

REGIONE SICILIA



REGIONE SICILIA

Comune di PACECO



Comune di TRAPANI



Comune di MARSALA



Provincia di TRAPANI



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DENOMINATO "CE FULGATORE" COSTITUITO DA 9 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 54 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.

Relazione idrologica - idraulica

ELABORATO

RG.02

PROPONENTE:



AEI WIND PROJECT II S.R.L.

P.I. 16809261007
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

AEI WIND PROJECT II S.R.L.

Via Vincenzo Bellini, 22

00198 Roma (RM)

pec: aeiwind-seconda@legalmail.it

CONSULENZA:

Dott. Archeologo Alberto D'Agata

Archeologo di I fascia - Elenco nazionale

Ing. Daniele Cianciolo

Ordine degli ingegneri di Catania 5943 sez. A

Geometra Andrea Giuffrida

Collegio Geometri della Provincia di Catania n. 3337

Dott. ssa Biol. Cardaci Agnese Elena Maria

Albo nazionale dei Biologi - Sezione A AA_081058

Dott.sa Chiara Amato-Collab. Blackbee S.r.l.

Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia 3516 sez. A

Dott. Gaetano Gianino-Professionista incaricato-Ordine dei

Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della Provincia di Siracusa 425

PROGETTISTI:



Via Caduti di Nassiriya 55

70124 Bari (BA)

e-mail: atechsr@libero.it

pec: atechsr@legalmail.it

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Orazio TRICARICO

Ordine ingegneri di Bari n. 4985



Dott. Ing. Alessandro ANTEZZA

Ordine ingegneri di Bari n. 10743



EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
1	GENNAIO 2023	D.C.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	1
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	1
3. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO	2
4. ANALISI IDROLOGICA	4
4.1. Metodo di Gumbel	5
4.2. Metodo TCEV	5
5. VALUTAZIONE INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO	12
5.1. Tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)	13
6. VALUTAZIONE DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA.....	14
7. CONCLUSIONI.....	17



1. PREMESSA

Il presente studio è redatto al fine di definire la compatibilità idraulica per la realizzazione di un impianto eolico costituito da 9 turbine e relative opere di connessione da realizzarsi nei Comuni di Trapani, Marsala e Paceco (TP).

Il presente studio è stato effettuato in ottemperanza alle procedure dettate dal PAI e nel rispetto della disciplina contenuta nel Regio Decreto 523/1904.

Sono stati acquisiti tutti dati necessari e si sono analizzati i risultati della modellazione idraulica per dimostrare la necessità o meno di creare volumi di laminazione al fine di garantire la compatibilità idraulica del sito in esame.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto eolico ricade nei Comuni di Trapani, Marsala e Paceco (TP), tutte fuori dal centro abitato in una zona a vocazione agricola.

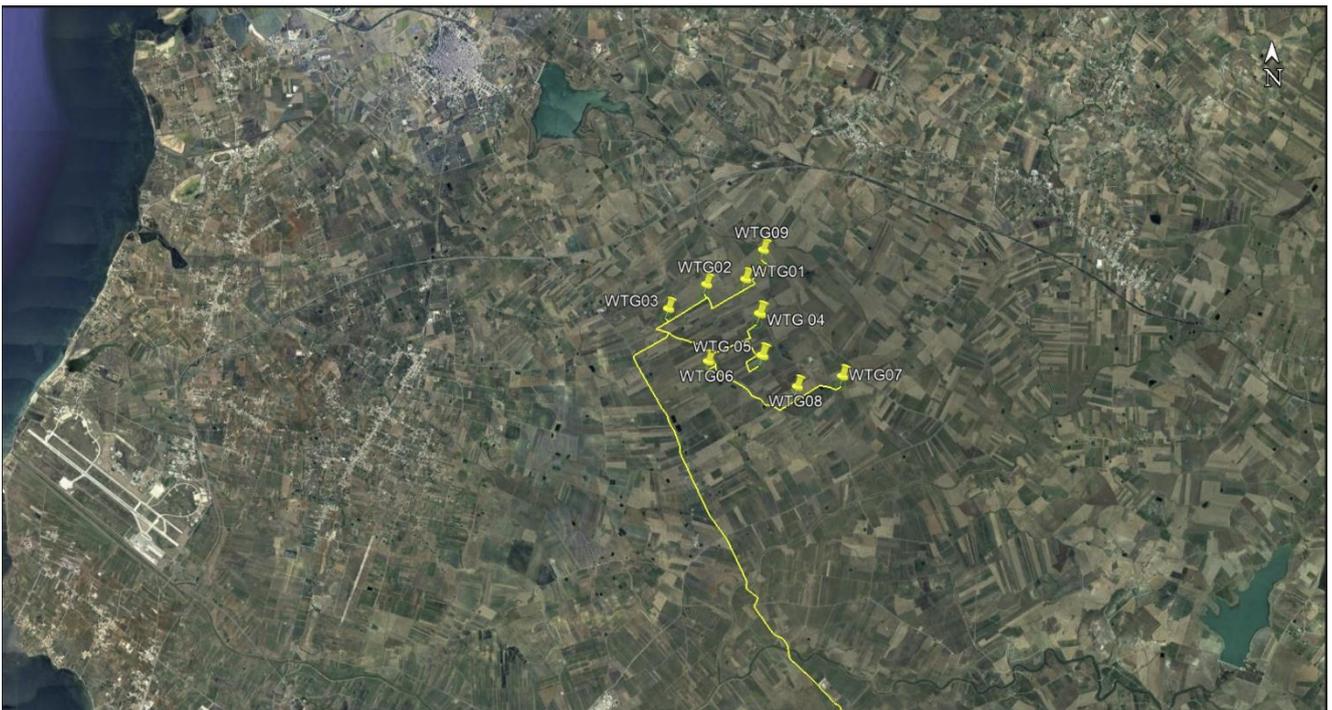


Figura 2.1- Inquadramento territoriale



3. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO IDRAULICO

Si sono analizzate le cartografie relative al Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) al fine di evidenziare eventuali livelli di pericolosità e rischio idraulico in corrispondenza dell'area di impianto.

Di seguito si riportano degli stralci planimetrici delle suddette carte, con la delimitazione del sito in esame all'interno di esse, al fine di individuare eventuali sovrapposizioni con zone soggette a pericolosità o a rischio idraulico.

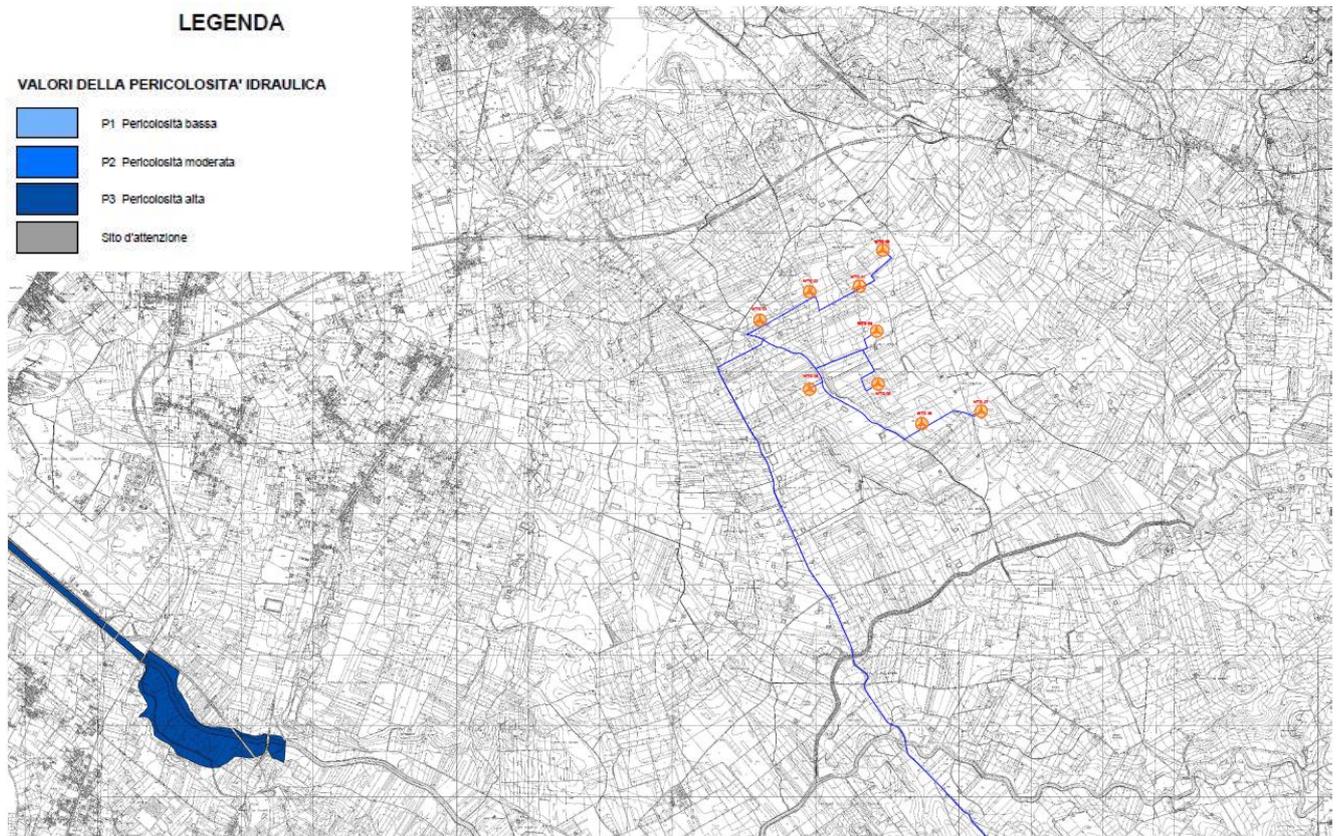


Figura 3.1- Stralci Carta della Pericolosità idraulica



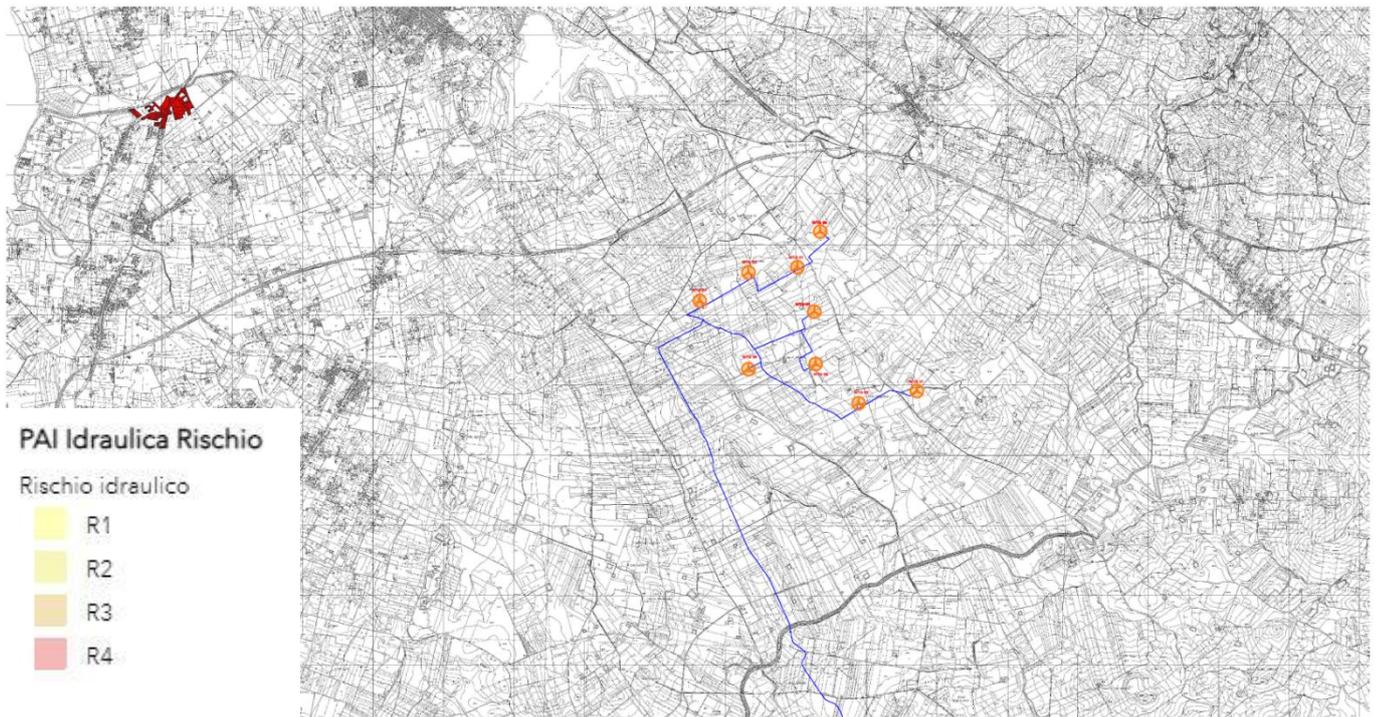


Figura 3.2 - Stralcio Carta del Rischio idraulico

Dalla verifica cartografica si determina, pertanto, la non sussistenza di zone soggette a pericolosità e rischio idraulico in corrispondenza dell'area di impianto oggetto di studio.



4. ANALISI IDROLOGICA

Per la valutazione dei deflussi sulla superficie di scolo in esame è necessario preliminarmente effettuare uno studio degli eventi meteorici caratterizzati da prefissati tempi di ritorno e durata.

I risultati dello studio vengono usualmente sintetizzati nelle curve di probabilità pluviometrica, le quali sono caratterizzate da un valore di probabilità o tempo di ritorno (di seguito indicato con il simbolo T_r ed espresso in anni) e che rappresentano le massime altezze di pioggia (h) espresse in [mm] in funzione della durata dell'evento meteorico (t) espresso in [ore]; proprio per questo motivo esse vengono talvolta riferite come curve altezze-durata-probabilità.

In particolare l'analisi delle piogge ha lo scopo di identificare le curve di possibilità pluviometrica nella consueta forma monomia:

$$h = a t^n$$

A tale scopo, in questo progetto, si fa riferimento alla metodologia suggerita dal CNR-GNDCI a seguito degli studi svolti nel progetto VA.PI. (Valutazione delle Piene) riportati nella pubblicazione: "La valutazione delle piene in Sicilia".

Il progetto VA.PI. esegue l'analisi delle serie storiche delle piogge registrate in tutte le stazioni di misura della regione Sicilia e fornisce delle tavole che permettono di calcolare agevolmente le curve di possibilità climatica.

L'analisi delle piogge presuppone la scelta di una funzione di probabilità che rappresenti la distribuzione tipica della variabile aleatoria in oggetto: la precipitazione massima annua h per eventi di una certa durata t .

La letteratura tecnica classica consiglia di utilizzare allo scopo la funzione doppio esponenziale o "di Gumbel" mentre il VA.PI. sceglie una funzione più complessa chiamata TCEV (Two Component Extreme Value).

Essa consiste sostanzialmente nella somma di due distribuzioni di Gumbel, conseguenza dell'assunzione concettuale secondo cui i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali e un'altra degli eventi eccezionali (outliers), legati a differenti fenomeni meteorologici.



4.1. Metodo di Gumbel

La variabile casuale h_t , massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata oraria viene descritta, nel metodo di Gumbel, dalla funzione di probabilità doppio esponenziale avente la seguente forma:

$$F(h_t) = e^{-e^{-\alpha(h_t-\varepsilon)}}$$

I parametri α ed ε possono essere stimati, sulla base dei campioni a disposizione, sia attraverso il metodo dei momenti sia attraverso il metodo della massima verosimiglianza.

4.2. Metodo TCEV

La funzione di probabilità per la variabile casuale h_t , massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata oraria proposta dal metodo TCEV ha la seguente forma:

$$F(h_t) = e^{-\Lambda_1 e^{\frac{h_t}{\Theta_1}} - \Lambda_2 e^{-\frac{h_t}{\Theta_2}}}$$

e dipende dunque da quattro parametri che sono rispettivamente:

$$\Lambda_1, \Lambda_2, \Theta_1 \text{ e } \Theta_2.$$

Tuttavia ponendo:

$$\theta^* = \frac{\Theta_2}{\Theta_1} \quad \Delta^* = \frac{\Lambda_2}{\Lambda_1 \theta^{*\Theta^*}}$$

Essa diviene:

$$F(h_t) = e^{-\Lambda_1 e^{\frac{h_t}{\Theta_1}} - \Lambda_1 \Delta^* \theta^{*\Theta^*} e^{-\frac{h_t}{\theta^* \Theta_1}}}$$

Ed i parametri da stimare sono $\Delta^*, \theta^*, \Delta_1$ e θ_1



Si osserva che la media della distribuzione può essere così calcolata:

$$\mu_{h_t} = \left[\ln \Lambda_1 + 0.5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda_1^j}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\Theta^*}\right) \right] \Theta_1 = \eta \cdot \Theta_1$$

Dove η dipende dai primi tre parametri.

Se si indica con k il rapporto adimensionale tra la variabile aleatoria h_t e la sua media ($k = \frac{h_t}{\mu_{h_t}}$)

Allora l'espressione della funzione di probabilità diviene:

$$F(k) = e^{-\Lambda_1 e^{-\frac{k}{\Theta^*}} - \Lambda_1 \Lambda_1^{1/\Theta^*} e^{-\frac{k}{\Theta^*}}}$$

Ed i parametri da determinare sono Λ^* , Θ^* , Λ_1 e μ_{h_t}

Rispetto al metodo di Gumbel, dunque, raddoppiano i parametri da identificare. La loro stima sulla base di una sola serie storica risulta spesso inattendibile per il ridotto numero di campioni a disposizione.

Per contro la funzione si presta ad essere specificata nei suoi parametri a diversi livelli di omogeneità regionale utilizzando contemporaneamente più serie storiche.

Il VAPI ha analizzato i dati della rete pluviografica siciliana gestita dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) di Palermo. Essa risulta composta da 172 stazioni di misura con almeno 10 anni di osservazione, con una densità media di una stazione per 150 km².

Ciò ha permesso di stimare i parametri secondo vari livelli di regionalizzazione. I parametri Λ^* e Θ^* da cui dipende il coefficiente di simmetria della curva possono essere ritenuti costanti su tutta la Sicilia (regione omogenea), mentre il parametro Λ_1 è stato stimato costante entro tre zone omogenee che corrispondono sommariamente ai tre "corni" della Sicilia.



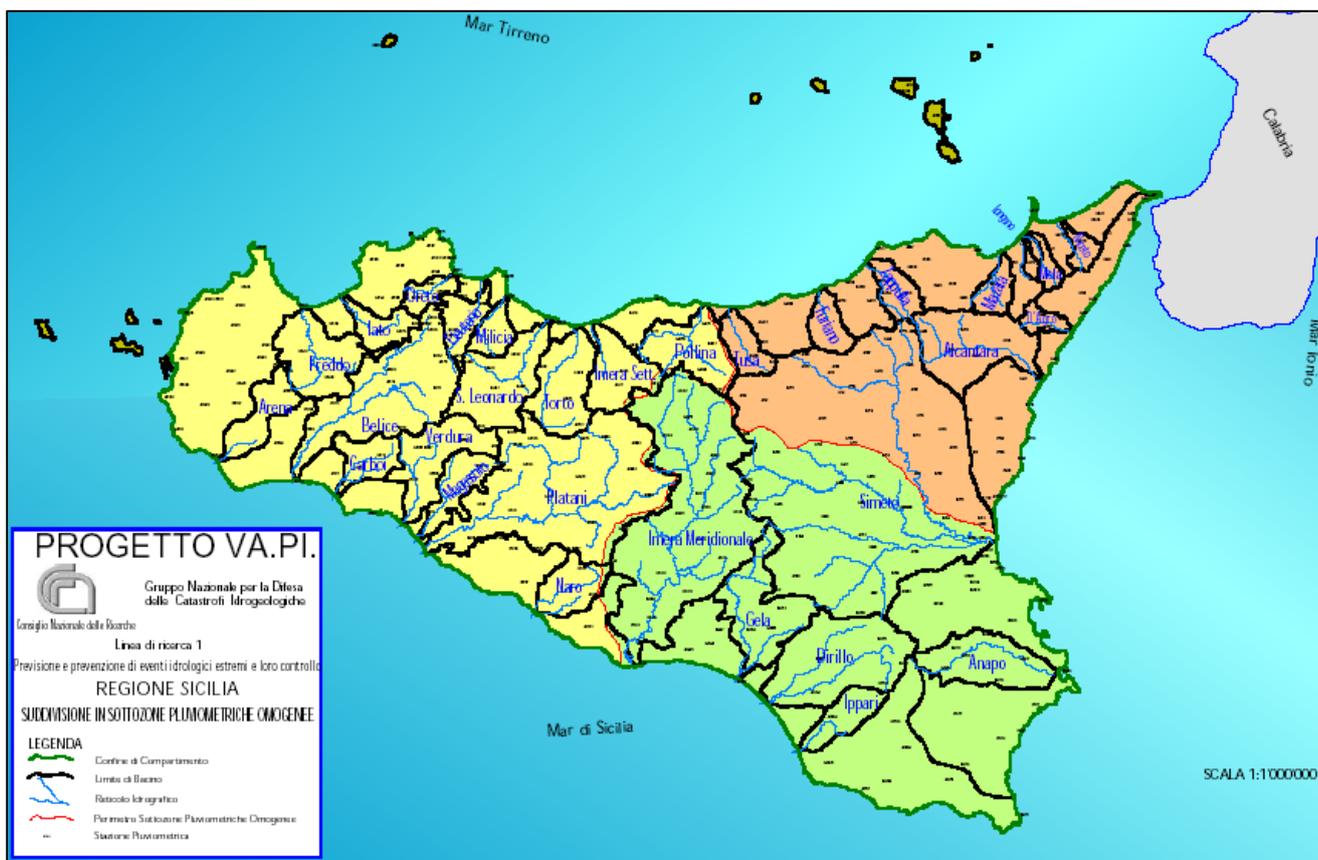


Figura 4.2.1- Suddivisione in sottozone pluviometriche omogenee: A (giallo), B (arancio), C (verde).

Per piogge di durata giornaliera i valori calcolati dal VAPI sono:

Sottozona	Λ^*	Θ^*	Λ_1	$\eta(\Lambda^*, \Theta^*, \Lambda_1)$
A	0.455	2.632	12	4.001
B			16	4.288
C			23	4.651

Per piogge di durata oraria, invece, si osserva che i parametri hanno una certa dipendenza dalla durata stessa secondo le seguenti leggi:



Sottozona	Λ^*	Θ	Λ_1	$\eta(\Lambda^*, \Theta^*, \Lambda_1)$
A	$0.175 t^{0.301}$	$1.95+0.0284 t$	$14.55 t^{0.2419}$	Da calcolare per ogni caso.
B			$12.40 t^{0.1802}$	
C			$11.96 t^{0.0960}$	

L'ultimo parametro che definisce compiutamente la funzione di probabilità TCEV è μ_{ht} . Esso può essere stimato come media aritmetica della serie storica di pari durata t della stazione di misura più vicina. Tuttavia il VA.PI. fornisce una tavola della Sicilia con le linee di iso- μ_{h1} ossia dei valori medi per piogge della durata di un'ora.

Per le altre durate il valore medio è direttamente calcolato tramite la relazione:

$$\mu_{h_t} = \mu_{h_1} t^n$$

che segue dall'aver applicato l'operatore di media alla formula dell'equazione di possibilità pluviometrica.

Anche i valori di n sono forniti dal VA.PI. secondo una apposita tavola, per tutto il territorio siciliano.

Una volta nota la distribuzione di probabilità della variabile aleatoria ht (ovvero k) il problema tipico è quello di conoscere il valore della variabile, assegnato il tempo di ritorno (Tr) dell'evento.

Il tempo di ritorno Tr è legato alla probabilità cumulata di non superamento secondo la relazione:

$$T_r = \frac{1}{1 - F(k)}$$

tuttavia non è possibile esplicitare analiticamente k , se non in forma approssimata.

Il VAPI, tenuto conto della dipendenza dei parametri da t , suggerisce le seguenti approssimazioni per $k(Tr)$:

Zona	$K_T(t, Tr)$ per piogge orarie
A	$0.5391 - 0.001635 \cdot t + (0.0002212 \cdot t^2 + 0.00117 \cdot t + 0.9966) \cdot \log(Tr)$
B	$0.5135 - 0.002264 \cdot t + (0.0000198 \cdot t^2 + 0.00329 \cdot t + 1.0508) \cdot \log(Tr)$
C	$0.5015 - 0.003516 \cdot t + (0.0003720 \cdot t^2 + 0.00102 \cdot t + 1.0101) \cdot \log(Tr)$



$k(T_r)$ è spesso indicato come K_T e viene chiamato fattore di crescita perché esprime il rapporto tra un valore indice della variabile precipitazione, in questo caso la media, ed il valore effettivo crescente con il tempo di ritorno.

Le espressioni per $K_T(t, T_r)$ valgono solo per $t > 1$ ora.

Osservando che il bacino interessato dal progetto appartiene alla sottozona omogenea A, si possono definire le curve di possibilità pluviometrica secondo le seguenti leggi.

Per ognuna delle sottozone di cui alla figura precedente è stata individuata una legge, detta curva di crescita, che fornisce la variabile adimensionale $X = X_T(t)$.

Nel caso in esame, il bacino ricade nella sottozona C, per la quale la legge della curva di crescita assume la seguente forma:

$$X_T(t) = 0.5391 - 0.001635 t + (0.0002212 t^2 + 0.00117 t + 0.9966) \log T \quad T \geq 10 \text{ anni}$$

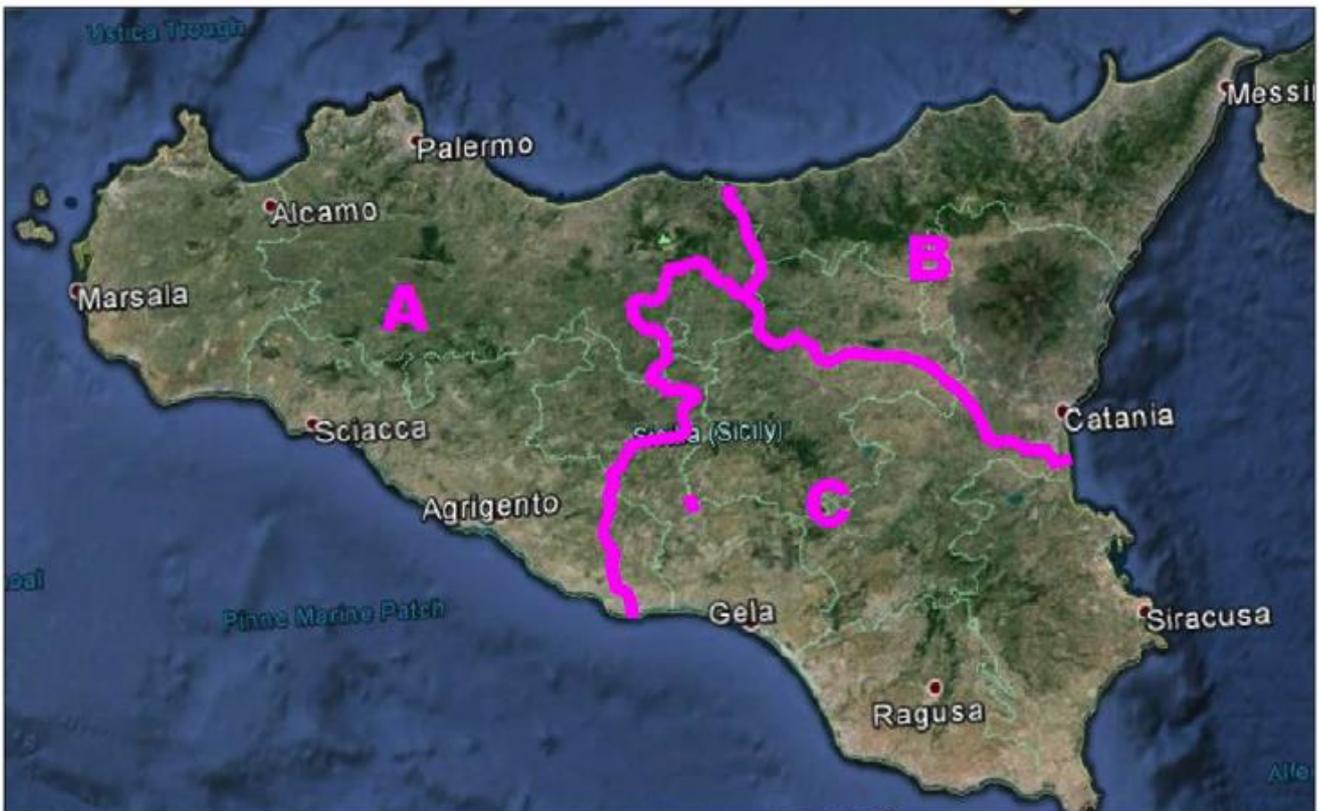


Figura 4.2.2- Individuazione della sottozona di appartenenza (Sottozona A).



Per passare dalla relazione di cui sopra alla curva di probabilità pluviometrica $h = h(t)$ in forma completa, si applica la seguente relazione:

$$h = h(t) = X_T(t) \cdot a \cdot t^n \quad (\text{mm})$$

codice	Stazione	Bacino di appartenenza	a	n
56	La China	Birgi	27,8	0,2079
57	S. Giorgio	Birgi	20,2	0,2469
58	Borgo Fazio	Birgi	23,6	0,2145
59	Birgi Nuovo	Birgi	29,1	0,2398
60	Ciaulo	Mazaro	33,4	0,1463
61	Marsala	Mazaro	30,4	0,2325
62	Mazzara del Vallo	tra Mazaro e Arena	29,5	0,2421
63	Partanna	Modione	26,7	0,2927
64	Castelvetrano	Modione	24,7	0,2596
65	Piana degli Albanesi	Belice	21,7	0,4126
66	Casa Dingoli	Belice	25,7	0,4020
67	S. Cristina Gela	Belice	24,5	0,3835
68	Piana dei Greci M.	Belice	22,4	0,3940
69	Piana dei Greci P.	Belice	24,4	0,4398
70	Tagliavia	Belice	23,8	0,1873
71	Corleone	Belice	20,8	0,2980
72	Roccamena	Belice	19,6	0,2938
73	Gibellina	Belice	21,8	0,2584
74	Montevago	Belice	34,6	0,2441
75	S. Margherita Belice	Belice	25,5	0,2296
76	Sciacca	tra Carboi e Verdura	28,3	0,2694
77	Caltabellotta	tra Carboi e Verdura	30,4	0,2777
78	Arancio	Carboi	26,4	0,2115
79	Piano del Leone	Verdura	25,2	0,3369
80	Palazzo Adriano	Verdura	26,9	0,3616
81	Chiusa Sclafani	Verdura	28,8	0,3318
82	Burgio	Verdura	29,5	0,2667
83	S. Stefano di Quisquina	Magazzolo	27,6	0,4230
84	Bivona	Magazzolo	25,8	0,3218
85	Lercara Friddi	Platani	20,6	0,3083
86	Le Piane	Platani	27,3	0,3046
87	Carcaciotto	Platani	29,0	0,2347
88	Platani (diga)	Platani	24,5	0,3403
89	Castronovo di Sicilia	Platani	23,5	0,3708
90	Casteltermini	Platani	22,0	0,3118
91	S. Caterina Villarmosa	Platani	25,6	0,2518
92	Valledolmo	Platani	24,6	0,2955
93	Marianopoli	Platani	28,9	0,3359
94	Mussomeli	Platani	19,2	0,3154
95	S. Biagio Platani	Platani	28,7	0,2808
96	Agrigento	Platani	30,3	0,2485
97	Palma di Montechiaro	S. Leone	23,7	0,2465
98	Petralia Sottana	Palma	23,6	0,3674
99	Capodarso	Imera Meridionale	32,2	0,1771
100	Enna	Imera Meridionale	30,6	0,4012
101	Villadoro	Imera Meridionale	25,9	0,3146
102	Villarosa	Imera Meridionale	26,6	0,2875
103	Caltanissetta (G. Civile)	Imera Meridionale	28,1	0,2588
104	Pietraperzia	Imera Meridionale	33,4	0,2100
105	Sommatino	Imera Meridionale	26,2	0,3021
106	Riesi	Imera Meridionale	28,4	0,2395
107	Ravanusa	Imera Meridionale	36,0	0,2050
108	Mangiaricotta	Imera Meridionale	25,4	0,2356
109	Deliella	Imera Meridionale	36,5	0,2210
110	Desusino	Imera Meridionale	31,9	0,2573
111	Mazzarino	Imera Meridionale	25,9	0,3054
112	Comunelli (diga)	Comunelli	30,1	0,1985
113	Gela	tra Comunelli e Gela	29,8	0,1845
114	Piazza Armerina	Gela	27,7	0,3346
115	Diga Disueri	Gela	15,9	0,3217
116	Monterosso	Acate	27,1	0,2715
117	Licodia Eubea	Acate	28,6	0,2411
118	Vizzini	Acate	21,0	0,2983
119	Vittoria	Ippari	29,9	0,2345
120	Ragusa	Irmínio	28,0	0,3213
121	Modica	Scicli	25,2	0,3232
122	Castelluccio	Tellaro	38,7	0,2956
123	Noto	Noto	32,5	0,3423
124	Melilli	Anapo	30,8	0,3305
125	Palazzolo Acreide	Anapo	27,6	0,3587
126	Presa S. Nicola	Anapo	29,7	0,4174
127	Siracusa	Anapo	32,3	0,2909
128	Augusta	Anapo	38,9	0,2975
129	Carlentini	Lentini	27,2	0,4573
130	Lentini città	Lentini	32,4	0,3698
131	Lentini bonifica	Lentini	38,3	0,3644
132	Maniaci	Simeto	17,6	0,2845
133	Buffali	Simeto	27,1	0,3123

Figura 4.2.3- Valori delle costanti a e n per le stazioni pluviografiche siciliane.



Per l'area in esame, si prende in considerazione come stazione più vicina quella di Marsala.

Si individuano quindi i seguenti valori di a ed n :

- $a = 30.4$
- $n = 0.2325$

Il grafico di seguito riporta l'andamento delle curve di probabilità pluviometrica.

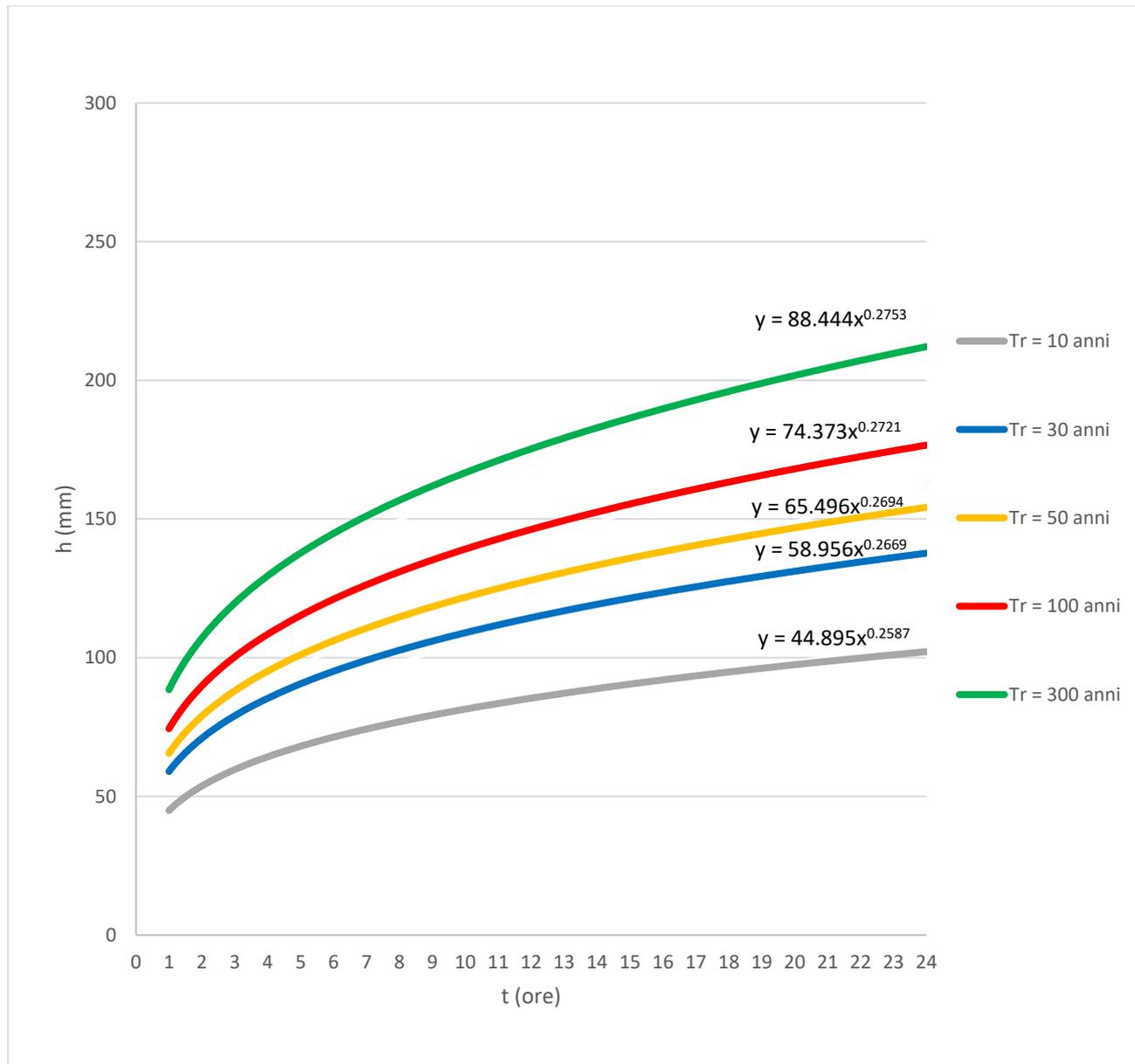


Figura 4.2.4- Curve di probabilità pluviometrica (Stazione di Marsala)



5. VALUTAZIONE INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Il cavidotto che collega le turbine eoliche lungo il suo percorso corre su strade esistenti, pertanto tutte le interferenze con il reticolo idrografico non sussistono in quanto le strade stesse sono già munite di attraversamenti idraulici atti a garantire la continuità del deflusso idrico verso valle.

Nella successiva figura si riporta uno stralcio della CTR con individuazione delle curve di livello e degli archi idrici presenti nell'area in esame.

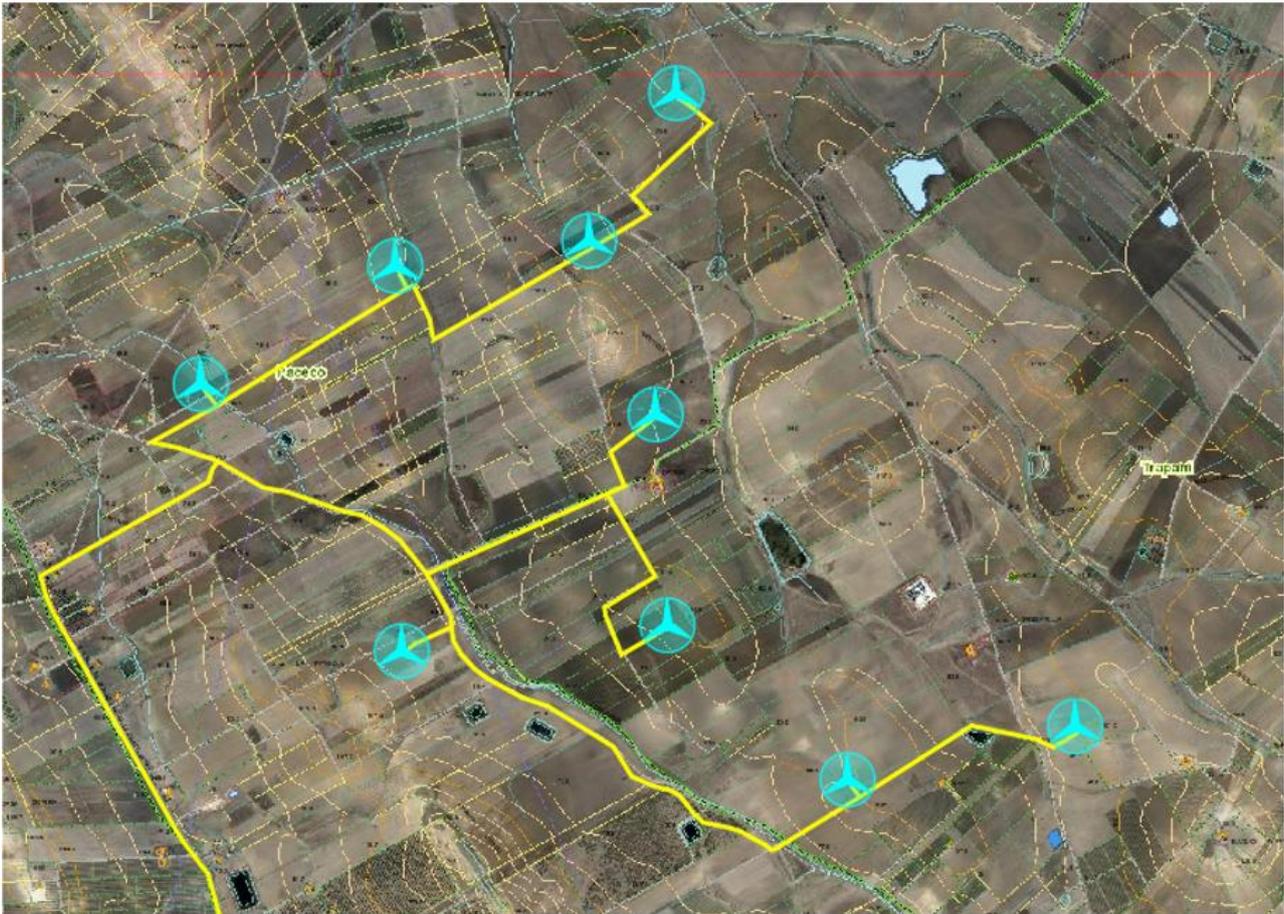


Figura 5.1 – Layout di impianto su CTR e reticolo idrografico

In ogni caso, tutte le intersezioni che non risulta possibile gestire su strada esistente verranno risolte con la trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) ad una profondità minima di 2,0 m rispetto al fondo alveo, in maniera da non interferire minimamente sia con il deflusso superficiale che con gli eventuali scorrimenti in subalvea. In fase esecutiva si procederà con indagini in loco al fine di verificare la presenza di altri eventuali sotto-servizi rispetto a quelli già rilevati e riportati nell'allegato PD43 allegato al progetto. Si invita pertanto alla consultazione del suddetto elaborato per la visualizzazione delle interferenze riscontrate.



5.1. Tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)

La scelta della tecnica della trivellazione orizzontale controllata permette di evitare interferenze sul regime idraulico e di limitare l'impatto ambientale.

Questa tecnica consente di posare linee di servizio sotto ostacoli quali strade, fiumi e torrenti, edifici e autostrade, con bassissimo impatto sulla superficie.

Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare il percorso della trivellazione e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

L'esecuzione della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) consta essenzialmente di due fasi di lavoro:

- In una prima fase, dopo aver piazzato la macchina perforatrice, si realizza un foro pilota infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste che guidate opportunamente dalla testa, crea un percorso sotterraneo che va da un pozzetto di partenza a quello di arrivo;
- nella seconda fase si prevede che il recupero delle aste venga sfruttato per portarsi dietro un alesatore che, opportunamente avvitato al posto della testa, ruotando con le aste genera il foro del diametro voluto ($\varphi = 200 \div 500\text{mm}$). Insieme all'alesatore, o successivamente, vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto.

Infine si effettuerà il riempimento delle tubazioni con bentonite.

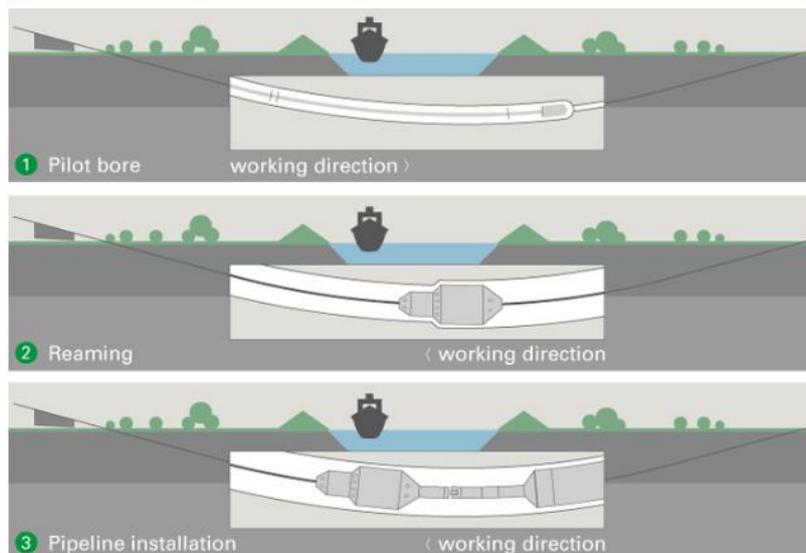


Figura 5.1.1 – Fasi di realizzazione della T.O.C.



6. VALUTAZIONE DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA

Relativamente alla valutazione del "Principio dell'invarianza idraulica" in corrispondenza del sito interessato dall'impianto, come previsto dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, si effettua un'analisi di raffronto con stimato valore del coefficiente di deflusso sia nella fase dello stato di fatto, che nella previsione progettuale futura.

Nello specifico si è fatto riferimento al Decreto della Regione Sicilia, D.D.G. n.102 del 23/06/2021 – Allegato 2 – Indirizzi tecnici per la progettazione di misure di invarianza idraulica e idrologica.

In via cautelativa, per lo stato ante operam, si prende in considerazione il seguente coefficiente di deflusso ϕ , riportato nel suddetto DDG:

- Incolto e uso agricolo $\phi = 0$

Invece, per il calcolo dei diversi coefficienti di deflusso post operam, si è utilizzata da letteratura la tabella di seguito riportata.

Tabella 6.I– Valori del coefficiente di deflusso. Allegato 1 della legge regionale 29 aprile 2015, n.11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque) del Friuli–Venezia Giulia.

Uso del suolo	ϕ
Tetti a falde	0.90-1.00
Tetti metallici	0.90-1.00
Tetti a tegole	0.80-0.90
Tetti piani con rivestimento in cls	0.70-0.80
Tetti piani ricoperti di terra	0.30-0.40
Coperture piane con ghiaietto	0.80-0.90
Coperture piane seminate ad erba	0.20-0.30
Rivestimenti bituminosi	0.90-1.00
Pavimentazioni asfaltate	0.80-0.90
Pavimentazioni con asfalto poroso	0.40-0.50
Massicciata in strade ordinarie	0.40-0.80
Pavimentazioni di pietra o mattonelle	0.80-0.90
Lastricature miste, clinker, piastrelle	0.70-0.80
Lastricature medio-grandi con fughe aperte	0.60-0.70
Strade e marciapiedi	0.80-0.90
Superfici semi-permeabili	0.60-0.70
Strade in terra	0.40-0.60
Rivestimenti drenanti, superfici a ghiaietto	0.40-0.50
Viali e superfici inghiaiate	0.20-0.60
Zone con ghiaia non compressa	0.10-0.30
Superfici boscate	0.10-0.30
Superfici di giardini e cimiteri	0.10-0.30
Prati di campi sportivi	0.10-0.20
Terreni coltivati	0.20-0.60
Terreni incolti, sterrati non compatti	0.20-0.30
Prati, pascoli	0.10-0.50



Il coefficiente di deflusso dell'intera area di interesse è stato calcolato come media pesata dei coefficienti di deflusso delle aree omogenee costituenti il bacino analizzato:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i A_i}{A_{tot}}$$

Dove φ_i sono i coefficienti di deflusso delle aree elementari omogenee A_i .

La valutazione del coefficiente di deflusso si è svolta per le condizioni *ante* e *post operam*.

Con riferimento alla Tabella 6.I, come detto si è attribuito a queste aree un coefficiente di deflusso pari a 0 corrispondente al valore cautelativo tabellato per terreno incolto e uso agricolo.

Le informazioni appena illustrate relative all'area di progetto nella condizione *ante operam* vengono sintetizzate in Tabella 6.II. Nello specifico come area di intervento si è inteso il bacino che circoscrive tutta l'area in cui è prevista la realizzazione delle opere in progetto.

Tabella 6.II- Condizioni ante-operam

Utilizzo suolo Ante-Operam			
	Area [ha]	Coeff. Deflusso ϕ	Note
Area di intervento	400	0	Valore incolto e uso agricolo riportato in Allegato 2 del DDG 102 del 23/06/2021
Media ponderata		Totale ϕ 0,00	

In condizioni *post operam*, invece, si avrà una **variazione dell'uso del suolo** del lotto per effetto della realizzazione dell'impianto in progetto. In particolare, le superfici avranno la destinazione d'uso riportata in Tabella 6.III, in accordo a quanto indicato negli elaborati progettuali. Per ciascuna di queste superfici, **facendo riferimento alla Tabella 6.I**, si è individuato il pertinente coefficiente di deflusso.



Tabella 6.III- Condizioni post-operam.

Utilizzo suolo Post-Operam			
	Area [ha]	Coeff. Deflusso ϕ	Note
Area oggetto di studio	400		
Area fondazione	0.496	1.00	Superficie perfettamente impermeabile
Superficie piazzole di progetto	0.435	1.00	Superficie perfettamente impermeabile
Superficie viabilità	42.569	0.60	Valore cautelativo superfici inghiaiate
Aree libere da interventi	356.50	0.00	Valore ante operam
Media ponderata		Totale ϕ	
		0.066	

Si evidenzia, dunque, che la realizzazione dell'impianto comporta una variazione del tutto trascurabile tra il coefficiente di deflusso ante e quello post operam.

Risulta pertanto rispettato il principio di invarianza idraulica del sito oggetto di studio.



7. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato redatto al fine di valutare la compatibilità idrologica ed idraulica relativa al progetto per la realizzazione di un impianto eolico costituito da 9 turbine e relative opere di connessione da realizzarsi nei Comuni di Trapani, Marsala e Paceco (TP).

Dai risultati desunti nel presente studio di compatibilità idrologica ed idraulica si è potuto rilevare come le opere in progetto ricadono in un'area esente da zone a pericolosità e rischio geomorfologico e idraulico.

Inoltre, nell'area analizzata non sono presenti dei veri e propri corsi d'acqua tali da dover verificare le portate per i differenti tempi di ritorno, in quanto quelli presenti risultano essere degli archi idrici costituiti da lievi incisioni naturali sul terreno con dei piccoli bacini idrici di pertinenza, proprio per la morfologia molto irregolare del territorio che non consente un accumulo di volumi significativi.

Le opere previste pertanto, oltre a non essere interessate dagli eventi di piena, non comporteranno alcuna modifica dell'orografia del terreno e nessuna variazione del livello di sicurezza delle aree adiacenti.

Più specificatamente, considerata la lieve entità delle portate e la destinazione d'uso del terreno posto nelle vicinanze dell'area limitrofa agli aerogeneratori, si può certamente affermare che il passaggio delle portate non determina situazioni di pericolo per l'area circostante e per le opere in progetto.

Infine, si è effettuata una verifica per la valutazione del principio di invarianza idraulica in ottemperanza del D.D.G. n.102 del 23/06/2021, e secondo il DPCM del 7 Marzo 2019 con specifico riferimento alle norme di attuazione del Piano di Gestione Rischio Alluvioni. Dall'analisi si è ottenuta una variazione del tutto trascurabile tra il coefficiente di deflusso ante e quello post operam.

Risulta pertanto rispettato il principio di invarianza idraulica del sito oggetto di studio.

L'opera in progetto risulta pertanto compatibile con le finalità del Piano di Assetto Idrogeologico, garantendo altresì la sicurezza idraulica dell'area.

