

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO DI "TRAPANI 3"

## PROGETTO DEFINITIVO

### Relazione Idrologica



File: GRE.EEC.R.25.IT.W.14703.00.023.00 - Relazione idrologica.pdf

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	18/12/2020	Prima emissione	D. Gradogna	E. Castiello	L. Lavazza

#### GRE VALIDATION

		G. Buonomo, M. Vallejo (GRE)	A. Puosi (GRE)
COLLABORATORS		VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT <b>Trapani 3</b>	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT				SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION						
	<b>GRE</b>	<b>EEC</b>	<b>R</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>I</b>	<b>T</b>	<b>W</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
CLASSIFICATION	<b>PUBLIC</b>				UTILIZATION SCOPE	<b>BASIC DESIGN</b>													

**INDEX**

1. INTRODUZIONE .....	3
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE .....	3
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE .....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	4
3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO .....	6
3.1. CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI INTERESSATI.....	7
3.1.1. BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME BIRGI (051) .....	7
3.1.2. AREA TERRITORIALE TRA IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME BIRGI E IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME MÀZARO (052) .....	11
3.1.3. BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME MÀZARO E AREA TERRITORIALE TRA IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME MÀZARO ED IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME ARENA (053).....	14
4. STIMA DELLA POSSIBILE CURVA PLUVIOMETRICA .....	17
4.1. MODELLO TCEV .....	17
4.2. RISULTATI .....	18
5. OPERE IN PROGETTO E RETICOLO IDROGRAFICO .....	21
5.1. VIABILITÀ E BACINI SCOLANTI .....	21

## **1. INTRODUZIONE**

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power Solar Energy S.r.l. di redigere il progetto definitivo per la realizzazione di un nuovo impianto eolico denominato "Impianto eolico Trapani 3" e delle opere connesse, da ubicarsi nei comuni di Marsala (TP), Mazara del Vallo (TP), Salemi (TP) e Trapani (TP).

Si prevede che l'energia prodotta dagli aerogeneratori, attraverso il sistema di cavidotti interrati in media tensione a 33 kV, venga convogliata ad una sottostazione di trasformazione 220/33 kV, in condivisione con altri produttori, per l'innalzamento da media ad alta tensione. Si prevede che la sottostazione di trasformazione venga collegata alla stazione di smistamento RTN denominata "Partanna 2", di nuova realizzazione da parte dell'ente gestore di rete.

In sintesi, il presente progetto prevede:

- l'installazione di 30 nuovi aerogeneratori, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, per una potenza installata pari a 126 MW;
- la realizzazione delle fondazioni per gli aerogeneratori in progetto;
- la realizzazione di piazzole di montaggio degli aerogeneratori, di nuovi tratti di viabilità e l'adeguamento della viabilità esistente, al fine di garantire l'accesso per il trasporto degli aerogeneratori;
- la connessione degli aerogeneratori ad una sottostazione di trasformazione 220/33 kV, in condivisione con altri produttori, tramite cavidotti interrati a 33 kV e l'adeguamento della sottostazione di trasformazione, per la connessione alla stazione di smistamento RTN "Partanna 2".
- l'utilizzo temporaneo, attraverso opportuni adeguamenti, di aree per il Site Camp e per lo stoccaggio temporaneo (Temporary Storage Area).

Si evidenzia che l'elettrodotta in cavo interrato di connessione della sottostazione di trasformazione alla stazione RTN "Partanna 2", essendo lo stallo di alta tensione condiviso nella stazione Terna, è escluso dal presente progetto poiché in carico ad altri proponenti.

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 Solar Energy 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 1.200 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 14,6 GW.

### **1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE**

La presente relazione costituisce la relazione idrologica del progetto definitivo.

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

Nel capitolo 3 si definisce l'inquadramento idrografico dell'opera in progetto, identificandone i differenti bacini idrografici. Viene fornita una descrizione di ogni bacino interessato.

Il capitolo 4 illustra la metodologia di calcolo per la stima della possibilità pluviometrica ed i risultati di tale calcolo.

Infine, nel capitolo 5 vengono discussi i risultati del capitolo precedente contestualizzandoli con l'opera in progetto.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito oggetto di studio nel presente elaborato è ubicato a circa 20 km a Sud-Est dal centro abitato di Trapani, nei comprensori comunali di Marsala, Mazara del Vallo, Salemi e Trapani.

La morfologia dell'area e delle zone limitrofe è contraddistinta da un territorio collinare privo di particolari complessità morfologiche. Il sito di interesse è infatti caratterizzato da colline di elevazione limitata (tra i 90 m s.l.m. ed i 210 m s.l.m.) con pendii dolci e poco scoscesi.

Il progetto ricade interamente nella provincia di Trapani, entro i confini comunali di Marsala, Mazara del Vallo, Salemi e Trapani e, in particolare, all'interno dei seguenti riferimenti cartografici:

- Foglio di mappa catastale del Comune di Marsala n° 135, 136, 137, 138, 165, 166, 167, 168, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 218, 219, 220, 221, 222, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 257, 273, 275;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Mazara del Vallo n° 1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 18;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Salemi n° 38,39;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Trapani n° 296;
- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, codificati 257-III-NO "Paolini, 257-III-NE "Baglio Chitarra", 257-IV-SE "Borgo Fazio" e 257-I-SO "Vita";
- Carta tecnica regionale CTR in scala 1:10.000, fogli n° 605160, 606130, 617030 e 617040.

Di seguito è riportato l'inquadramento territoriale dell'area di progetto e la configurazione proposta su ortofoto:



**Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto**

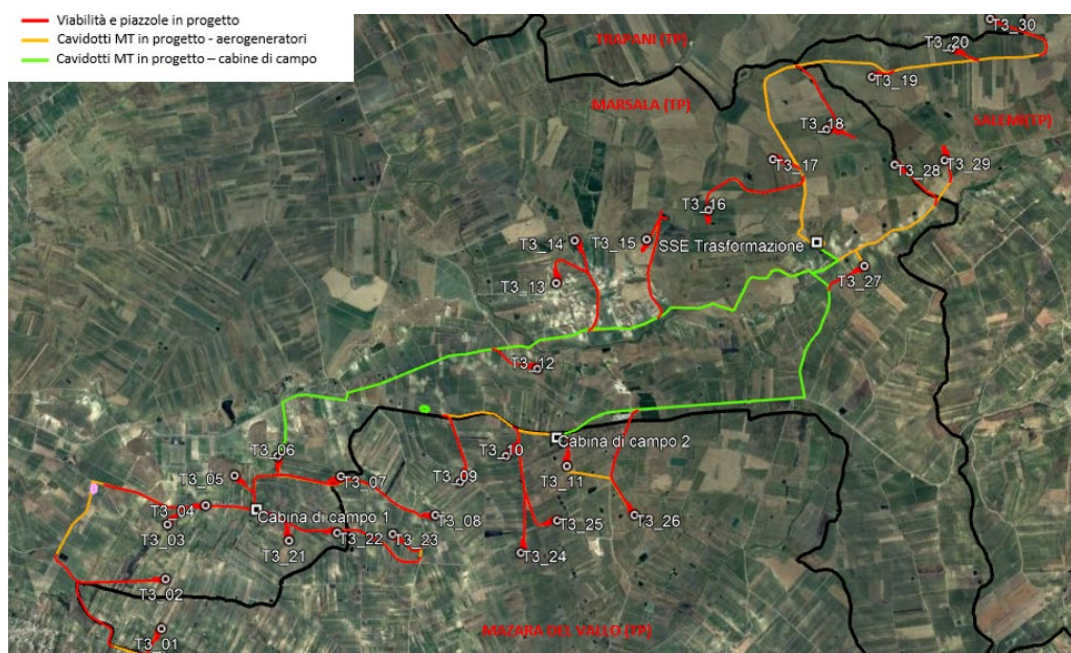


Figura 2-2: Configurazione proposta su ortofoto

Di seguito è riportato in formato tabellare un dettaglio sul posizionamento degli aerogeneratori in progetto, in coordinate WGS84 UTM fuso 33N:

Tabella 1: Coordinate aerogeneratori

WTG	Comune	Est [m]	Nord [m]	Altitudine [m s.l.m.]
T3_01	Mazara del Vallo	286256,00	4183837,00	134
T3_02	Marsala	286325,91	4184473,37	118
T3_03	Marsala	286368,22	4185172,98	134
T3_04	Marsala	286866,48	4185407,25	132
T3_05	Marsala	287248,88	4185780,02	150
T3_06	Marsala	287809,62	4186016,95	154
T3_07	Mazara del Vallo	288620,41	4185736,57	154
T3_08	Mazara del Vallo	289827,42	4185207,49	164
T3_09	Mazara del Vallo	290153,85	4185622,91	92
T3_10	Mazara del Vallo	290756,21	4185943,28	106
T3_11	Mazara del Vallo	291538,88	4185793,02	110
T3_12	Marsala	291189,00	4187051,00	108
T3_13	Marsala	291461,00	4188146,00	148
T3_14	Marsala	291714,00	4188688,00	104
T3_15	Marsala	292643,32	4188678,75	140
T3_16	Marsala	293449,01	4189036,01	106
T3_17	Marsala	294297,00	4189667,00	154
T3_18	Marsala	294997,00	4190032,00	164
T3_19	Salemi	295602,00	4190693,00	170
T3_20	Salemi	296635,79	4191036,97	190

<b>T3_21</b>	Marsala	287930,52	4184926,36	148
<b>T3_22</b>	Marsala	288554,25	4185010,58	130
<b>T3_23</b>	Mazara del Vallo	289270,56	4184976,88	142
<b>T3_24</b>	Mazara del Vallo	290917,50	4184694,13	104
<b>T3_25</b>	Mazara del Vallo	291396,82	4185097,16	102
<b>T3_26</b>	Mazara del Vallo	292395,37	4185142,39	118
<b>T3_27</b>	Marsala	295442,48	4188266,71	202
<b>T3_28</b>	Marsala	295865,79	4189557,47	186
<b>T3_29</b>	Salemi	296511,93	4189597,49	208
<b>T3_30</b>	Trapani	297144,38	4191400,03	202

### 3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

In termini idrografici, l'impianto eolico di Trapani 3 interessa tre distinti bacini idrografici principali:

1. Bacino n° 051 - "*Bacino idrografico del fiume Birgi*" al cui interno al cui interno ricadono 20 WTG : T3\_04, T3\_05, T3\_06, T3\_07, T3\_08, T3\_09, T3\_10, T3\_12, T3\_13, T3\_14, T3\_15, T3\_16, T3\_17, T3\_18, T3\_19, T3\_20, T3\_24, T3\_28, T3\_29 e T3\_30
2. Bacino n° 052 - "*Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi e il Bacino Idrografico del Fiume M̀azaro*" al cui interno ricadono 6 WTG: T3\_01, T3\_02, T3\_03, T3\_21, T3\_22 e T3\_23
3. Bacino n° 053 "*Bacino Idrografico del Fiume M̀azaro e Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume M̀azaro ed il Bacino Idrografico del Fiume Arena*" al cui interno ricadono 4 WTG: T3\_11, T3\_25, T3\_26 e T3\_27.

Gli aerogeneratori sono disposti principalmente con andamento NE-SO all'interno del bacino del Birgi (051), del fiume M̀azaro (053) e nelle aree territoriali tra il bacino del Fiume M̀azaro e quello del fiume Birgi (052).

Il fiume M̀azaro nasce dalle fonti di Rapicaldo, nel comune di Salemi, sfociando nel mar Mediterraneo nei pressi dell'area del comune di Mazara del Vallo. Il fiume Birgi nasce, con il nome di fiume "Fittasi", nel territorio del comune di Buseto Palizzolo e sfocia nel canale di Sicilia tra i comuni di Marsala e Trapani. Si riporta in Figura 3-1 l'inquadramento dei bacini principali sul Piano di Tutela delle Acque (PTA).

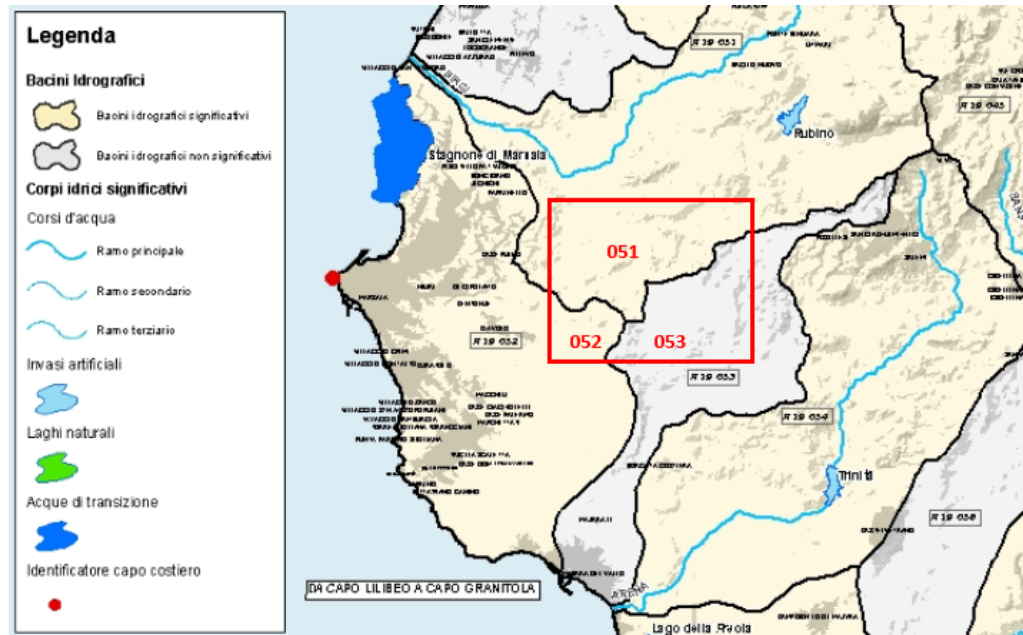


Figura 3-1: Stralcio all'allegato A.1.1. del PTA - Piano di Tutela delle Acque. Evidenziata in rosso l'area di progetto.

### 3.1. CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI INTERESSATI

L'area di progetto, come già evidenziato, ricade in tre bacini principali, mostrati in Figura 3-2 e descritti in dettaglio nei paragrafi successivi:

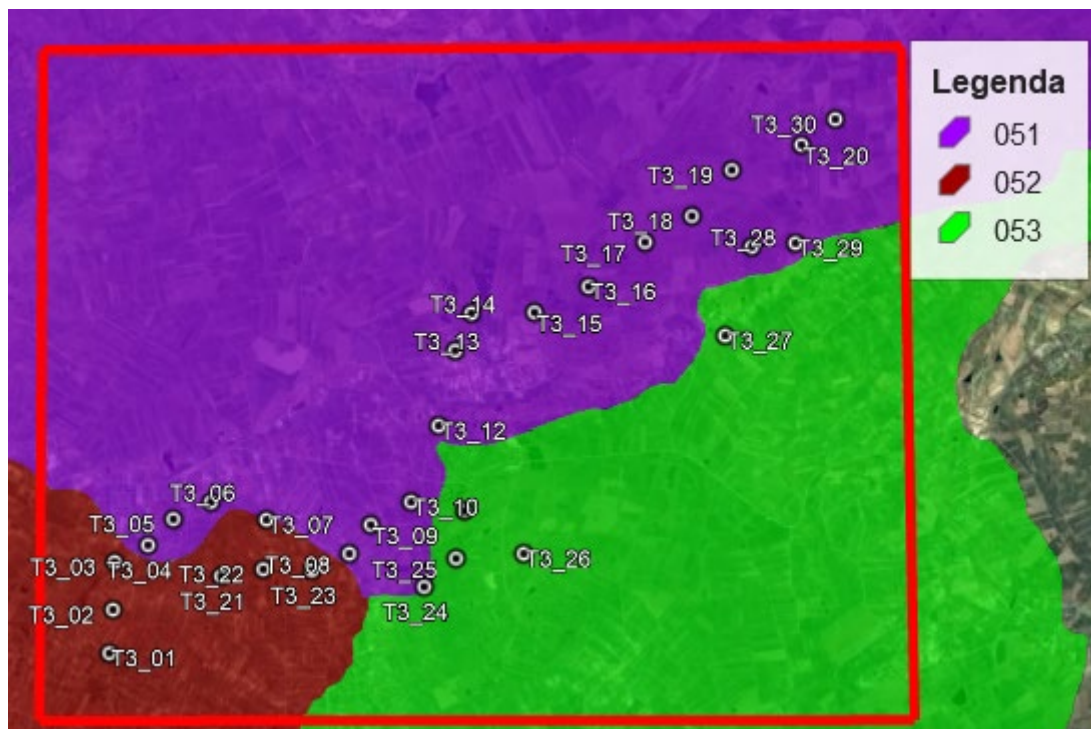


Figura 3-2: Bacini idrografici principali interessati dall'impianto eolico di Trapani 3

#### 3.1.1. BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME BIRGI (051)

Il bacino del Fiume Birgi ricade nel versante occidentale della Regione Sicilia ed occupa una superficie di 336 km<sup>2</sup>.

La forma dell'area in esame è subrettangolare, con una direzione di allungamento NE-SO e

con una appendice nord-occidentale costituita dalla foce del fiume Chinisia-Birgi. Rispetto alla direzione di allungamento, l'area raggiunge la sua massima larghezza, pari a circa 27 km, nella porzione centrale; nella parte settentrionale, invece, la larghezza si riduce sensibilmente, fino a circa 9 km, nella porzione Nord-orientale.

Confina con il Bacino Fiume Lenzi a Nord ed il Bacino del Fiume Màzaro a Sud-Est.

Dal punto di vista amministrativo, il bacino insiste sui territori di otto comuni della provincia di Trapani (Buseto Palizzolo, Calatafimi, Erice, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco, Salemi e Trapani). Il bacino copre circa il 34% dell'area del comune di Marsala e circa l'1% di quella di Mazara del Vallo.

In questo bacino si prevede l'installazione delle turbine: T3\_04, T3\_05, T3\_06, T3\_07, T3\_08, T3\_09, T3\_10, T3\_12, T3\_13, T3\_14, T3\_15, T3\_16, T3\_17, T3\_18, T3\_19, T3\_20, T3\_24, T3\_28, T3\_29 e T3\_30.



**Figura 3-3: Inquadramento territoriale del bacino del Fiume Birgi**

### **3.1.1.1. MORFOLOGIA**

Il territorio interessato dal bacino idrografico del Fiume Birgi e dall'area territoriale contigua è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con pendenze blande, anche se non mancano paesaggi aspri e accidentati, nella zona montana, né ampie pianure costiere, spianate dall'azione del mare nel periodo Quaternario.

Un aspetto morfologico rilevante è la presenza delle saline di Trapani e Paceco, specchi di mare a bassissima profondità, che si trovano in un'antica piana alluvionale invasa dalle acque marine. Il sito, che si estende tra la foce del vecchio corso del Fiume Birgi e quella del Fiume Lenzi Baiata, costituisce una delle più importanti aree umide costiere della Sicilia occidentale, occupato in gran parte da saline coltivate in maniera tradizionale, con pantani e campi coltivati in aree marginali.

Tra i principali elementi morfologici che contraddistinguono il territorio in studio si individuano i terrazzi marini di età quaternaria, che interessano soprattutto l'area territoriale, sviluppandosi, con pendenze molto blande, dalla linea di costa verso l'interno, fino a quote massime di circa 140 m s.l.m.

In particolare sono distinguibili, in base alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, diversi ordini di terrazzi costieri: a quote comprese tra 0 e 10 m, a quote comprese tra 10 e 125 m s.l.m., ed il Grande Terrazzo Superiore, limitato alla fascia più interna, fino a quote di circa 140 m s.l.m.

Tale morfologia ad andamento subpianeggiante, che con debole acclività risale dalla linea di costa fino a quote di circa 100 m, è interrotta, trasversalmente, dai gradini corrispondenti agli orli dei terrazzi e da strutture calcarenitiche più rilevate come quella di Timpone Cutusio, di oltre 20 m più elevato del circostante terrazzo; longitudinalmente la continuità morfologica è invece interrotta dalle incisioni fluviali del Fiume Chinisia-Marcanzotta, del F. Birgi e del T. Verderame.



Un elemento morfologico di notevole rilevanza, seppure di origine antropica, è invece rappresentato dalle numerose cave di calcarenite presenti diffusamente nei territori in studio. Si tratta in prevalenza di cave a cielo aperto ormai quasi del tutto inutilizzate, e spesso riempite da materiali di risulta delle lavorazioni di estrazione.

Verso le aree più interne, le pianure costiere di natura calcarenitica ed i terrazzi marini lasciano il posto ai depositi prevalentemente plastici di età miocenica e pliocenica, caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato. Lungo tali versanti, il principale processo morfodinamico è quello legato allo scorrimento delle acque libere e all'erosione e al trasporto solido delle acque incanalate.

Laddove affiorano i terreni lapidei costituiti dalle calcilutiti del Cretaceo-Oligocene, la morfologia è rappresentata da rilievi modesti (la quota massima è di 751 m s.l.m. di Montagna Grande) ma dai versanti acclivi, a volte associati a fasce detritiche; i principali processi geomorfologici che interessano questi terreni sono la disgregazione fisica e l'erosione delle masse litoidi, con conseguenti frane di crollo e ribaltamento.

Alla luce di quanto sopra detto, i fenomeni di dissesto nell'area territoriale in studio sono piuttosto rari e poco estesi arealmente. I pochi dissesti individuati sono riconducibili a fenomeni di soliflusso e di colamento lento, e più raramente a fenomeni di tipo scorrimento o frane complesse. Si osservano infine alcune frane di crollo lungo i fronti calcarei o calcarenitici subverticali.

### **3.1.1.2. IDROGRAFIA**

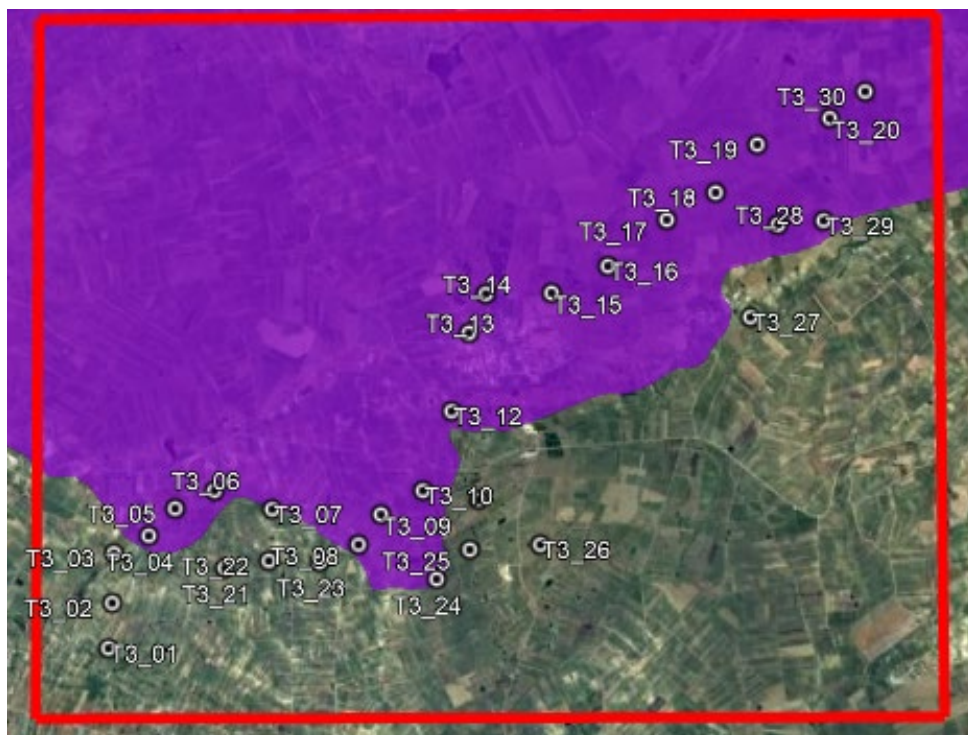
Nella zona di monte il Fiume Birgi consta di due rami; il ramo settentrionale, che nasce dai rilievi collinari di M. Murfi (510 m s.l.m.) e Piano Neve, dopo il primo tratto in cui prende il nome di F. Fittasi, prosegue con il nome di Fiume Bordino.

Il ramo meridionale, che nasce dal complesso di Montagna Grande, è interessato nel suo percorso dal serbatoio Rubino. Da monte verso valle comprende due tratti: il primo, denominato T. Fastai, è incassato tra Montagna Grande ed i rilievi di c.da Baglietto e le sue acque defluiscono quasi interamente nell'invaso, a valle dello sbarramento resta infatti solo un tratto, inferiore ad un chilometro, che confluisce nel F. della Cuddia; il secondo tratto, costituito dal F. della Cuddia, scorre in direzione E-O fra i rilievi di Timpone delle Guarine e della Montagnola della Borrania a Sud e quelli di Timpone di Fittasi e c.da Tammareddara a Nord.

Il F. della Cuddia confluisce con il ramo settentrionale del Birgi denominato F. di Bordino, proseguendo, sempre con direzione E-O, con il nome di F. di Borrania prima e F. della Marcanzotta poi.

L'asta prosegue ancora, con un'inalveazione artificiale ad andamento rettilineo che esclude l'ultimo tratto del vecchio corso del Birgi, sotto il nome di F. Chinisia. Del vecchio corso del F. Birgi resta, pertanto, soltanto la vecchia foce, alimentata da pochi e brevi tributari.

Il bacino imbrifero del Fiume Birgi nel complesso presenta una forma approssimativamente rettangolare, il reticolo idrografico è di tipo subdendritico, con una densità maggiore nelle aree argillose, mentre è poco ramificato in corrispondenza dei terreni permeabili. In particolare, in corrispondenza dei calcarenitici, affioranti soprattutto nell'Area Territoriale, l'area è drenata superficialmente da alcuni fossi e linee di impluvio di scarsa importanza, mentre l'unico impluvio di una certa rilevanza è il T. Verderame.



**Figura 3-4: Bacino idrografico del Fiume Birgi**

**3.1.1.3. PLUVIOMETRIA E CLIMATOLOGIA**

La caratterizzazione del clima del territorio del bacino del Fiume Birgi è basata sui dati delle stazioni termo-pluviometriche o pluviometriche ricadenti nel bacino o in zone circostanti tra cui: Birgi Nuovo, Borgo Fazio, Calatafimi, Diga Rubino, Fastaia e Marsala.

La temperatura e la pioggia sono misurate dalle stazioni di Calatafimi e Marsala, stazioni termo-pluviometriche, mentre le altre stazioni sono solamente pluviometriche.

La temperatura media annuale dell'area (su dato storico 1965-1994) varia tra i 17,4 gradi misurati a Calatafimi e i 17,6 gradi misurati nella stazione di Marsala, più vicina al sito. La misura della temperatura, individuata solamente in due stazioni, non permette di evidenziare eventuali variazioni all'interno del bacino.

La piovosità media è nella fascia di 460-560 mm all'anno.

Di seguito si riportano i dati termo-pluviometrici della stazione di Marsala, comune in cui si sviluppa parzialmente l'impianto eolico:

**Tabella 2: Dati stazione termo-pluviometrica di Marsala**

Mese	Stazione di Marsala	
	Temperatura media [°C]	Piovosità media [mm]
Gennaio	11,3	61,4
Febbraio	11,6	60,0
Marzo	12,8	42,7
Aprile	15,1	38,6
Maggio	18,4	18,7
Giugno	21,6	5,6
Luglio	24,4	3,4
Agosto	25,0	7,6
Settembre	22,5	42,2
Ottobre	19,7	68,4
Novembre	16,0	65,7
Dicembre	12,5	75,3
Annuale	17,6	479,6

### **3.1.2. AREA TERRITORIALE TRA IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME BIRGI E IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME MÀZARO (052)**

L'area territoriale tra il bacino del fiume Birgi e il bacino del fiume Mázaro ricade nel versante occidentale della Regione Sicilia e occupa una superficie di 241 km<sup>2</sup>.

La forma dell'area territoriale in esame è subrettangolare, con una direzione di allungamento N-S e con una appendice sud-occidentale che si estende poco a Nord della foce del fiume Mázaro. L'area raggiunge quindi la sua massima larghezza, pari a circa 14 km, nella porzione centro-meridionale; nella parte settentrionale, invece, la larghezza si riduce sensibilmente, fino a circa 3 km, immediatamente a Sud della foce del Fiume Birgi.

Confina con i bacini del Fiume Birgi a Nord-Est ed il Bacino del Fiume Mázaro a Sud-Est.

Dal punto di vista amministrativo, il bacino insiste sui territori di tre comuni della provincia di Trapani (Marsala, Mazara del Vallo e Petrosino). Il Bacino copre circa il 58% dell'area del comune di Marsala e circa il 20% di quella di Mazara del Vallo.

In questo bacino, si prevede l'installazione delle turbine: T3\_01, T3\_02, T3\_03, T3\_21, T3\_22 e T3\_23.



**Figura 3-5: Inquadramento dell'area territoriale tra il bacino del fiume Birgi e il bacino del fiume Mázaro**

#### **3.1.2.1. MORFOLOGIA**

Il territorio interessato dall'area in esame, compresa tra il bacino idrografico del Fiume Birgi e il bacino idrografico del Fiume Mázaro, è piuttosto vasto e caratterizzato, tuttavia, da lineamenti morfologici pressoché costanti e regolari, tipici delle ampie pianure costiere modellate e spianate dall'azione del mare nel periodo Quaternario. Tali superfici pianeggianti, soltanto nelle aree più interne, lasciano il posto a morfologie di tipo collinare, ma sempre con rilievi molto modesti e con pendenze molto blande.

Un aspetto morfologico rilevante è la presenza della laguna dello Stagnone di Marsala, uno specchio di mare a bassissima profondità racchiuso tra la costa del marsalese e l'Isola Grande antistante ad essa, che è in realtà un'antica piana alluvionale invasa dalle acque marine. L'intera zona finora ha subito alterazioni urbanistiche solo parziali e si presenta pertanto in condizioni di equilibrio, occupata, per buona parte della costa e dell'isola Grande, da saline in parte abbandonate.

I principali elementi morfologici che contraddistinguono il territorio in studio sono rappresentati dai terrazzi marini di età quaternaria che, con pendenze molto blande, si sviluppano dalla linea di costa verso l'interno, fino a quote di circa 150 m s.l.m.

In particolare, è possibile individuare tutta una serie di terrazzi costieri, a quote comprese tra 0 e 100-120 m s.l.m., ed il Grande Terrazzo Superiore nella fascia più interna, a quote superiori.

La morfologia dell'area in studio è pertanto caratterizzata da un andamento subpianeggiante,

debolmente ondulato, che degrada dolcemente in direzione della linea di costa; tale regolarità morfologica è interrotta, localmente, soltanto dai gradini corrispondenti agli orli dei terrazzi e dalle rare incisioni fluviali. Un elemento morfologico di notevole rilevanza, seppure di origine antropica, è invece rappresentato dalle numerose cave di calcarenite presenti diffusamente nei territori in studio. Si tratta di cave a fossa, a cielo aperto, e di cave sotterranee, a gallerie e pilastri, ormai quasi del tutto inutilizzate, e spesso riempite da materiali di risulta delle lavorazioni di estrazione.

Verso le aree più interne, le pianure costiere di natura calcarenitica ed i terrazzi marini lasciano il posto ai depositi prevalentemente plastici di età miocenica e pliocenica, caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato.

Le quote più elevate all'interno dell'area in studio raggiungono al massimo i 160 m s.l.m. e si rinvergono in corrispondenza delle strutture morfologiche, tipiche dell'area trapanese e marsalese, denominate "Timponi"; in generale si tratta di modesti rilievi di natura calcarenitica e sabbioso-conglomeratica, che si ergono di alcuni metri rispetto alle superfici terrazzate circostanti, e che sono riconducibili a strutture morfologiche formatesi in ambiente deposizionale di spiaggia e di dune costiere. Tra i più rilevanti si ricordano la struttura di Timpone Cutusio e la struttura di Collo d'Oca-Granatello.

Le pendenze dei versanti sono molto modeste, sia in corrispondenza degli affioramenti calcarenitici, modellati e spianati dall'azione del mare quaternario, sia in corrispondenza degli affioramenti argillosi, caratterizzati da versanti con forme blande e mammellonari.

Alla luce di quanto sopra detto, i fenomeni di dissesto nell'area territoriale in studio sono pressoché assenti. Gli unici dissesti individuati sono riconducibili a frane di crollo lungo i fronti calcarenitici subverticali presenti lungo alcune zone litorali e a problemi di sprofondamento e cedimento del suolo a seguito della presenza di cave sotterranee interessate da cedimenti dei pilastri e delle coperture sovrastanti.

Ad esclusione di tali fenomeni, peraltro di limitata estensione, non si sono riscontrati fenomeni di dissesto rilevanti.

### **3.1.2.2. IDROGRAFIA**

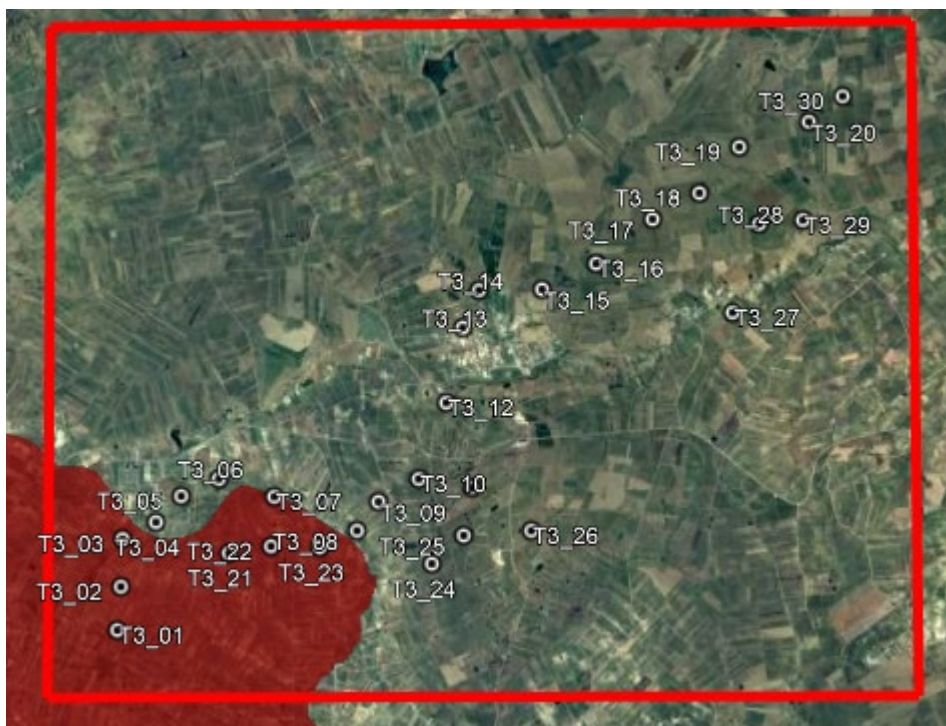
L'area compresa tra i bacini imbriferi del Fiume Birgi e del Fiume Màzaro presenta una forma approssimativamente rettangolare, con una quota massima di circa 160 metri s.l.m. nei pressi di Timpone Mezz'Impero ed una quota minima di 0 metri s.l.m. lungo la fascia costiera.

L'idrografia superficiale è piuttosto scarsa ed è appena individuabile nelle aree argillose, mentre è poco sviluppata in corrispondenza dei terreni calcarenitici. L'area è drenata superficialmente da alcuni fossi e linee di impluvio di scarsa importanza (T.te Bucaro, T. Iudeo) mentre l'unico impluvio di una certa rilevanza è la Fiumara di Marsala o Fiume Sossio. Si tratta di una fiumara che sottende un bacino di circa 31 Km<sup>2</sup>, e che si sviluppa per circa 15 Km di lunghezza attraversando, con direzione prevalente E-W, la porzione centro-meridionale del territorio comunale di Marsala.

Tale corso d'acqua ha un regime idrologico di tipo torrentizio, con deflussi superficiali esigui o del tutto assenti nei periodi estivi, mentre nelle stagioni piovose può essere soggetto anche a piene di una certa entità.

Da ricordare infine è la presenza di alcuni impluvi ad andamento lineare, denominati "saie", che incidono la porzione più superficiale ed alterata dei terreni calcarenitici, ma che presentano portate molto modeste e misurabili soltanto in occasione di eventi meteorici

particolarmente abbondanti.



**Figura 3-6: Area territoriale tra il bacino idrografico del fiume Birgi e il bacino idrografico del fiume Mazzo**

### **3.1.2.3. PLUVIOMETRIA E CLIMATOLOGIA**

La caratterizzazione del clima del territorio dell'area territoriale tra il bacino del fiume Birgi e il bacino del fiume Mazzo è basata sui dati delle stazioni termo-pluviometriche o pluviometriche ricadenti nel bacino o in zone circostanti tra cui: Marsala, Castelvetrano, Birgi Nuovo, Ciavolo e Petrosino.

La temperatura e la pioggia sono misurate dalle stazioni di Marsala e Castelvetrano, stazioni termo-pluviometriche, mentre le altre stazioni sono solamente pluviometriche.

La temperatura media annuale dell'area (su dato storico 1965-1994) varia tra i 17,6 gradi misurati nella stazione di Marsala, più vicina al sito e i 17,8 gradi misurati nella stazione di Castelvetrano. La misura della temperatura, individuata solamente in due stazioni, non permette di evidenziare eventuali variazioni all'interno del bacino.

La piovosità media è nella fascia di 440-530 mm all'anno.

Di seguito si riportano i dati termo-pluviometrici della stazione di Marsala, comune in cui si sviluppa parzialmente l'impianto eolico e, per confronto, i dati pluviometrici della stazione di Ciavolo, località contigua al sito:

**Tabella 3: Dati stazioni di Marsala e Ciavolo**

Mese	Stazione di Marsala		Stazione di Ciavolo
	Temperatura media [°C]	Piovosità media [mm]	Piovosità media [mm]
Gennaio	11,3	61,4	64,9
Febbraio	11,6	60,0	65,0
Marzo	12,8	42,7	47,7
Aprile	15,1	38,6	44,1
Maggio	18,4	18,7	18,5
Giugno	21,6	5,6	8,4
Luglio	24,4	3,4	2,9
Agosto	25,0	7,6	6,2
Settembre	22,5	42,2	35,4
Ottobre	19,7	68,4	61,5

Mese	Stazione di Marsala		Stazione di Ciavolo
	Temperatura media [°C]	Piovosità media [mm]	Piovosità media [mm]
Novembre	16,0	65,7	71,3
Dicembre	12,5	75,3	79,8
Annuale	17,6	479,6	505,7

### 3.1.3. BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME MÀZARO E AREA TERRITORIALE TRA IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME MÀZARO ED IL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME ARENA (053)

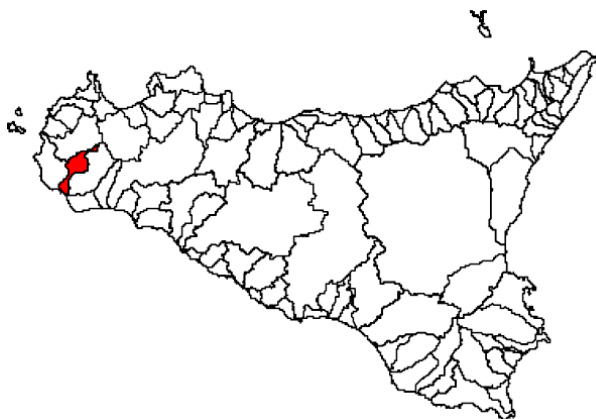
Il Bacino Idrografico del Fiume Mázaro e l'area territoriale tra il bacino del Fiume Mázaro e il bacino del Fiume Arena ricadono nel versante occidentale della Regione Sicilia ed occupano una superficie di circa 130 km<sup>2</sup>.

L'area del bacino presenta una forma allungata in direzione NNE-SSW e presenta una porzione più allargata nella parte centrale.

Confina con il Bacino del Fiume Arena nel settore orientale e con il Bacino del fiume Birgi e l'area Area tra il bacino del Fiume Birgi e il bacino del Fiume Mázaro nel settore occidentale.

Dal punto di vista amministrativo, il bacino insiste sui territori di tre comuni della provincia di Trapani (Marsala, Mazara del Vallo e Salemi). Il Bacino copre circa il 5% dell'area del comune di Marsala e circa il 51% di quella di Mazara del Vallo.

In questo bacino, si prevede l'installazione delle turbine: T3\_11, T3\_25, T3\_26 e T3\_27.



**Figura 3-7. Inquadramento territoriale del bacino del Fiume Mázaro e dell'area territoriale tra il bacino del Fiume Mázaro e il bacino del Fiume Arena**

#### 3.1.3.1. MORFOLOGIA

Il territorio interessato dal bacino idrografico del Fiume Mázaro e dall'area territoriale tra il bacino del Fiume Mázaro e il bacino del Fiume Arena è caratterizzato da lineamenti morfologici pressoché costanti e regolari, tipici delle ampie pianure costiere modellate e spianate dall'azione del mare nel periodo Quaternario. Tali superfici pianeggianti, soltanto nelle aree più interne, lasciano il posto a morfologie di tipo collinare, ma sempre con rilievi molto modesti e con pendenze molto blande.

I principali elementi morfologici che contraddistinguono il territorio in studio sono rappresentati dai terrazzi marini di età quaternaria che, con pendenze molto blande, si sviluppano dalla linea di costa verso l'interno, fino a quote di circa 150 m s.l.m.

In particolare, è possibile individuare tutta una serie di terrazzi costieri, a quote comprese tra 0 e 100-120 m s.l.m., ed il Grande Terrazzo Superiore nella fascia più interna, a quote superiori.

La morfologia è pertanto caratterizzata da un andamento subpianeggiante, debolmente ondulato, che degrada dolcemente in direzione della linea di costa; tale regolarità morfologica è interrotta, localmente, soltanto dai gradini corrispondenti agli orli dei terrazzi e dalle rare incisioni fluviali. Un elemento morfologico di notevole rilevanza, seppure di origine antropica, è invece rappresentato dalle numerose cave di calcarenite presenti diffusamente nei territori in studio. Si tratta di cave a fossa, a cielo aperto, e di cave sotterranee, a gallerie e pilastri, ormai quasi del tutto inutilizzate, e spesso riempite da materiali di risulta delle lavorazioni di estrazione.

Verso le aree più interne, le pianure costiere di natura calcarenitica ed i terrazzi marini lasciano il posto ai depositi prevalentemente plastici di età miocenica e pliocenica, caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato.

Le quote più elevate, comprese tra i 500 e i 712 metri s.l.m. della vetta di M. Polizzo, si rinvencono lungo lo spartiacque settentrionale. All'interno dell'area in esame, invece, si raggiungono quote meno elevate in corrispondenza delle strutture morfologiche, tipiche dell'area trapanese e marsalese, denominate "Timponi"; in generale si tratta di modesti rilievi di natura calcarenitica e sabbioso-conglomeratica, che si ergono di alcuni metri rispetto alle superfici terrazzate circostanti, e che sono riconducibili a strutture morfologiche formatesi in ambiente deposizionale di spiaggia e di dune costiere. Tra i più rilevanti si ricordano la struttura di Timpone Torretta, Timpone del Gesso e Timpone Vanidotti, localizzati lungo lo spartiacque orientale, che raggiungono quote comprese tra i 220 e i 270 metri s.l.m.

Le pendenze dei versanti sono molto modeste sia in corrispondenza degli affioramenti calcarenitici, modellati e spianati dall'azione del mare quaternario, sia in corrispondenza degli affioramenti argillosi, caratterizzati da versanti con forme blande e mammellonari.

Alla luce di quanto sopra detto, i fenomeni franosi sono pressoché assenti. Fatta eccezione per un unico dissesto riconducibile ad una frana di crollo, in territorio di Salemi, gli altri dissesti individuati sono dovuti a deformazioni superficiali lente (o creep), a situazioni di franosità diffusa e a processi dovuti ad erosione accelerata.

Ad esclusione di tali fenomeni, peraltro di limitata estensione, non si sono riscontrate altre tipologie di dissesto rilevanti.

### **3.1.3.2. IDROGRAFIA**

Il bacino del Fiume Màzaro e l'area territoriale tra il bacino del Fiume Màzaro e il bacino del Fiume Arena presentano una forma allungata in direzione NNE-SSW, con una porzione più allargata nella parte centrale. La quota massima di 712 metri s.l.m. è raggiunta lungo lo spartiacque nord-orientale.

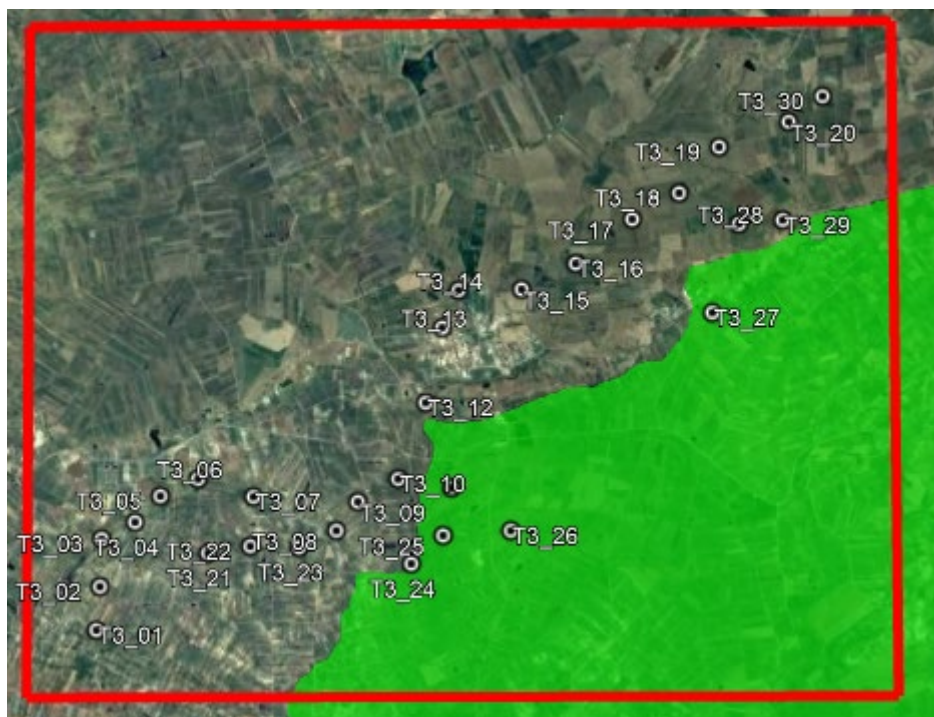
Il Fiume Màzaro presenta un andamento planimetrico dell'alveo che si snoda lungo un percorso di circa 34,5 km, orientato inizialmente in direzione ENE – WSW.

Il Fiume Màzaro nasce dalle pendici di Monte Polizzo (712 m s.l.m.), in territorio comunale di Salemi, e inizialmente assume la denominazione di Fosso Ranchibilotto. Nei pressi di Timpone Monaco, in territorio comunale di Marsala, assume la denominazione di Torrente Iudeo e varia leggermente direzione, proseguendo il suo corso prima con orientamento NNE – SSW e poi N – S.

Alla confluenza, in sinistra idraulica, con il Torrente Bucari, in territorio comunale di Mazara del Vallo, continua il suo percorso con andamento NE – SW e assume la denominazione definitiva di Fiumara Màzaro. Sfocia nel Mar Mediterraneo nei pressi del Porto Canale di Mazara del Vallo.

Il Fiume Màzaro è caratterizzato da un reticolo idrografico dendritico, discretamente gerarchizzato, maggiormente sviluppato in sinistra idraulica, dove il territorio presenta una morfologia meno pianeggiante per la presenza di piccoli rilievi isolati, i cosiddetti Timponi, di cui si è detto nel paragrafo precedente.

L'affluente principale del Fiume Màzaro, in sinistra idraulica, è il Torrente Bucari, caratterizzato anch'esso da un reticolo di tipo dendritico maggiormente sviluppato in sinistra idraulica.



**Figura 3-8: Bacino idrografico del Fiume Mòzaro**

### **3.1.3.3. PLUVIOMETRIA E CLIMATOLOGIA**

La caratterizzazione del clima del territorio del bacino del Fiume Birgi è basata sui dati delle stazioni termo-pluviometriche o pluviometriche ricadenti nel bacino o in zone circostanti tra cui: Borgo Fazio, Calatafimi, Castelvetrano, Ciavolo e Mazara del Vallo.

La temperatura e la pioggia sono misurate dalle stazioni di Calatafimi e Castelvetrano, stazioni termo-pluviometriche, mentre le altre stazioni sono solamente pluviometriche.

La temperatura media annuale dell'area (su dato storico 1965-1994) varia tra i 17,4 gradi misurati a Calatafimi e i 17,8 gradi misurati nella stazione di Castelvetrano, più vicina al sito. La misura della temperatura, individuata solamente in due stazioni, non permette di evidenziare eventuali variazioni all'interno del bacino.

La piovosità media è nella fascia di 480-530 mm all'anno.

Di seguito si riportano i dati termo-pluviometrici della stazione di Castelvetrano ed i dati pluviometrici delle stazioni di Mazara del Vallo e Ciavolo, più vicine all'area di progetto:

**Tabella 4: Dati stazioni di Castelvetrano, Mazara del Vallo e Ciavolo**

Mese	Stazione di Castelvetrano		Stazione di Mazara del Vallo	Stazione di Ciavolo
	Temperatura media [°C]	Piovosità media [mm]	Piovosità media [mm]	Piovosità media [mm]
Gennaio	10,5	73,5	60,8	64,9
Febbraio	11,0	61,9	61,5	65,0
Marzo	12,8	47,7	42,9	47,7
Aprile	15,0	42,0	41,8	44,1
Maggio	19,5	20,1	19,1	18,5
Giugno	23,0	3,4	5,6	8,4
Luglio	26,5	4,5	3,6	2,9
Agosto	26,7	7,0	6,6	6,2
Settembre	23,3	38,8	33,1	35,4



Mese	Stazione di Castelvetro		Stazione di Mazara del Vallo	Stazione di Ciavolo
	Temperatura media [°C]	Piuvosità media [mm]	Piuvosità media [mm]	Piuvosità media [mm]
Ottobre	19,3	79,0	71,9	61,5
Novembre	15,2	65,9	65,2	71,3
Dicembre	11,9	80,3	72,8	79,8
Annuale	17,8	523,0	484,9	505,7

#### 4. STIMA DELLA POSSIBILE CURVA PLUVIOMETRICA

Il presente capitolo ha l'obiettivo di definire la curva di probabilità pluviometrica necessaria 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 Sicilia: Cannarozzo M., D'Asaro F., Ferro V. "Valutazione delle piene in Sicilia" CNR-GNDCI, Palermo 1993.

##### 4.1. MODELLO TCEV

L'osservazione empirica dei campioni dei massimi annuali delle portate al colmo e delle piogge di assegnata durata ha portato a riconoscere l'esistenza di alcuni valori estremamente più elevati degli altri. Per tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, il modello VAPI si fonda sulla legge di distribuzione di probabilità denominata TCEV - Two Component Extreme Value. Tale distribuzione ipotizza che i massimi annuali provengano da una miscela di due popolazioni di eventi: una "ordinaria" e l'altra "straordinaria", rappresentata dai valori campionari più elevati.

Essendo i parametri della distribuzione TCEV pari a 4, risulta elevata l'incertezza della stima ottenuta con le serie storiche in genere disponibili la cui dimensione è spesso limitata. Per ridurre questa incertezza si utilizzano procedure di analisi regionale che permettono di stimare alcuni dei parametri sulla base delle serie storiche di aree indicate come zone e sottozone omogenee.

La procedura VA.PI. considera tre diversi livelli di regionalizzazione in zone e sottozone omogenee.

Nel primo livello di regionalizzazione è stato verificato che la Sicilia è un'unica zona pluviometrica e idrometrica omogenea; di conseguenza, i parametri regionali della distribuzione assumono un valore unico per l'intero territorio siciliano.

Nel secondo livello di regionalizzazione sono state individuate tre sottozone omogenee, che sono risultate coincidenti per l'analisi delle piogge e delle piene.

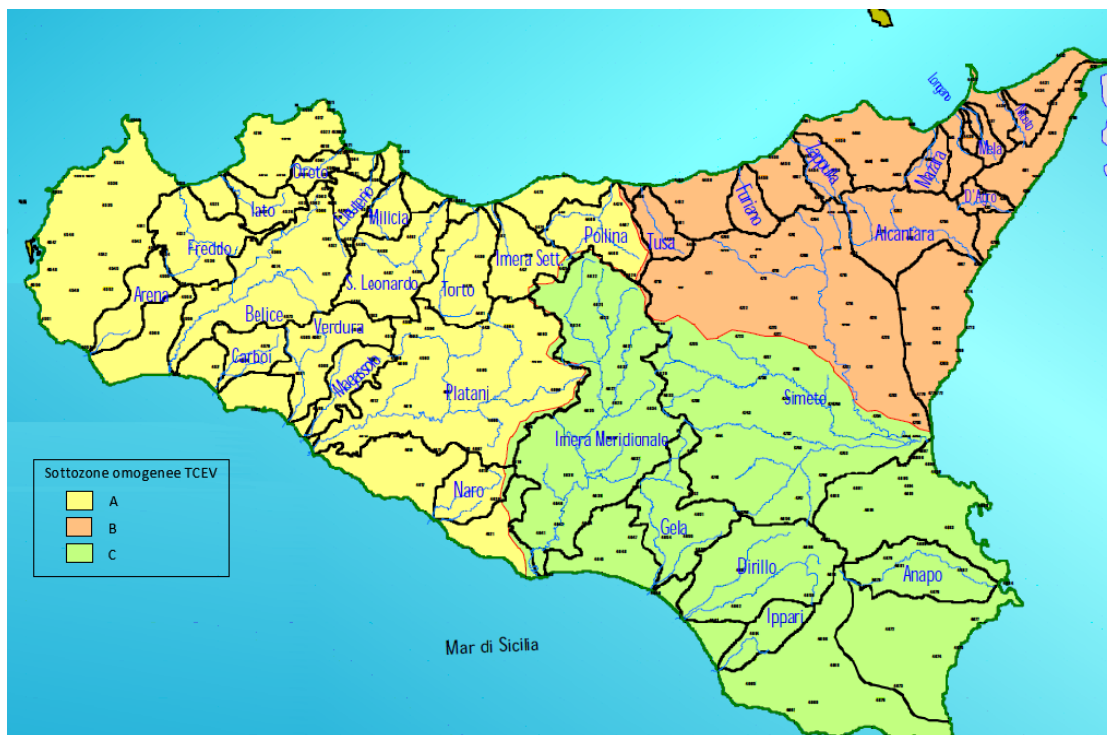


Figura 4-1. Sottozone omogenee

Per ciascuna sottozona e per ciascuno tempo di ritorno  $T \geq 10$  anni sono state dedotte le seguenti espressioni esplicite approssimate:

- Sottozona A

$$h'_{t,T} = 0.5391 - 0.001635t + (0.0002212t^2 + 0.00117t + 0.9966) \log T$$

- Sottozona B

$$h'_{t,T} = 0.5135 - 0.002264t + (0.0001980t^2 + 0.00329t + 1.0508) \log T$$

- Sottozona C

$$h'_{t,T} = 0.5015 - 0.003516t + (0.0003720t^2 + 0.00102t + 1.0101) \log T$$

In cui  $h'_{t,T}$  è il valore dell'altezza di pioggia di fissata durata  $t$  e tempo di ritorno  $T$  rapportata alla media  $\mu$  della TCEV.

L'espressione della curva di probabilità pluviometrica si ottiene, infine, moltiplicando ciascuna delle precedenti equazioni per la legge di variazione della media  $\mu$  del modello TCEV con la durata  $t$ , ovvero:

$$h_{t,T} = h'_{t,T} \cdot \mu(t)$$

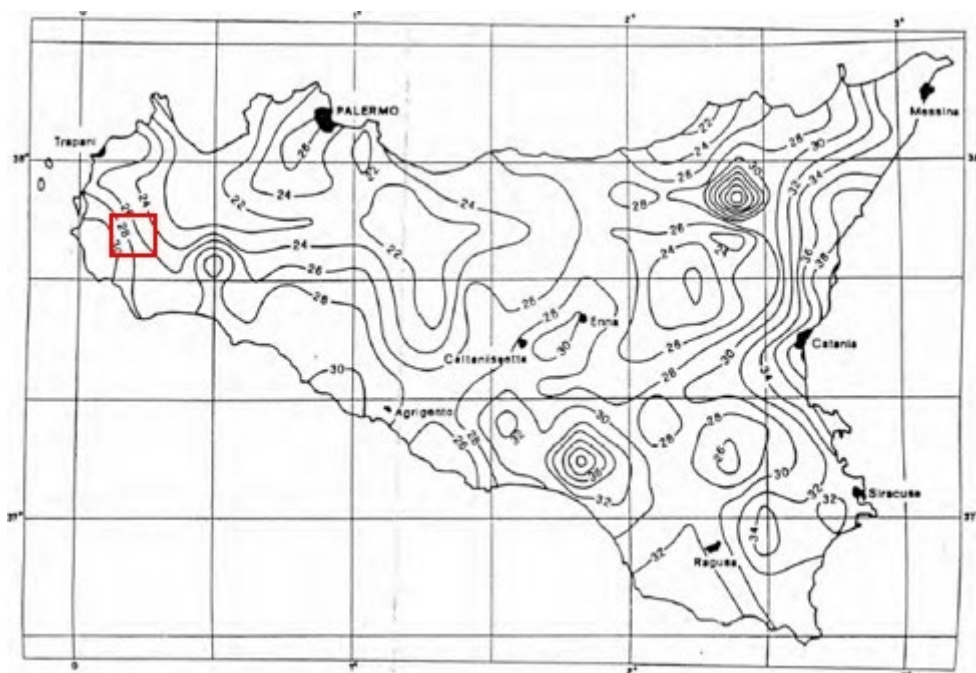
Per quanto concerne la Sicilia, si è notato che la media teorica  $\mu$  e quella campionaria  $m_c$  possono essere considerate coincidenti, pertanto, il terzo livello di regionalizzazione esprime la media campionaria dipendente dalla durata  $t$  secondo la seguente relazione monomia:

$$m_c(t) = a \cdot t^n$$

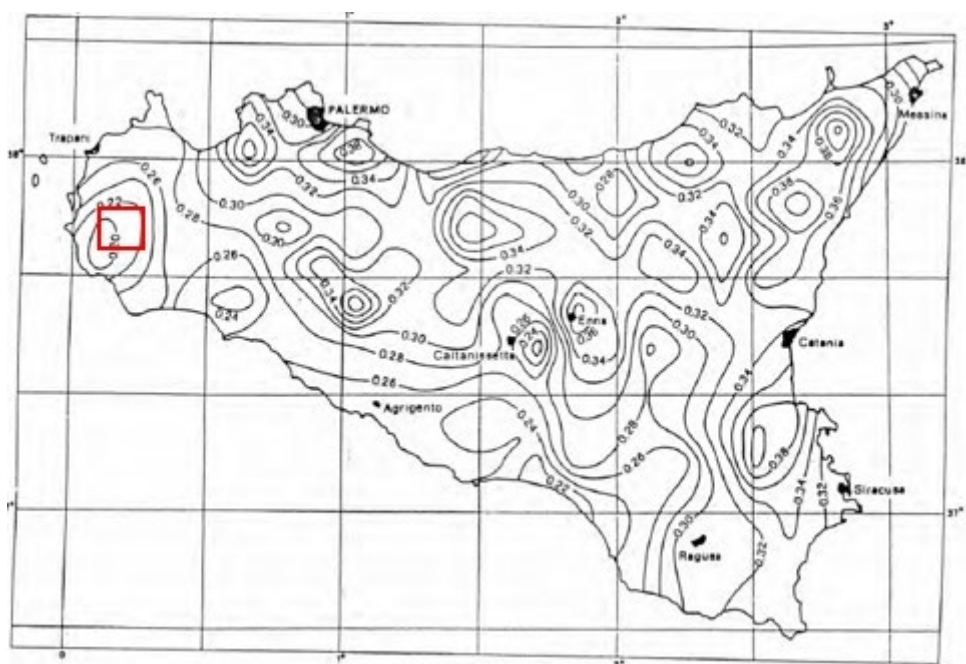
I parametri della suddetta relazione,  $a$  ed  $n$ , sono stati stimati per il territorio siciliano sulla base delle osservazioni delle 172 stazioni pluviografiche presenti sul territorio con almeno 10 anni di dati registrati.

## 4.2. RISULTATI

L'applicazione del modello VA.PI. nel caso in esame ha permesso di stimare i parametri delle curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 200 anni. Nella procedura di calcolo si è applicata la formula inerente alla seconda regionalizzazione propria della sottozona A, nella quale ricade tutta l'area di impianto. Per quanto concerne invece i parametri propri del terzo livello di regionalizzazione, si è fatto riferimento alle tavole allegate al modello VA.PI. riportanti le curve *iso-a* e *iso-n* per il territorio siciliano, di seguito riportate con indicazione dell'area d'indagine in rosso.



**Figura 4-2. Carta delle iso-a**



**Figura 4-3. Carta delle iso-n**

Dato che l'area di impianto ricade in varie curve iso-a e iso-n, sono stati utilizzati i seguenti valori, considerando le iso in cui ricadessero più aerogeneratori e che garantissero un risultato più conservativo:

$$a = 28 \quad n = 0.22$$

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

Impianto Eolico di Trapani 3

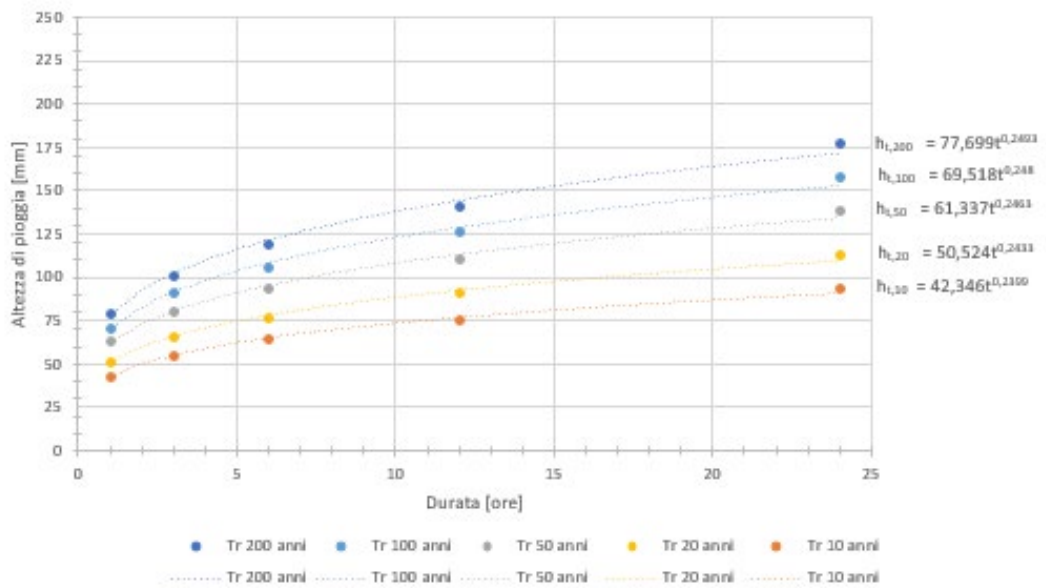


Figura 4-4: Curve di possibilità pluviometrica

## **5. OPERE IN PROGETTO E RETICOLO IDROGRAFICO**

In sede di realizzazione del nuovo impianto, saranno da realizzare opere idrauliche per la viabilità di nuova realizzazione che, comunque, avrà uno sviluppo limitato rispetto a quella esistente da adeguare. Sarà posta particolare attenzione alla realizzazione delle opere di scarico delle acque intercettate dalla viabilità, prediligendo la realizzazione di punti di scarico compatibili con il regime idrico superficiale esistente.

### **5.1. VIABILITÀ E BACINI SCOLANTI**

Le porzioni dei sopracitati bacini intercettate dalla viabilità proposta dell'impianto eolico di Trapani 3 vengono definiti bacini scolanti e la relativa portata in deflusso sarà gestita dalla rete di drenaggio dell'impianto. La viabilità esistente, infatti, sarà opportunamente adeguata in funzione della costruzione e dell'esercizio del nuovo impianto e sarà dotata di opere di intercettazione e allontanamento delle acque meteoriche in favore dei più vicini impluvi esistenti.