

Selva Wind Srl

Parco Eolico Selva Wind sito nel Comune Enna

Relazione idrologica

Dicembre 2022



Committente:

Selva Wind Srl

Selva Wind Srl

Via Sardegna, 40

00187 Roma

selvawindsrl@cert.studiopirola.com

Titolo del Progetto:

Parco Eolico Selva Wind sito nel Comune di Enna

Documento:

Relazione idrologica

N° Documento:

IT-VesSEL-BFP-GEO-TR-004

Progettista:



Via Degli Arredatori, 8
70026 Modugno (BA) - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO

ing. Giulia CARELLA

ing. Tommaso MANCINI

ing. Fabio MASTROSERIO

ing. Martino LAPENNA

ing. Alessia NASCENTE

ing. Mariano MARSEGLIA

ing. Giuseppe Federico ZINGARELLI

ing. Dionisio STAFFIERI

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	15/12/2022	Emissione	Nascente	Miglionico	Pomponio

INDICE

1. PREMESSA	2
1.1 Descrizione dell'intervento	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	9
4. STUDIO IDROLOGICO	15
4.1 Analisi morfologica	15
4.2 Analisi pluviometrica	16
4.3 Modello afflussi-deflussi	21
5. CONCLUSIONI	24

1. PREMESSA

La presente relazione descrive le opere relative al progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica proposto dalla società **Selva Wind S.r.l.**

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 11 aerogeneratori, del tipo Vestas V162 – 7,2 MW con rotore pari a 162 m e altezza al tip di 200 m, ciascuno di potenza nominale pari a 7,2 MW, per una potenza complessiva di 79,2 MW, da realizzarsi nei comuni di Enna (EN) e Piazza Armerina (EN), in cui insistono gli aerogeneratori e le relative opere di connessione che attraversano anche il territorio di Valguarnera Caropepe (EN), per il collegamento alla futura Stazione Elettrica Terna, mediante rete elettrica interrata a 36 kV.

1.1 Descrizione dell'intervento

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 11 aerogeneratori, del tipo Vestas V162 – 7,2 MW, ciascuno di potenza nominale pari a 7,2 MW, per una potenza complessiva di 79,2 MW.

Il parco eolico di progetto è previsto nell'area situata a sud del territorio comunale di Enna (EN) e a nord-ovest del territorio comunale di Piazza Armerina (EN), ad una distanza minima dai centri abitati rispettivamente di circa 8,5 km.

I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessano una superficie molto vasta, ma la quantità di suolo effettivamente occupato sarà significativamente inferiore e limitato alle aree di piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto.

L'area di progetto, intesa come quella occupata dagli 11 aerogeneratori di progetto con annesse piazzole, interessa il territorio comunale di Enna (EN), censito al NCT ai fogli di mappa nn. 243, 244, 246, 250, 212, 213, 251, 257. La Cabina utente, ubicata nei pressi del punto di connessione presso la stazione TERNA, interessa il territorio comunale di Enna (EN) censito al NCT al foglio di mappa n. 93.

I cavidotti AT di connessione tra gli aerogeneratori interessano il territorio comunale di Enna (EN), censito ai fogli di mappa nn. 243, 244, 246, 249, 250, 211, 212, 213, 251, 254, 255, 256, 257.

Il cavidotto AT di connessione tra l'ultimo aerogeneratore e la Cabina Utente interessa il territorio comunale di Enna (EN) censito ai fogli di mappa nn. 256, 215, 219, 218, 217, 184, 108, 96, 100, 98, 93; il territorio comunale di Piazza Armerina (EN) censito ai fogli di mappa nn. 11, 12, 13, 14; il territorio comunale di Valguarnera Caropepe censito ai fogli di mappa nn. 4, 7, 5, 3.

Il cavidotto AT di connessione tra la Cabina Utente e la Stazione Elettrica Terna si estende per circa 561 m, sviluppandosi all'interno del territorio del Comune di Enna (EN) censito ai fogli di mappa nn.98, 92, 93.

Dal punto di vista cartografico, le opere di progetto ricadono nelle seguenti tavolette e fogli di mappa:

- Foglio I.G.M. scala 1:50.000 – Tavole nn. 631 e 632
- CTR scala 1:10.000 – Tavolette nn. 631110, 631120, 632090, 632050.

Di seguito, si riporta la tabella riepilogativa in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate (WGS84 – UTM zone 33N) e le particelle catastali, con riferimento al catasto dei terreni del Comune di Enna.

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE N	LONGITUDINE E	EST (X)	NORD (Y)	Comune	foglio	p.lla
1	37°28'36.88"	14°17'25.68"	437265	4148016	Enna	212	33
2	37°28'22.21"	14°17'18.01"	437073	4147565	Enna	250	474
3	37°27'37.63"	14°17'2.57"	436683	4146195	Enna	250	175
4	37°27'31.58"	14°17'40.85"	437622	4146001	Enna	251	245-465
5	37°27'10.27"	14°17'4.89"	436734	4145351	Enna	250	48
6	37°28'52.64"	14°17'53.61"	437954	4148497	Enna	213	34
7	37°27'5.82"	14°13'31.69"	431495	4145255	Enna	243	89
8	37°27'33.46"	14°19'19.12"	440037	4146041	Enna	257	155
9	37°27'26.06"	14°13'54.29"	432055	4145874	Enna	244	1
10	37°27'45.44"	14°14'1.88"	432246	4146470	Enna	244	1
11	37°27'41.47"	14°15'32.83"	434479	4146330	Enna	246	36

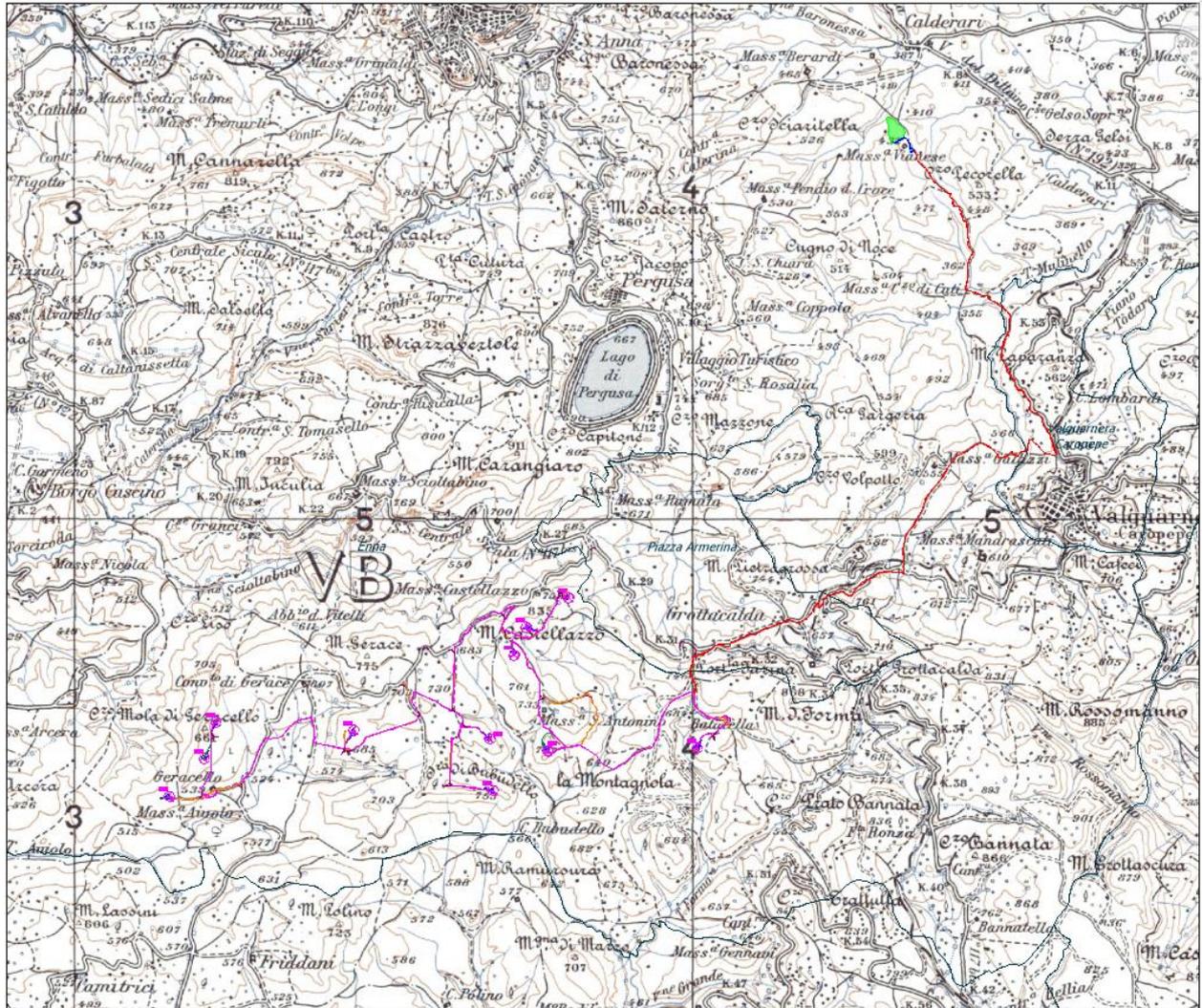


Figura 1: Ubicazione su IGM dell'area di impianto e delle opere di connessione



Figura 2: Dettaglio dell'area di impianto su ortofoto

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) costituisce, ai sensi dell'art. 67 del D. Lgs. 152/2006, uno stralcio tematico e funzionale del Piano di Bacino Distrettuale, previsto dall'art. 65 dello stesso decreto. Il P.A.I. definisce lo scenario di riferimento a scala regionale delle situazioni di pericolosità geomorfologica, idraulica e di erosione costiera, ed è strumento conoscitivo, normativo e tecnico-amministrativo di supporto per le politiche di conservazione, difesa e valorizzazione del territorio, ai fini della mitigazione del rischio idrogeologico e della tutela della salute pubblica e dell'ambiente, nonché della salvaguardia degli insediamenti e delle infrastrutture.

L'ambito territoriale di riferimento del P.A.I. è il Distretto Idrografico della Sicilia, previsto dall'art. 51, comma 5, della legge n. 221 del 28 dicembre 2015. Attualmente, il Distretto è suddiviso in n. 102 bacini idrografici e aree territoriali, per il P.A.I. continentale, e in n. 21 unità fisiografiche per il P.A.I. delle coste siciliane.

Tale strumento di pianificazione settoriale tende ad ottimizzare la compatibilità tra la domanda di uso del suolo e la naturale evoluzione geomorfologica del territorio, nel quadro di una politica di governo rispettosa delle condizioni ambientali. Il P.A.I. ha sostanzialmente tre funzioni:

- la *funzione conoscitiva*, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- la *funzione normativa e prescrittiva*, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo;
- la *funzione programmatica*, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio.

Gli obiettivi del P.A.I., per quanto riguarda l'assetto idraulico, relative alle nuove attività sono:

- a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;
- b) garantire il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo;
- c) salvaguardare ed eventualmente ampliare le aree di naturale espansione delle piene, al fine di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica del corso d'acqua in relazione alla capacità d'invaso e laminazione delle piene delle aree predette;
- d) non costituire in nessun caso un fattore di aumento del rischio idraulico, né localmente né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;

- e) non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;
- f) non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
- g) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque o un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;
- h) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque, anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;
- i) impiegare ove possibile, tecniche a basso impatto ambientale;
- j) salvaguardare la risorsa acqua in funzione del minimo deflusso vitale o della potenzialità della falda.

Il P.A.I. definisce e disciplina le aree così denominate: Aree a pericolosità geomorfologica, Aree a rischio geomorfologico, Aree a pericolosità idraulica, Aree a rischio idraulico.

Nelle nuove Norme d'Attuazione (anno 2021) il Piano disciplina le aree come segue:

- **Assetto geomorfologico**
 - art. 21. Aree a pericolosità molto elevata (P4) ed elevata (P3)
 - art. 22. Aree a pericolosità media (P2)
 - art. 23. Aree a pericolosità moderata (P1) e bassa (P0)
 - art. 24. Tipologie dei siti di attenzione
- **Assetto idraulico**
 - art. 26. Aree a pericolosità molto elevata (P4) ed elevata (P3);
 - art. 27. Aree a pericolosità media (P2) e moderata (P1).

Nel quadro di riferimento programmatico della SIA sono stati analizzati i piani e i programmi nell'area vasta prodotti da vari Enti Pubblici, a scala regionale, provinciale e comunale, al fine di correlare il progetto oggetto di studio con la pianificazione territoriale esistente.

In particolare, sono stati analizzati i seguenti strumenti di piano:

- Strumenti urbanistici Generali;
- Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR);
- Analisi Aree E Siti Non Idonei e compatibilità Linee Guida (DM2010) e D.P. 10/10/2017;
- Aree protette Natura 2000, SIC e ZPS e Rete Ecologica Siciliana;
- Piano di Assetto Idrogeologico Sicilia (PAI);
- Piano Tutela Delle Acque (PTA);

➤ Vincolo Idrogeologico.

3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

L'area interessata dall'impianto eolico ricade all'interno del bacino idrografico del "Fiume Imera Meridionale", censito dal P.A.I. al numero 072 e del bacino idrografico del "Fiume Simeto" censito dal P.A.I. al numero 094.

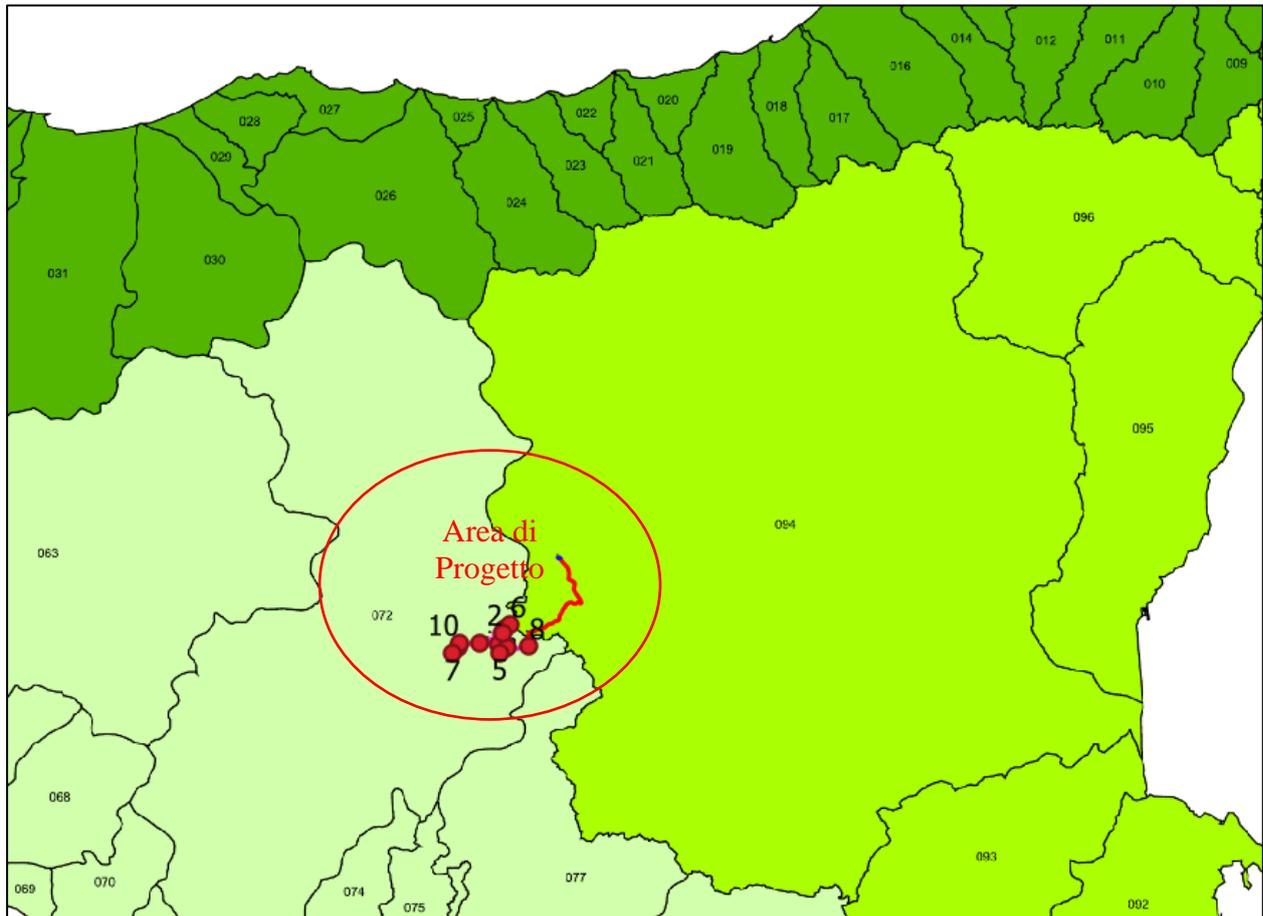


Figura 3: Stralcio dei Bacini idrografici della Regione Sicilia

Il Fiume Imera Meridionale, invece, lungo circa 132 km, nasce a Portella Mandarinini sul versante meridionale delle Madonie e, dopo aver attraversato la Sicilia centro-meridionale, sfocia nel Canale di Sicilia in corrispondenza dell'abitato di Licata, in provincia di Agrigento.

Lungo il suo percorso riceve gli apporti di numerosi corsi d'acqua secondari ed accoglie i deflussi di un considerevole numero di linee di drenaggio minori.

Il bacino del Fiume Simeto, l'area compresa tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo e i bacini endoreici dei Laghi di Maletto e Pergusa ricadono nel versante orientale dell'Isola, sviluppandosi, principalmente, nei territori delle province di Catania, Enna, Messina e marginalmente nei territori delle province di Siracusa e Palermo e ricoprendo in totale una estensione di circa 4.168,93 Km².

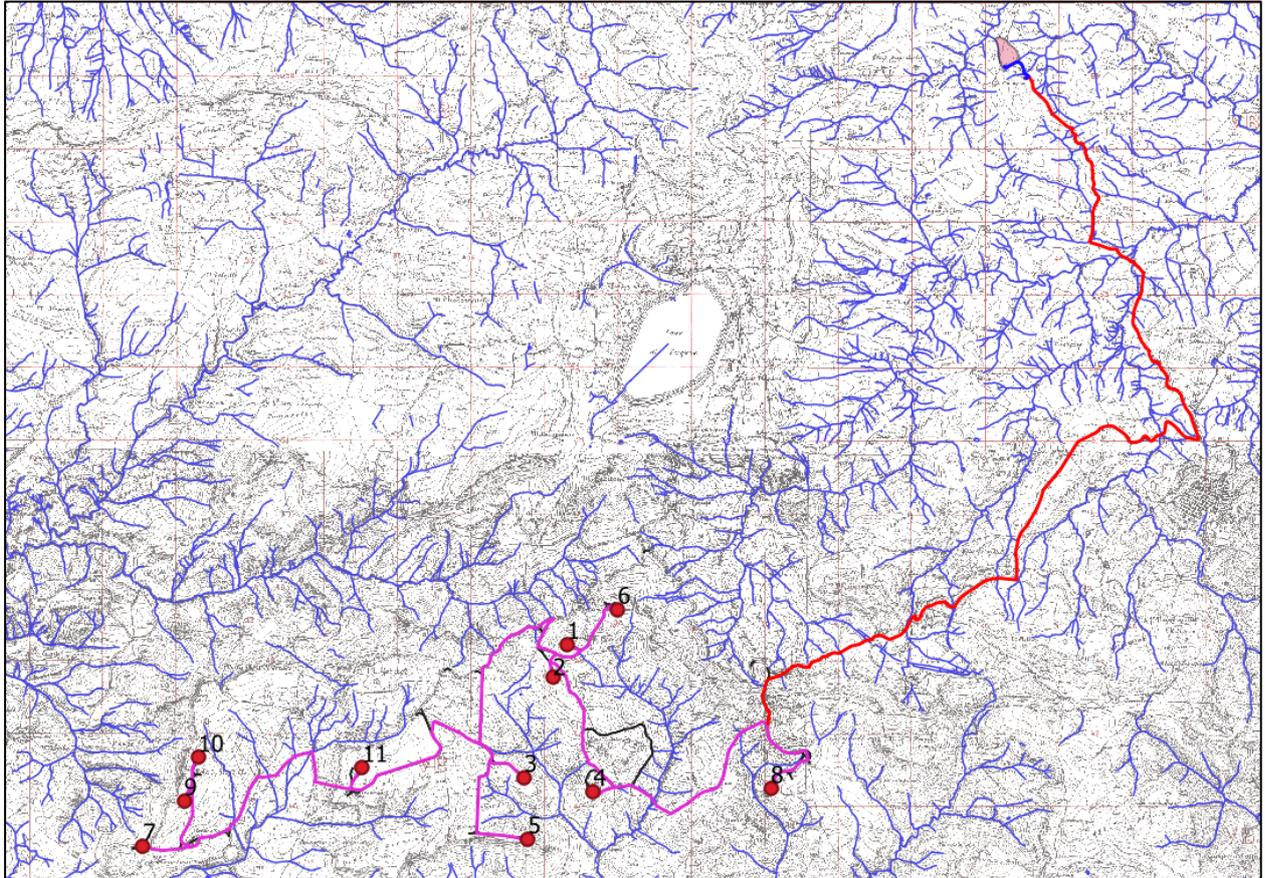


Figura 4: Reticoli idrografici su IGM 25.000

Per definire il microclima dell'area territoriale del bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale e del bacino idrografico del Fiume Simeto sono stati considerati gli elementi climatici *temperatura* e *piovosità* registrati presso le stazioni termo-pluviometriche e pluviometriche situate all'interno dell'area in esame o limitrofe ad essa. Le stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche presenti nel bacino del Fiume Imera Meridionale e in quello del Fiume Simeto, secondo i dati presenti nel P.A.I. del bacino di appartenenza, sono le seguenti:

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				Nord	Est
ALIMENA	1965-1994	Pluviometro	750	4172966N	422127E
CALTANISSETTA	1965-1994	Termo-pluviometro	570	4148970N	417480E
ENNA	1965-1994	Termo-pluviometro	950	4158040N	436700E
GANGI	1965-1994	Pluviometro	1000	4183995N	429568E
LICATA	1965-1994	Termo-pluviometro	142	4106565N	405211E
MAZZARINO	1965-1994	Termo-pluviometro	560	4128520N	429090E
PETRALIA SOTTANA	1965-1994	Termo-pluviometro	930	4184090N	419297E
PIETRAPERZIA	1965-1994	Pluviometro	525	4141500N	423300E
RESUTTANO	1965-1994	Pluviometro	642	4171190N	414760E
RIESI	1965-1994	Pluviometro	369	4126760N	418740E
S. CATALDO	1965-1994	Pluviometro	625	4149040N	410110E
S. CATERINA VILLARMOSSA	1965-1994	Pluviometro	606	4160090N	414640E
SOMMATINO	1965-1994	Pluviometro	369	4132400N	409930E
VILLAROSA	1965-1994	Pluviometro	525	4159980N	426420E

Figura 5: Elenco delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche del bacino del F. Imera Meridionale

STAZIONE	PROVINCIA	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)
Adrano	CT	25	Pluviometro registratore	589
Agira	EN	30	Pluviometro registratore	824
Bronte	CT	30	Pluviometro registratore	780
Capizzi	ME	30	Pluviometro registratore	1139
Catananuova	EN	30	Pluviometro registratore	173
Centuripe	EN	30	Pluviometro registratore	719
Cerami	EN	30	Pluviometro registratore	1020
Cesarò	ME	30	Pluviometro registratore	1100
Gagliano Castelferrato	EN	30	Pluviometro registratore, Termometro registratore	837
Enna	EN	30	Pluviometro registratore, Termometro registratore	950
Leonforte	EN	30	Pluviometro registratore	640
Maniace	CT	30	Pluviometro registratore	680
Mineo	CT	30	Pluviometro registratore, Termometro registratore	510
Nicosia	EN	30	Pluviometro registratore	800
Ramacca	CT	30	Pluviometro registratore, Termometro registratore	270
Mirabella Imbaccari	CT	30	Pluviometro registratore	450
Motta S.A.	CT	30	Pluviometro registratore	275
Nicolosi	CT	30	Pluviometro registratore	698
Paternò	CT	30	Pluviometro registratore	290
Ragalna	CT	30	Pluviometro registratore	750
Troina	EN	30	Pluviometro registratore	930
Valguarnera C.	EN	30	Pluviometro registratore	629
Vizzini	CT	30	Pluviometro registratore	610

Figura 6: Elenco delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche del bacino del F. Simeto

La stazione pluviometrica in prossimità dell'impianto eolico in esame è la *Stazione di Enna*, come si può notare dall'immagine seguente.

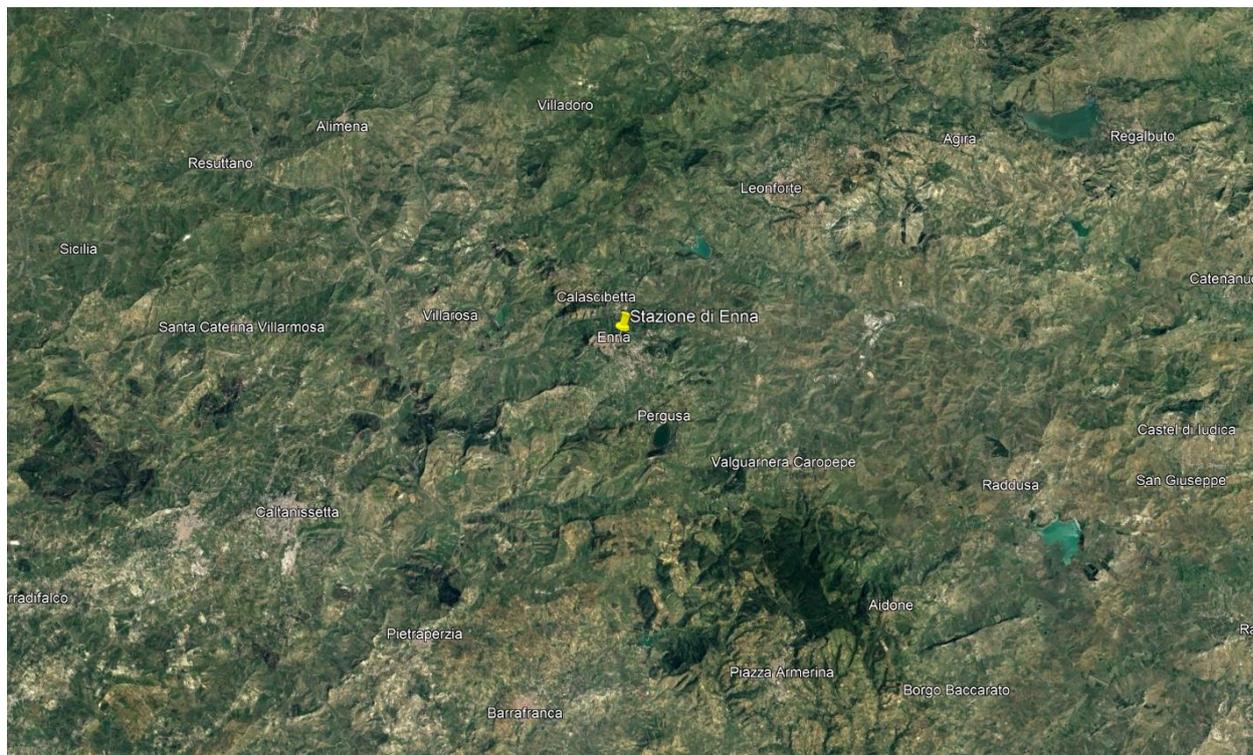


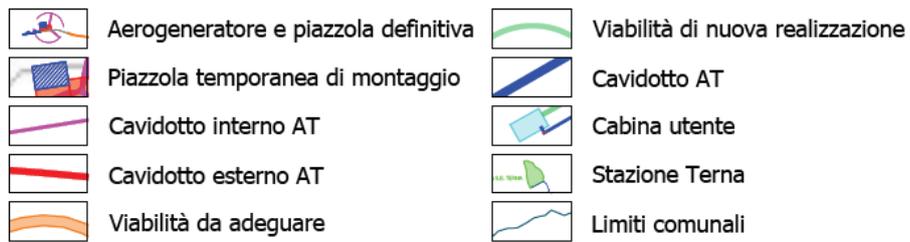
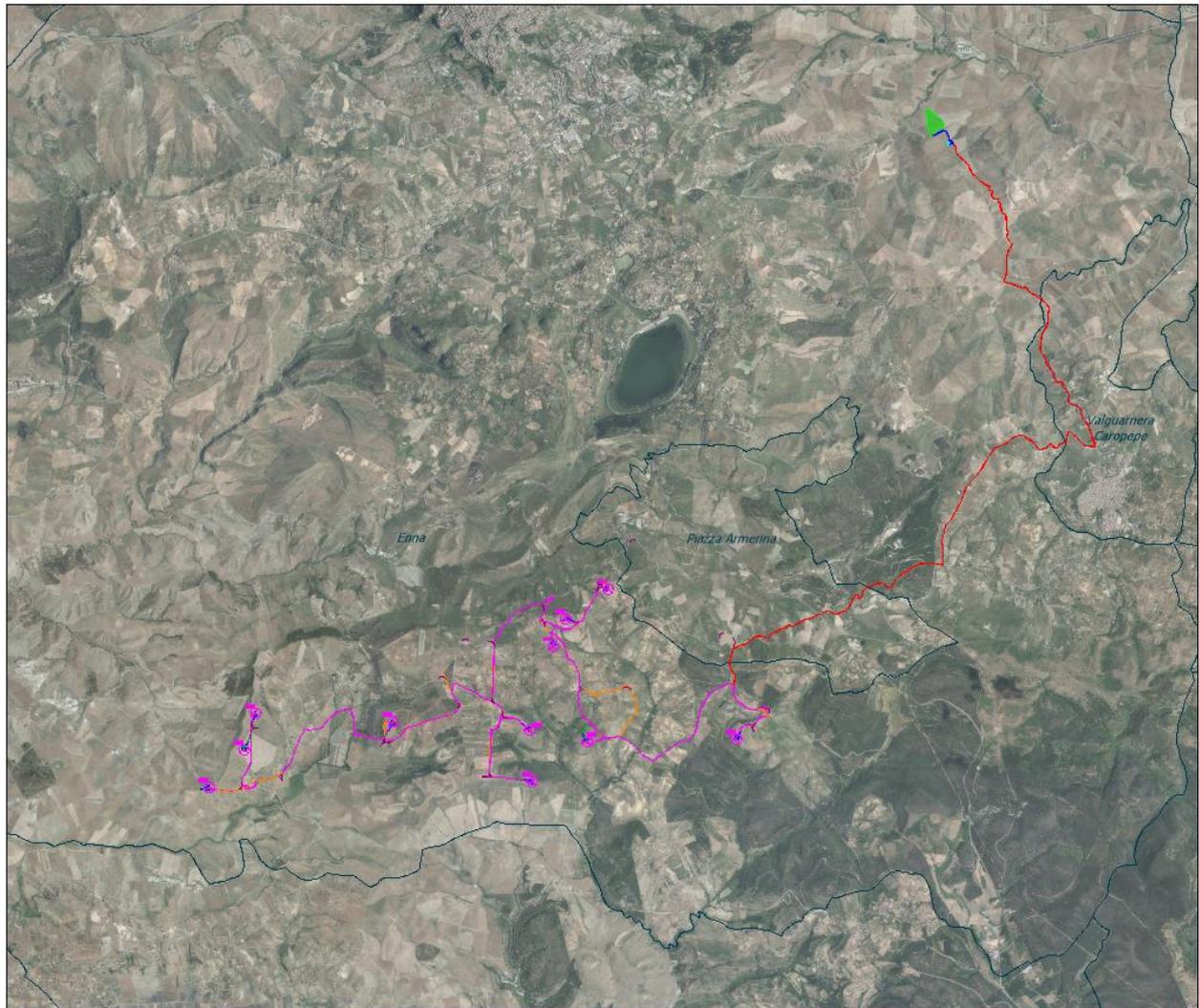
Figura 7: Ubicazione delle stazioni pluviometriche con indicazione dell'impianto

Di seguito si riporta, per l'ultimo trimestre dell'anno corrente 2022, le informazioni registrate mese per mese dei valori dell'altezza di pioggia e dei giorni piovosi.

Stazioni	ottobre 2022						novembre 2022						dicembre 2022						Ultimo giorno piovoso *	Precipitazioni cumulate dal 1° gen **
	Precipitazioni (mm) **			Giorni piovosi (%) **			Precipitazioni (mm) **			Giorni piovosi (%) **			Precipitazioni (mm) **			Giorni piovosi (%) **				
	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec		
Agira	75,8	25	0	10	30	0	23,8	17,8	40,4	30	40	40	3,8	13,8	0,2	10	20	0	13/12/2022	---
Aidone	10,8	42,6	0	10	20	0	30	21,2	95,8	20	30	40	7,8	5,6	0,2	20	20	0	13/12/2022	---
Calascibetta	13,4	19,8	0	10	20	0	13,6	18	38,8	30	50	40	14,8	9,8	0	20	20	0	13/12/2022	---
Enna	6,4	30,2	0,2	10	20	0	6,2	21,8	35,4	30	50	40	7	7	1,2	20	20	0	13/12/2022	---
Nicosia	9,6	44,8	0,2	10	30	0	21,8	26,4	36,4	30	40	40	9,2	17,6	2	10	20	9,1	23/12/2022	---
Piazza Armerina	10,6	36,6	0,4	20	20	0	11,6	29,2	79	20	40	50	6,2	4,8	0,4	20	20	0	13/12/2022	---

Figura 8: Dati misurati dalla stazione meteo della Provincia di Enna

Secondo le perimetrazioni del P.A.I., gli aerogeneratori di progetto, con le relative piazzole e opere di rete, risultano tutti esterni alle aree a pericolosità idraulica P4, P3, P2 e P1.



Pericolosità idraulica



Rischio idraulico

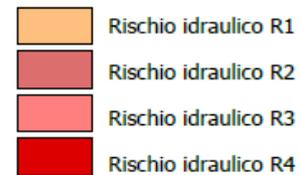


Figura 9: Stralcio delle perimetrazioni delle aree a rischio e pericolosità idraulica del PAI

Geologicamente l'area oggetto di studio rientra nel Foglio 631 "Caltanissetta-Enna" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

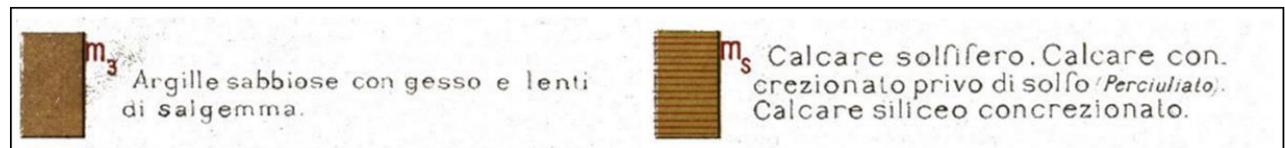


Figura 10: Inquadramento geologico

4. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico ha la finalità di definire le portate generate da un bacino idrografico in conseguenza ad eventi meteorici con prefissato tempo di ritorno. Nello specifico, il P.A.I. della Regione Sicilia ha individuato i tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni, per la definizione degli scenari rispettivamente di alta, media e bassa pericolosità idraulica.

Lo studio idrologico si compone delle seguenti fasi:

1. analisi morfologica per la determinazione delle caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici;
2. analisi pluviometrica per la definizione delle curve di possibilità pluviometrica per i diversi tempi di ritorno;
3. trasformazione afflussi - deflussi per il calcolo della portata al colmo di piena.

4.1 Analisi morfologica

L'analisi morfologica consiste nella delimitazione dei bacini idrografici affluenti e nella determinazione delle caratteristiche morfometriche degli stessi. I bacini sono determinati sulla base del modello digitale del terreno (Digital Elevation Model – DEM), mediante procedure automatiche in ambiente GIS.

Per poter stimare gli afflussi meteorici e valutare le portate di piena, sono stati calcolati i contributi dei vari sottobacini idrografici. L'analisi idrologica è, quindi, rivolta ai diversi bacini di studio:

Bacini	Area (Kmq)	L _{asta} (Km)	H _{max} (m.s.l.m)	H _{min} (m.s.l.m)	H _{mean} (m.s.l.m)	Dislivello (m)	i _{media} bacino (%)	i _{asta} (%)	i _{asta} (m/m)
Bacino 1	3.84	4.08	816.01	520.6	672.10	295.41	27.01	7.24	0.07
Bacino 2	1.07	1.14	834.85	663.53	763.57	171.32	22.44	15.03	0.15
Bacino 3	1.56	1.38	833	648.3	720.99	184.70	16.11	13.38	0.13
Bacino 4	0.95	3.46	755.03	583.28	692.61	171.75	25.47	4.96	0.05
Bacino 5	0.79	1.61	704.3	514.9	605.10	189.40	17.01	11.76	0.12



Figura 11: Inquadramento bacini idrografici con layout di progetto

4.2 Analisi pluviometrica

L'analisi pluviometrica consiste nella determinazione delle curve di possibilità pluviometrica (C.P.P.) per diversi tempi di ritorno, curve che esprimono la relazione tra le altezze di precipitazione e la durata dell'evento meteorico ed è del tipo: $h = a \cdot t^n$.

La pioggia è all'origine del processo di formazione delle portate di piena nei bacini idrografici relativi all'area in esame. I fenomeni meteorologici che generano le precipitazioni sono talmente complessi da non potere essere trattati come un processo deterministico a partire da condizioni iniziali e al contorno note. Pertanto, sotto il profilo pratico, lo studio delle piogge si limita ad utilizzare metodologie statistiche basate sulle osservazioni pluviometriche.

Il modello TCEV (*Two Component Extreme Value Distribution*) permette di determinare le altezze di pioggia h e le relative intensità i , seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VaPi.

La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica

disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni.

La peculiarità del modello TCEV è quella di tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, riconducendosi formalmente al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel. La prima, denominata *componente base*, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda (*componente straordinaria*) genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti (appartenenti ad una differente fenomenologia metereologica).

La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni parametri statistici.

Nel *primo livello di regionalizzazione* si ipotizza che il coefficiente di asimmetria teorico Gt delle serie dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata t sia costante per la regione Sicilia. La Sicilia si può pertanto ritenere una zona pluviometrica omogenea ed i valori dei parametri $\Theta^*=2.24$ e $\Lambda^*=0.71$ sono costanti ed indipendenti dalla durata t .

Il *secondo livello di regionalizzazione* riguarda l'individuazione di sottozone omogenee, interne a quella individuata al primo livello, nelle quali risulti costante, oltre al coefficiente di asimmetria, anche il coefficiente di variazione della legge teorica.

Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è suddivisa in cinque sottozone pluviometriche omogenee: Z0 –Z5, Z1, Z2, Z3, Z4. A ciascuna di esse è stato attribuito un valore costante del parametro λ_1 (parametro della TCEV che rappresenta il numero medio di eventi della componente base), che risulta indipendente dalla durata. Le sottozone Z0 e Z5 possono anche essere "unite" e considerate come una sottozona unica, visti i valori pressoché identici del parametro λ_1 .

In ogni sottozona, il fattore di crescita K_T in funzione della collocazione geografica del sito per il quale si vogliono calcolare le altezze di pioggia e del tempo di ritorno T , assume la seguente espressione: $K_T = a * \ln(T) + b$.

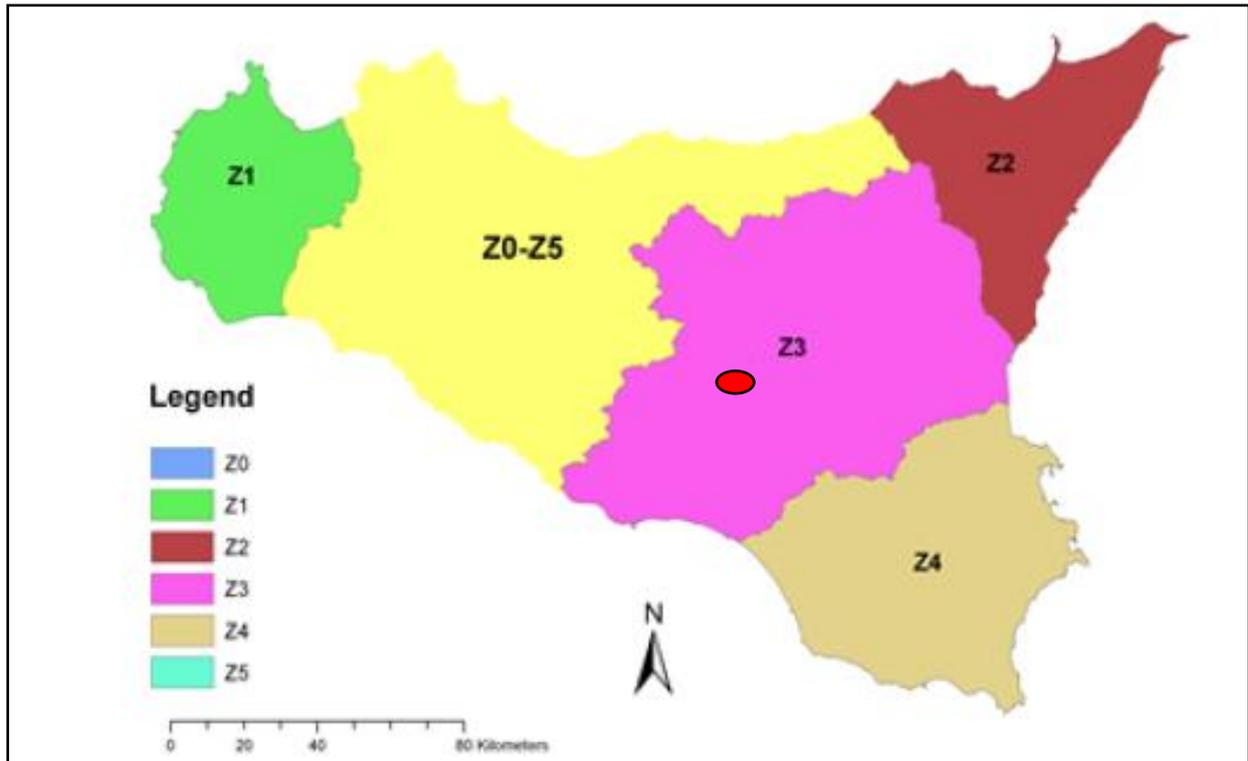


Figura 12: Sottozone pluviometriche omogenee per la regione Sicilia con la zona di impianto (cerchio in rosso)

<i>Sottozona</i> <i>Parametro</i>	<i>Z₀ -Z₅</i>	<i>Z₁</i>	<i>Z₂</i>	<i>Z₃</i>	<i>Z₄</i>
<i>a</i>	0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
<i>b</i>	0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616

Figura 63: Valori dei coefficienti a e b per la definizione del fattore di crescita

Nel caso in esame, i bacini idrografici del presente studio ricadono nella zona omogenea Z3; il fattore di crescita è calcolato attraverso la seguente espressione K_T è pari a:

$$K_T = 0.5011 \cdot \ln(T) + 0.4545.$$

a	b	T	K_T
0.5011	0.4545	50	2.41
0.5011	0.4545	100	2.76
0.5011	0.4545	300	3.31

Al *terzo livello di regionalizzazione*, è possibile ricavare l'espressione della curva di possibilità pluviometrica (C.P.P.) per i diversi tempi di ritorno: $h(t, T) = K_T * h_t$, in cui $h(t, T)$ è l'altezza di pioggia di assegnata durata t e fissato tempo di ritorno, K_T è il fattore di crescita e h_t è la media teorica.

Per le stazioni pluviografiche siciliane la media teorica h risulta coincidente con quella campionaria; per ciascuna delle 172 stazioni siciliane che vantano almeno 10 anni di funzionamento è stato riconosciuto il seguente legame di tipo potenza tra la media campionaria e la durata t : $h = a * t^n$.

Per ogni stazione pluviografica i valori dei coefficienti a ed n sono tabellati. Per i siti sprovvisti di stazioni di misura i coefficienti a ed n possono essere stimati sulla base della carta delle iso- a e delle iso- n . Nelle seguenti figure è possibile vedere la variazione dei coefficienti a ed n per la regione Sicilia (Lo Conti et al, 2007).

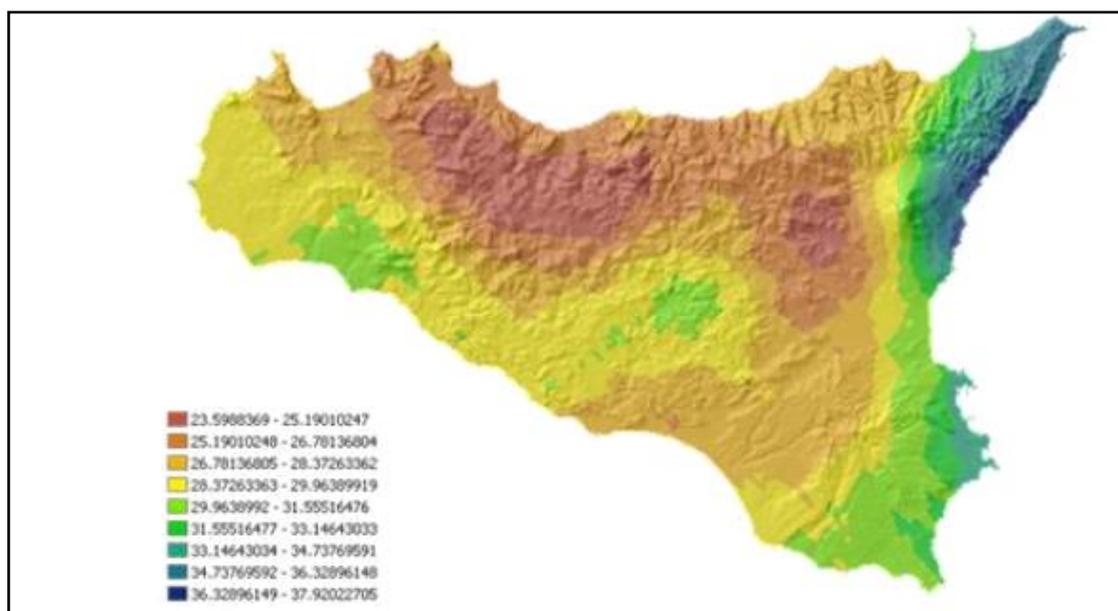


Figura 74: Valori del coefficiente a

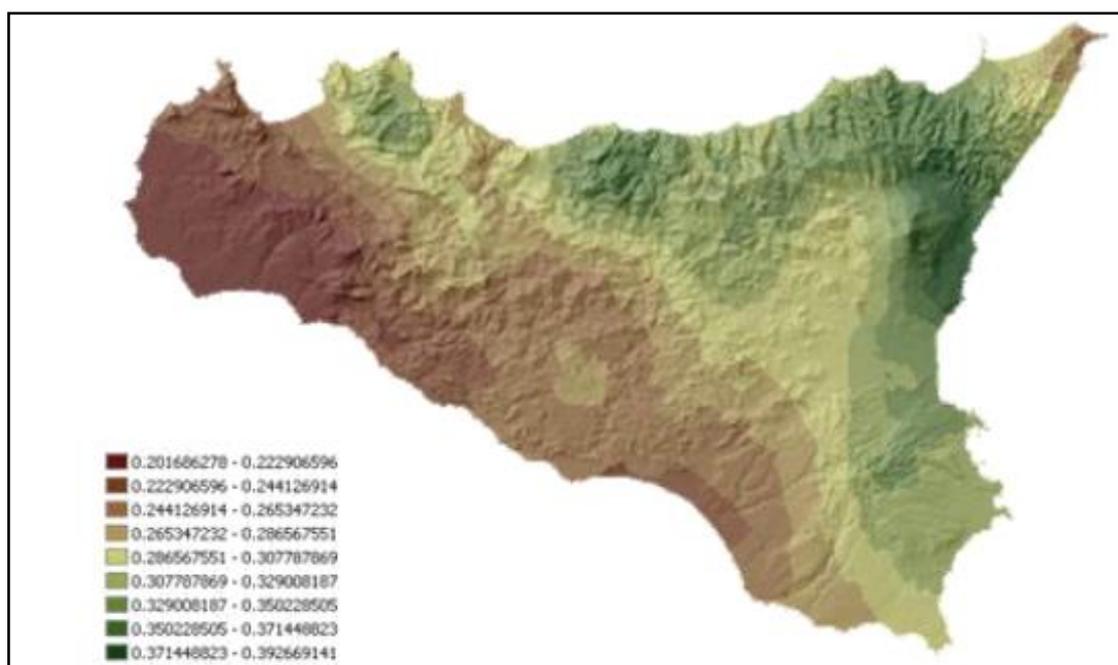


Figura 85: Valori del coefficiente n

La stazione pluviometrica di riferimento è la stazione meteo di **Enna**, i cui valori di a e n sono rispettivamente pari a $a=30.60$ e $n=0.4012$.

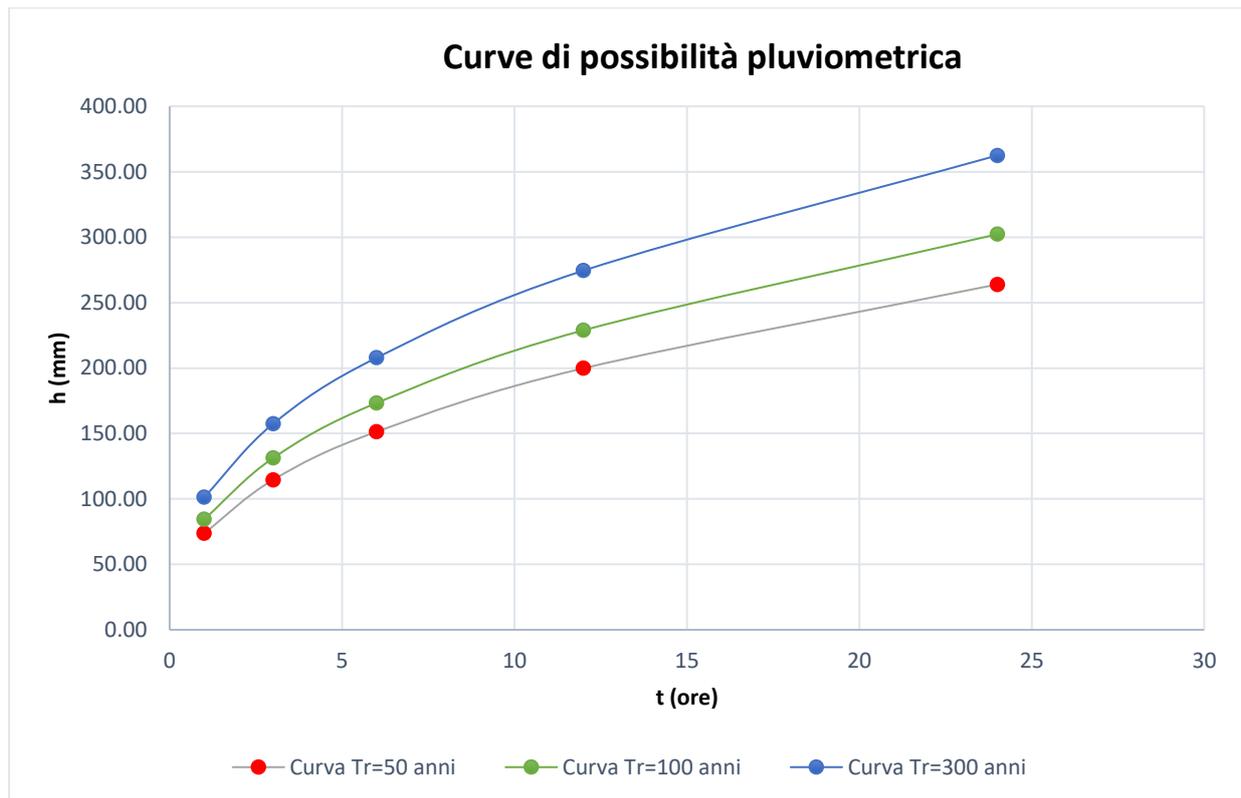
99	Capodarso	Imera Meridionale	32,2	0,1771
100	Enna	Imera Meridionale	30,6	0,4012
101	Villadoro	Imera Meridionale	25,9	0,3146
102	Villarosa	Imera Meridionale	26,6	0,2875
103	Caltanissetta (G. Civile)	Imera Meridionale	28,1	0,2588
104	Pietraperzia	Imera Meridionale	33,4	0,2100
105	Sommatino	Imera Meridionale	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

L'espressione analitica della C.P.P. è la seguente: $h(t) = 30.60 * t^{0.4012}$.

A questo punto è possibile calcolare il valore dell'altezza di pioggia in funzione della durata di pioggia e per i diversi tempi di ritorno.

t (ore)	a	n	h (mm)	KT 50	h50 (mm)	KT 100	h100 (mm)	KT 300	h300 (mm)
1	30.60	0.4012	30.60	2.41	73.75	2.76	84.46	3.31	101.29
3	30.60	0.4012	47.55	2.41	114.59	2.76	131.24	3.31	157.39
6	30.60	0.4012	62.79	2.41	151.33	2.76	173.31	3.31	207.85
12	30.60	0.4012	82.93	2.41	199.85	2.76	228.87	3.31	274.48
24	30.60	0.4012	109.51	2.41	263.92	2.76	302.25	3.31	362.49

Tr (anni)	50	100	300
t (ore)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1	73.75	84.46	101.29
3	114.59	131.24	157.39
6	151.33	173.31	207.85
12	199.85	228.87	274.48
24	263.92	302.25	362.49



La principale caratteristica delle misure di precipitazione è quella di essere *puntuali*, cioè di riferirsi al punto in cui è posizionato lo strumento.

La quantità di precipitazione che affluisce in un fissato intervallo di tempo in una data *area* deve essere valutata, in linea di principio, a partire dalle misure puntuali effettuate dalle stazioni di misura ricadenti nell'area o in essa limitrofe.

Tuttavia, data la vicinanza della stazione considerata ai bacini scolanti e le ridotte dimensioni di tali bacini ($S < 20 \text{ km}^2$), non si individuano le superfici di influenza e non verrà effettuato il ragguglio spaziale delle precipitazioni.

4.3 Modello afflussi-deflussi

Le portate di progetto sono state calcolate attraverso *metodi indiretti*, che consentono la determinazione delle portate di piena a partire dalle precipitazioni che cadono sui diversi bacini. Secondo le N.T.A. del P.A.I., nel caso di bacini idrografici di limitata estensione (fino a 20 km^2) si può ricorrere per la determinazione della portata di massima piena al *Metodo Razionale*.

La *formula razionale* consente la valutazione della portata di piena di assegnato tempo di ritorno T mediante la seguente relazione:

$$Q_T = \frac{\varphi \cdot i_T \cdot S}{3,6}$$

dove:

- Q_T è la portata di piena di assegnato tempo di ritorno T ed è espressa in m^3/s ;
- φ è il coefficiente di deflusso adimensionale;
- i_T è l'intensità critica della precipitazione, di assegnato tempo di ritorno, corrispondente al tempo di corrivazione, espressa in mm/h ;
- S è la superficie del bacino espressa in km^2 ;
- 3,6 è un fattore di conversione delle unità di misura.

Dopo avere ricostruito le curve di possibilità pluviometrica è necessario individuare *l'intensità critica di precipitazione*, cioè l'intensità di quella pioggia, supposta anche uniformemente distribuita sul bacino, che determina la portata massima nell'idrogramma di piena di tempo di ritorno T. La pioggia critica è quella di durata pari al *tempo di corrivazione o concentrazione* t_c , definito come segue:

- il tempo di corrivazione di un bacino è il tempo necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino;
- il tempo di corrivazione è quel tempo che eguagliato alla durata della precipitazione determina il raggiungimento del valore più elevato di portata nella sezione di chiusura del bacino, mettendo in crisi la rete idrografica.

Esso può essere calcolato tramite diverse formule, tra cui quelle utilizzate sono:

- Pugliesi: $6 * Lasta^{2/3} * (Q_{max} - Q_{min})^{-1/3}$
- Pezzoli: $0.055 * L / i_a^{0.5}$
- Kirpich: $0.000325 * (L * 1000)^{0.77} * i_b^{-0.385}$
- Ventura: $0.1272 * (A / i_a)^{0.5}$

dove:

A (km^2) = area del bacino idrografico

L (km) = lunghezza dell'asta principale

Q_{max} (m) = quota massima del bacino idrografico

Q_{min} (m) = quota minima del bacino idrografico

Q_{med} (m) = quota media del bacino idrografico

i_a (m/m) = pendenza media dell'asta principale

i_b (m/m) = pendenza media del bacino idrografico

Bacini	Puglisi	Pezzoli	Kirpich	Ventura	media	tc (ore)
Bacino 1	2.30	0.83	0.32	0.93	1.096	1.10
Bacino 2	1.18	0.16	0.13	0.34	0.453	0.45
Bacino 3	1.31	0.21	0.17	0.43	0.530	0.50
Bacino 4	2.47	0.85	0.29	0.56	1.043	1.00
Bacino 5	1.44	0.26	0.19	0.33	0.553	0.55

A questo punto è possibile calcolare le intensità critica di precipitazione i_T :

Bacini	$t=t_c$ (ore)	h_{50} (mm)	i_{50} (mm/h)	h_{100} (mm)	i_{100} (mm/h)	h_{300} (mm)	i_{300} (mm/h)
Bacino 1	1.10	50.85	46.23	57.83	52.58	69.18	62.89
Bacino 2	0.45	40.49	89.98	46.05	102.34	55.09	122.42
Bacino 3	0.50	41.59	83.19	47.31	94.61	56.59	113.18
Bacino 4	1.00	49.63	49.63	56.45	56.45	67.52	67.52
Bacino 5	0.55	42.62	77.48	48.47	88.13	57.98	105.42

La stima del valore di ϕ , coefficiente di deflusso, relativamente a ciascuna superficie omogenea (tipo di suolo, tessitura, caratteristiche locali di permeabilità) è stata condotta facendo riferimento ai valori tabellati da Benini (*Sistemazioni idraulico-forestali, 1990*).

Nello specifico, si sono utilizzati i seguenti valori del coefficiente di afflusso:

- $\phi=0.35/0.40$ per terreni agricoli con colture permanenti;
- $\phi=0.35/0.40$ per terreni agricoli seminativi
- $\phi=0.30$ per terreni boscati e ambienti semi naturali con vegetazioni arbustive e erbacee.

Nel caso in esame, è stato utilizzato un valore pari a 0.35 corrispondente a una classe di uso del suolo classificati come seminativi con tratti destinati a macchia.

Bacini	S (km ²)	ϕ	i_{50} (mm/h)	Q_{50} (mc/s)	i_{100} (mm/h)	Q_{100} (mc/s)	i_{300} (mm/h)	Q_{300} (mc/s)
Bacino 1	3.84	0.35	46.23	17.26	52.58	19.63	62.89	23.48
Bacino 2	1.07	0.35	89.98	9.36	102.34	10.65	122.42	12.74
Bacino 3	1.56	0.35	83.19	12.62	94.61	14.35	113.18	17.17
Bacino 4	0.95	0.35	49.63	4.58	56.45	5.21	67.52	6.24
Bacino 5	0.79	0.35	77.48	5.95	88.13	6.77	105.42	8.10

Si hanno le seguenti portate al colmo di piena per tempi di ritorno pari a 50, 100 e 300 anni.

Bacini	Q_{50} (mc/s)	Q_{100} (mc/s)	Q_{300} (mc/s)
Bacino 1	17.26	19.63	23.48
Bacino 2	9.36	10.65	12.74
Bacino 3	12.62	14.35	17.17
Bacino 4	4.58	5.21	6.24
Bacino 5	5.95	6.77	8.10

5. CONCLUSIONI

Sulla base dello studio idrologico svolto, che ha portato alla definizione delle portate di piena transistanti nei corsi d'acqua per tempi di ritorno assegnati, è stato condotto lo studio idraulico consistente nella modellazione idraulica bidimensionale dei corpi idrici che interferiscono con l'impianto eolico, svolta in condizioni di moto non stazionario per tempo di ritorno di 100 anni, per la quale si rimanda alla "Relazione Idraulica" allegata al progetto definitivo.