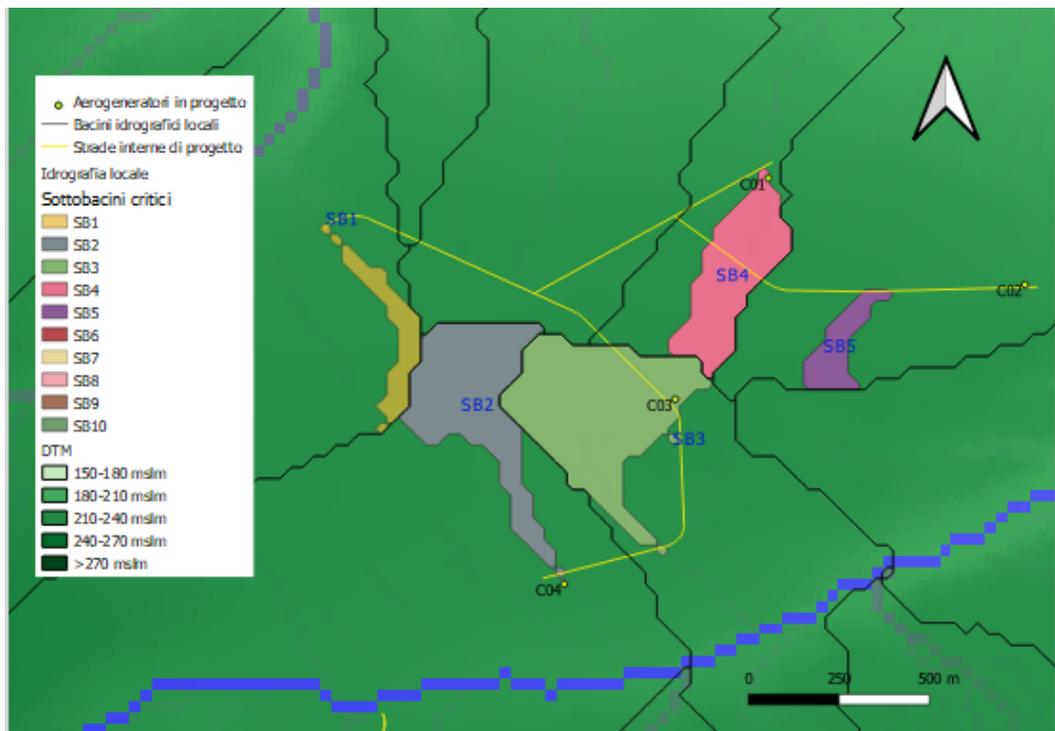


Figura 4-3. Individuazione sotto-bacini nell'area degli aerogeneratori C01-02-03-04

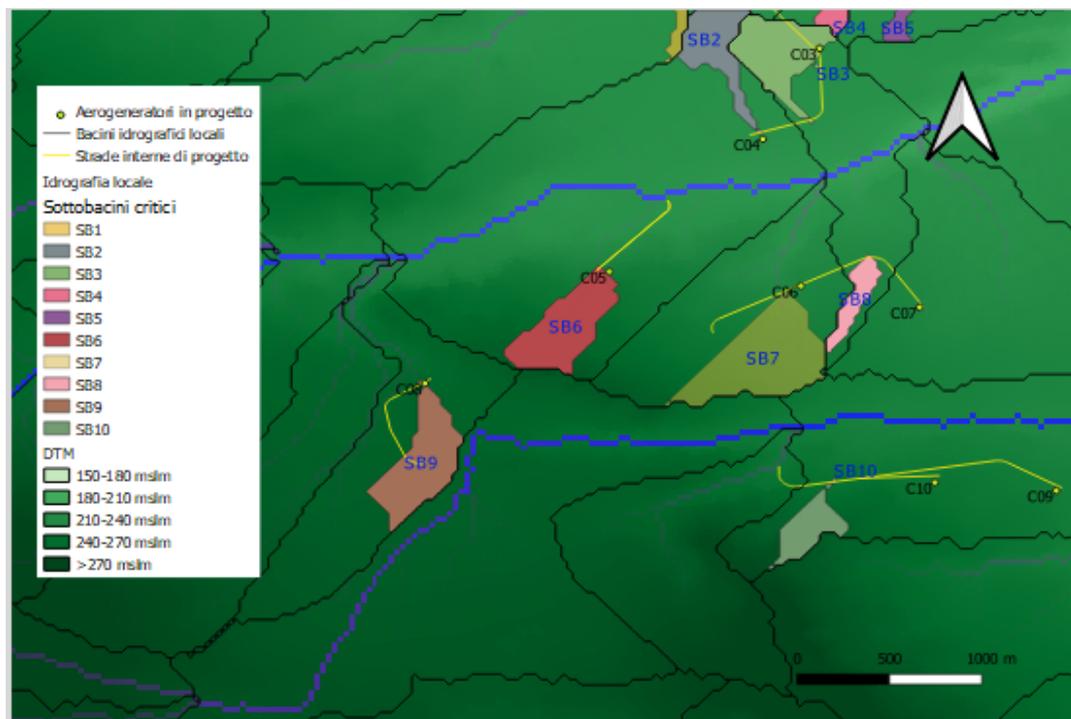


Figura 4-4. Individuazione sotto-bacini nell'area degli aerogeneratori C05-06-07-08-09-10

## 4.2. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

Alla base del metodo razionale di stima delle piene vi sono le seguenti assunzioni:

- La massima piena avviene per precipitazioni meteoriche con durata pari al tempo di corrvazione del bacino;
- Il picco di piena ha il medesimo tempo di ritorno della precipitazione che lo ha generato;
- La formazione delle piene ed il suo trasferimento lungo il reticolo idrografico avviene senza la formazione di invasi significativi;

La portata al colmo di piena è espressa dalla formula:

$$Q = \frac{c \cdot h \cdot A}{3,6 \cdot t_c} \text{ in m}^3/\text{s}$$

dove:

- $c$  rappresenta il coefficiente di deflusso del bacino;
- $h$ , l'altezza di massima pioggia per assegnato tempo di ritorno ed una durata pari al tempo di corrvazione del bacino(mm);
- $A$  è la superficie del bacino (km<sup>2</sup>);
- $t_c$  tempo di corrvazione del bacino (h).

### 4.2.1. TEMPO DI CORRIVAZIONE

La determinazione del valore del tempo di corrvazione per bacini con estensione areale inferiore ai 20 km<sup>2</sup> come nel caso in esame è stata effettuata, in funzione delle caratteristiche fisiografiche dei bacini, mediante le formule di Pezzoli, Viparelli, Ferro e mediante la formula proposta dal VA.PI per la Regione Puglia. Il tempo di corrvazione di progetto è stato poi calcolato facendo riferimento alla formulazione di Ferro, poichè è quella che fornisce risultati maggiormente a favore di sicurezza.

In particolare, tale formulazione fa dipendere il tempo di corrivazione dai seguenti parametri:

$$t_c = 0.02221 * \left(\frac{L}{i^2}\right)^{0.8}$$

Dove  $L$  indica la lunghezza dell'asta principale in metri e  $i$  la pendenza media della stessa.

#### 4.2.2. ALTEZZA DI PIOGGIA

L'altezza di pioggia massima di assegnato tempo di ritorno e durata è ricavabile dalle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica ricavate nella GRE.EEC.R.25.14670.00.042.00 - Relazione idrologica e riportate nel capitolo 3 del presente elaborato. Assegnato un tempo di ritorno di progetto pari a  $T_r = 25$  anni, l'equazione della linea segnalatrice si esprime:

$$h(t, 25) = 48,118 \cdot t^{0,2591}$$

tuttavia, tale equazione ricavata mediante il modello VAPI, trova applicazione per eventi meteorici di durata maggiore ad 1 ora. Nel presente caso, trattandosi di piccoli bacini con brevi tempi di corrivazione, l'equazione di calcolo della precipitazione massima per gli eventi di breve durata si esprime:

$$h(t) = 0,208 \cdot h(1) \cdot t^{0,386} \text{ in cui } t \text{ è espresso in minuti.}$$

Tale espressione, disponibile in letteratura, è stata ricavata analizzando i dati forniti nella Tab. V degli Annali Idrologici, relativi alle precipitazioni di breve durata e notevole intensità (Ferreri G. B. e Ferro V. - 1996 - Rainfall intensity-duration-frequency relationship for South Italy. Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 95).

Infine, andrebbe considerato il fatto che piogge di elevata intensità si concentrano in aree piccole, e che, a parità di durata e tempo di ritorno, l'altezza di precipitazione decresca al crescere dell'area. Per tener conto di tale fenomeno, l'altezza di pioggia stimata andrebbe riscalata secondo un fattore di riduzione areale - ARF. Tuttavia, nel caso in esame, le aree dei bacini sono inferiori ad 1 kmq e pertanto il valore di ARF è assunto pari a 1.

#### 4.2.3. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso relativo a ciascun bacino idrografico di interesse è stimato mediante il metodo del Curve Number, proposto dal Soil Conservation Service (1972), il quale si basa sull'assunzione che il volume specifico (altezza) di pioggia netta (efficace)  $P_{net}$  risulta legato al volume specifico (altezza) di pioggia lorda  $P$  (pioggia effettiva) caduta nel medesimo intervallo temporale dalla relazione:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

nella quale  $S$  è il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizione di saturazione ed  $I_a$  è la cosiddetta perdita iniziale, vale a dire quel valore limite di altezza di pioggia che il terreno può trattenere nella fase iniziale del fenomeno senza che si abbia creazione di deflusso. In mancanza di adeguate osservazioni utili, per la stima di  $I_a$  si può fare ricorso alla seguente relazione:

$$I_a = 0,2 \cdot S$$

che risulta verificata in buona approssimazione.

La valutazione del valore di  $S$  può invece essere ricondotta a quella dell'indice CN (Curve Number), cui esso risulta legato dalla relazione:

$$S = 254 \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

L'indice CN è un numero adimensionale, compreso fra 0 e 100, funzione della permeabilità della litologia superficiale, dell'uso del suolo e del grado di saturazione del terreno prima dell'evento meteorico. Il Soil Conservation Service (SCS) sulla base della capacità di assorbimento del terreno nudo a seguito di prolungato adacquamento, ha classificato i vari tipo di suolo in quattro gruppi (A, B, C, D):

- Gruppo A - Scarsa potenzialità di deflusso: comprende forti spessori di sabbia con scarsissimo limo e argilla; anche forti spessori di ghiaie profonde, molto permeabili.
- Gruppo B - Potenzialità di deflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte degli strati sabbiosi meno spessi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
- Gruppo C - Potenzialità di deflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
- Gruppo D - Potenzialità di deflusso molto elevata: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Per tali gruppi si riportano i valori del parametro CN corrispondenti a diverse tipologie di utilizzo del suolo per condizioni di umidità iniziale medie.

**Tabella 4-1. CN in funzione di uso e tipo del suolo (Soil Conservation Service)**

Tipologia di Uso del Territorio	Tipo idrologico Suolo			
	A	B	C	D
<b>Terreno coltivato</b>				
in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
<b>Terreno a pascolo</b>				
in cattive condizioni	68	79	86	89
in buone condizioni	39	61	74	80
<b>Terreni boscosi o forestati</b>				
in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
<b>Spazi aperti, prati rasati, parchi</b>				
con copertura erbosa superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
con copertura erbosacompreso tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
con copertura erbosa inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
<b>Aree commerciali (area impermeabile 85%)</b>	89	92	94	95
<b>Distretti industriali (area impermeabile 72%)</b>	81	88	91	93
<b>Aree residenziali</b>				
impermeabilità media 65%	77	85	90	92
impermeabilità media 38%	61	75	83	87
impermeabilità media 30%	57	72	81	86
impermeabilità media 25%	54	70	80	85
impermeabilità media 20%	51	68	79	84
impermeabilità media 12%	46	65	77	82
<b>Parcheggi, tetti, autostrade</b>	98	98	98	98
<b>Strade</b>				
pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
con letto in ghiaia	76	85	89	91
battute in terra	72	82	87	89

Al fine di definire il valore di CN per i bacini in studio, le risultanze a seguito del sopralluogo e della *GRE.EEC.R.25.IT.W.14670.00.040.00 - Relazione geologica* mostrano un terreno di tipologia C e un tipo idrologico di suolo classificato come "Terreno coltivato-in presenza di pratiche di conservazione del suolo". Ne consegue un valore di CN pari a 78.

Una volta calcolata la pioggia netta (efficace), il coefficiente di deflusso è pari a:

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

### 4.3. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Di seguito sono riportati i valori di massima piena per tempo di ritorno pari a 25 anni associate ai sotto-bacini identificati come critici in termini di sollecitazione sulle opere di progetto dell'impianto eolico di Cerignola.

**Tabella 4-2. Esiti della valutazione delle piene di progetto.**

Sotto-bacino	A [Km2]	L (m)	i	tc [h]	h (T=25 y, t=tc) [mm]	c (SCS- CN)	Q [m3/s]
SB1	0,07	890	0,002	0,97	48	0,22	0,05
SB2	0,21	1007	0,002	1,13	50	0,23	0,14
SB3	0,30	950	0,002	1,05	49	0,23	0,20
SB4	0,15	728	0,010	0,46	36	0,14	0,06
SB5	0,03	440	0,005	0,42	35	0,13	0,01
SB6	0,32	880	0,036	0,32	31	0,10	0,09
SB7	0,50	790	0,027	0,33	32	0,11	0,15
SB8	0,10	746	0,016	0,38	34	0,12	0,04
SB9	0,33	825	0,008	0,54	38	0,16	0,16
SB10	0,15	784	0,038	0,28	30	0,09	0,04

Tali portate sono alla base del dimensionamento delle tubazioni relative agli attraversamenti in corrispondenza dei punti di scarico al fine di convogliare le acque intercettate a monte della viabilità di progetto in favore degli impluvi esistenti di valle.

## 5. OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA

Al fine di garantire la durabilità di strade e piazzole sarà fondamentale una corretta gestione delle acque meteoriche tramite un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque.

Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati secondo due differenti linee di obiettivi:

- Mantenimento delle condizioni di "equilibrio idrologico-idraulico" preesistenti agli interventi di potenziamento dell'impianto eolico attualmente in esercizio;
- Regimazione e controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità del parco in progetto, attraverso la realizzazione di una adeguata rete drenante, volta a proteggere le infrastrutture del parco eolico.

Le opere di regimazione sono state definite a partire dal DTM – Modello Digitale del Terreno dell'area in esame e dalla riprogettazione della viabilità del parco, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli impluvi interferenti con le opere in progetto e le caratteristiche planimetriche ed altimetriche della nuova viabilità interna all'impianto.

### 5.1. OPERE IDRAULICHE DI PROGETTO

Le opere di regimazione idraulica di progetto presentate in allegato, e illustrate anche nella tavola GRE.EEC.R.25.IT.W.14670.00.053.00 – Tipico opere idrauliche, sono le seguenti.

#### 5.1.1. FOSSI DI GUARDIA

È previsto l'impiego di 4 tipologie di fossi di guardia a seconda delle caratteristiche di portata e pendenza di ciascun tratto stradale. In particolare:

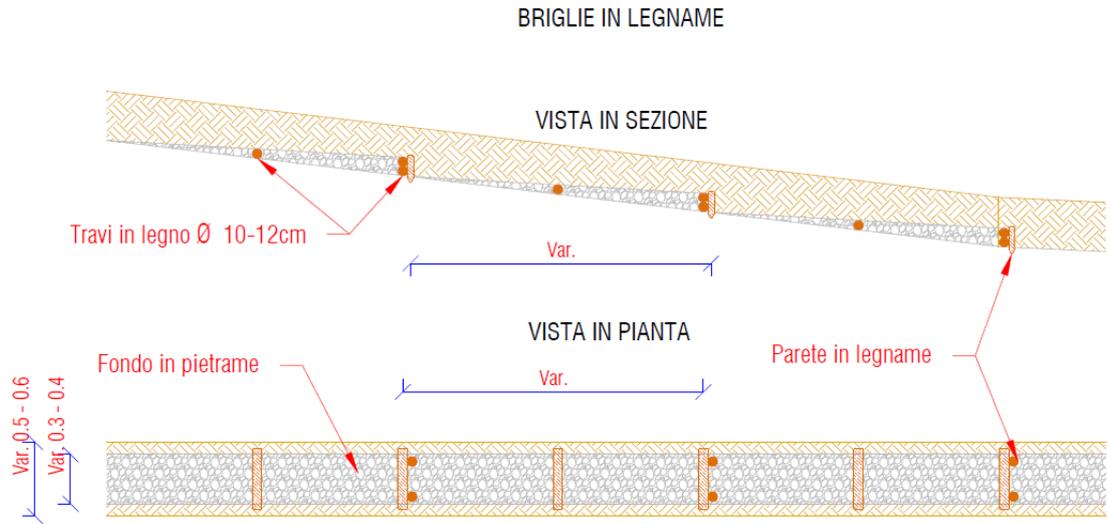
- Fosso di guardia di tipo 1 per  $Q \leq 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $i \leq 6,00\%$ ;
- Fosso di guardia di tipo 1P per  $Q \leq 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $6,00\% < i \leq 11,00\%$ ;
- Fosso di guardia di tipo 2 per  $Q > 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $i \leq 6,00\%$ ;
- Fosso di guardia di tipo 2P per  $Q > 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $6,00\% < i \leq 11,00\%$ .



Figura 5-1. Estratto da tavola di progetto – Fossi di guardia

I fossi di guardia di tipo -P presentano il fondo rivestito in pietrame di media pezzatura in modo da ridurre l'azione erosiva delle acque meteoriche intercettate.

Nei tratti caratterizzati da pendenze superiori all'11%, i fossi di guardia presentano briglie in legname. Tali briglie, poste in opera con una interdistanza variabile in funzione delle caratteristiche del tratto stradale, avranno lo scopo di ridurre la pendenza del fosso di guardia attraverso la naturale deposizione di materiale solido limitando così l'azione erosiva dell'acqua.



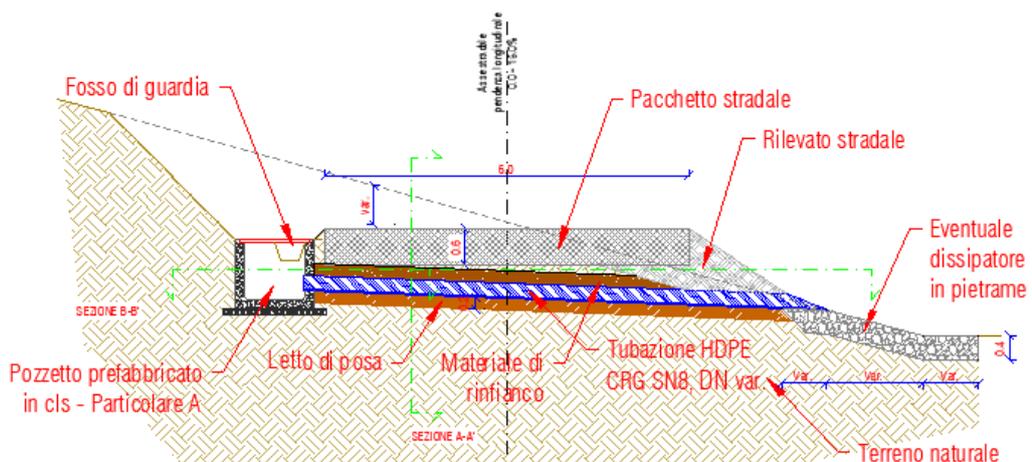
**Figura 5-2. Estratto da tavola di progetto – Briglie**

### 5.1.2. ATTRAVERSAMENTI IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI DI SCARICO

Si tratta di attraversamenti del rilevato stradale resi necessari per lo scarico, presso gli impluvi esistenti, delle acque meteoriche intercettate dai fossi di guardia.

Gli attraversamenti sono realizzati con tubazioni in HDPE corrugato SN8 di diametro variabile e prevedono in ingresso un pozzetto per ispezione e raccordo con il fosso di guardia ed in uscita lo scarico diretto presso gli impluvi esistenti, previa opera di dissipazione in pietrame.

**SEZIONE TIPO ATTRAVERSAMENTO STRADALE**  
Scala 1:50



**Figura 5-3. Estratto da tavola di progetto - Attraversamento stradale di scarico**

Le opere di dissipazione sono poste al termine degli scarichi, in modo tale da ridurre l'energia della corrente idrica reimpressa negli impluvi naturali e limitare quindi l'erosione dei versanti.

Sono previste opere di dissipazione con pietrame di grandi dimensioni, con differente geometria in funzione delle caratteristiche della corrente in uscita e del corpo idrico ricettore.

### 5.1.3. CANALETTE TRASVERSALI

È prevista la posa di canalette in legname trasversali alla viabilità per i tratti con pendenza superiore a 12%. Tali opere hanno lo scopo di limitare la lunghezza del percorso dell'acqua sul piano stradale convogliandola presso i fossi di guardia paralleli ad essa riducendone così il potere erosivo ed il deterioramento della viabilità.

#### CANALETTA DI RACCOLTA TRASVERSALE

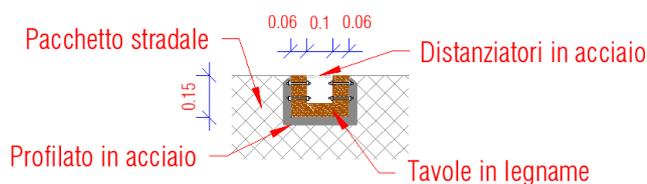


Figura 5-4. Estratto dalla tavola di progetto - Canaletta trasversale

La distanza tra le canalette consecutive deve garantire lo smaltimento del deflusso superficiale prodotto sulla sede stradale, limitare l'erosione del fondo stesso ed evitare la formazione di solchi, ma al contempo garantire una qualità di transito ragionevole. Nel caso in esame, si considera di installare una canaletta ogni 50-60 m ed orientamento di 30° rispetto alla perpendicolare dell'asse stradale, per evitare che le ruote gravino contemporaneamente sul manufatto e per conferire una pendenza trasversale alla canaletta.