

PROPONENTE

## Repower Renewable Spa

Via Lavaredo, 44  
30174 Mestre (VE)

**REPOWER**  
L'energia che ti serve.

PROGETTAZIONE



Sinergo Spa - via Ca' Bembo 152  
30030 - Maerne di Martellago - Venezia - Italy  
tel 041.3642511 - fax 041.640481

sinergospa.com - info@sinergospa.com

Numero di commessa interno progettazione: 20032

Progettista :  
Ing. Filippo Bittante



**TENPROJECT**

Tenproject Srl - via De Gasperi 61  
82018 S. Giorgio del Sannio (BN)  
t +39 0824 337144 - f +39 0824 49315  
tenproject.it - info@tenproject.it

N° COMMESSA

# 1443

**PARCO EOLICO "BORGO CHITARRA"**  
**LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI**  
**COMUNI DI MAZARA DEL VALLO E MARSALA**

PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE

ELABORATO

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA  
RELAZIONE IDROLOGICA

CODICE ELABORATO

# 0.5.0

NOME FILE

1443-PD\_A\_0.5.0\_DOC\_r00

| REV. | DATA       | DESCRIZIONE REVISIONE | REDATTO | VERIFICA           | APPROVAZIONE          |
|------|------------|-----------------------|---------|--------------------|-----------------------|
| 00   | Marzo/2021 | PRIMA EMISSIONE       | SL      | Geom. E. Cossalter | Ing. Filippo Bittante |



## **INDICE**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. PREMESSA</b>                                    | <b>3</b>  |
| <b>2. STATO DEI LUOGHI</b>                            | <b>4</b>  |
| 1.1 Caratteristiche del bacino idrografico            | 4         |
| 1.2 Quadro d'unione CTR in scala 1:10.000             | 5         |
| 1.3 Morfologia  | 6         |
| <b>3. RETICOLO IDROGRAFICO</b>                        | <b>7</b>  |
| 1.4 Reticolo idrografico                              | 7         |
| 1.5 Interferenze con il reticolo e bacini idrografici | 8         |
| <b>4. CLIMATOLOGIA</b>                                | <b>16</b> |
| 1.6 Stazioni di di riferimento                        | 16        |
| 1.7 Clima   | 17        |
| 1.8 Termometria                                       | 17        |
| 1.9 Pluviometria                                      | 19        |
| 1.10 Permeabilità e porosità                          | 21        |
| <b>5. CONCLUSIONI</b>                                 | <b>23</b> |

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA**

REALIZZAZIONE IMPIANTO EOLICO "BORGO CHITARRA"

MAZARA DEL VALLO E MARSALA (TP)

PROGETTO DEFINITIVO



## **1. PREMESSA**

Il progetto cui la presente relazione idrologica fa riferimento riguarda la realizzazione di un impianto eolico costituito da otto aerogeneratori da 6 Mw che saranno installati nel territorio del Comune di Mazara del Vallo (TP) in località "Borgo Chitarra".

Le opere di connessione alla rete elettrica nazionale si svilupperanno dall'impianto fino alla Località "Case San Nicola" sita nel territorio del Comune di Marsala (TP) dove è in corso di realizzazione la stazione Terna denominata "Partanna 2" e dove si prevede di realizzare la Stazione Utente per la consegna dell'energia elettrica.

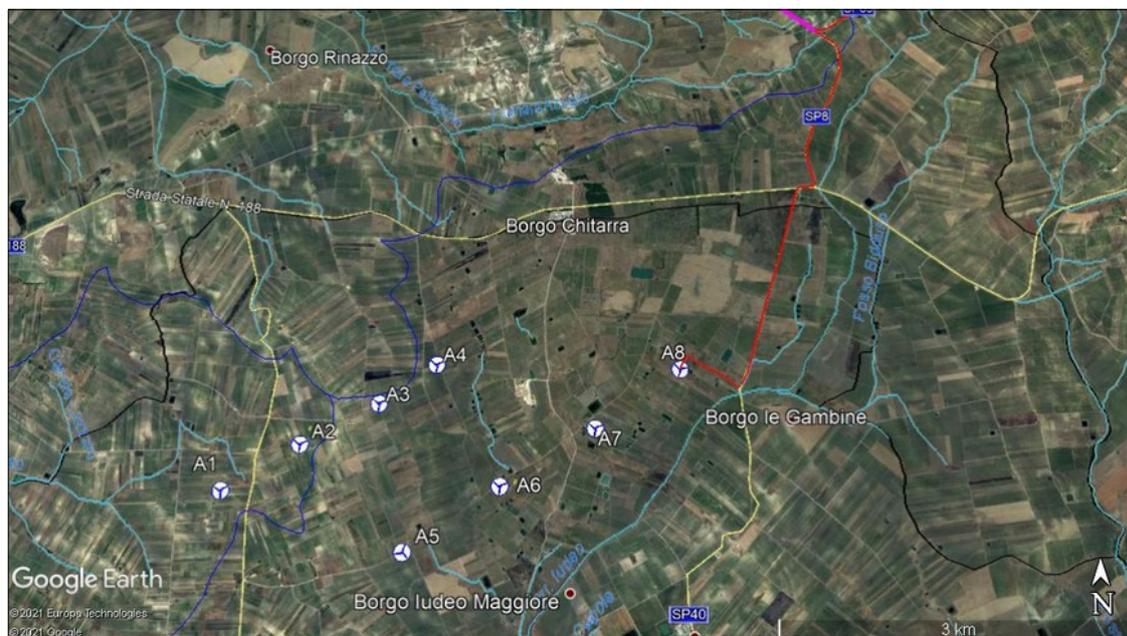
A queste opere d'arte principali si affiancano le opere secondarie di supporto rappresentate dal rifacimento/adeguamento della viabilità esistente necessaria al transito dei mezzi di trasporto e la realizzazione di quelle opere idrologico-idrauliche necessarie a non alterare il regime idrologico delle aree interessate dagli interventi.

Nella presente relazione sarà evidenziato il regime termopluviometrico della zona facendo riferimento alle più vicine stazioni di misura che hanno registrato dati significativi per un periodo di vent'anni. Sarà data evidenza delle interferenze del reticolo idrografico con le opere d'arte principali e secondarie e saranno forniti gli elementi ed i dati propedeutici alla redazione della successiva relazione idraulica di verifica e dimensionamento di pozzetti, canali ed attraversamenti.

## 2. STATO DEI LUOGHI

### 2.1. CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO

Gli aerogeneratori, denominati con le sigle A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, ricadono sul territorio del Comune di Mazara del Vallo (TP) in località "Borgo Chitarra" in due differenti bacini idrografici.

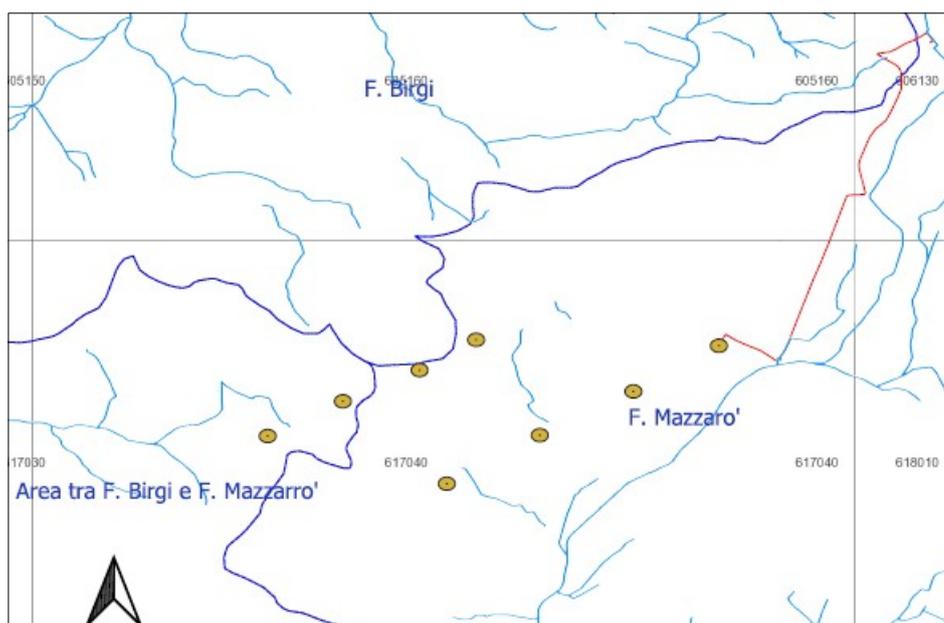


Reticolo idrografico



Limite Bacini Idrografici

Nello specifico gli aerogeneratori A1 ed A2 saranno realizzati nella porzione Est dell'area d'impianto all'interno del Bacino Idrografico dell'area compresa tra il Fuime Birgi ed il Fiume Mazzarò mentre i restanti aerogeneratori e la stazione Utente ricadranno all'interno del Bacino idrografico del Fiume Mazzarò.



Limite bacini idrografici

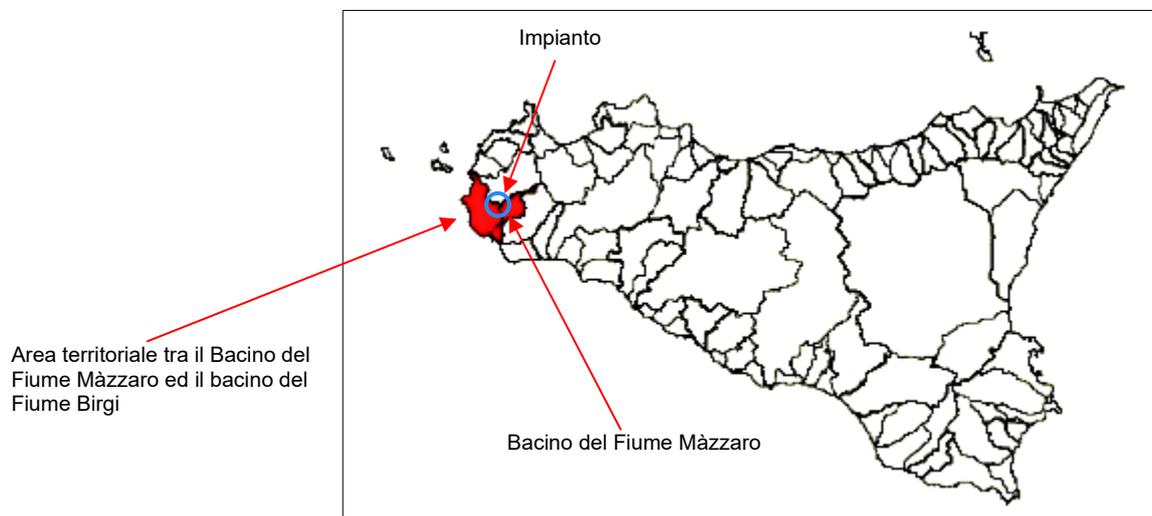


Reticolo idrografico



Cavidotto

Il Bacino Idrografico del Fiume Mazzaro e l'area territoriale tra il bacino del Fiume Mazzaro e il bacino del Fiume Birgi ricadono nella porzione più occidentale della Sicilia interessando i comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi tutti in Provincia di Trapani. La loro superficie non è molto estesa, il primo si aggira sui 130 kmq mentre il secondo risulta essere quasi il doppio del primo 241 Kmq.

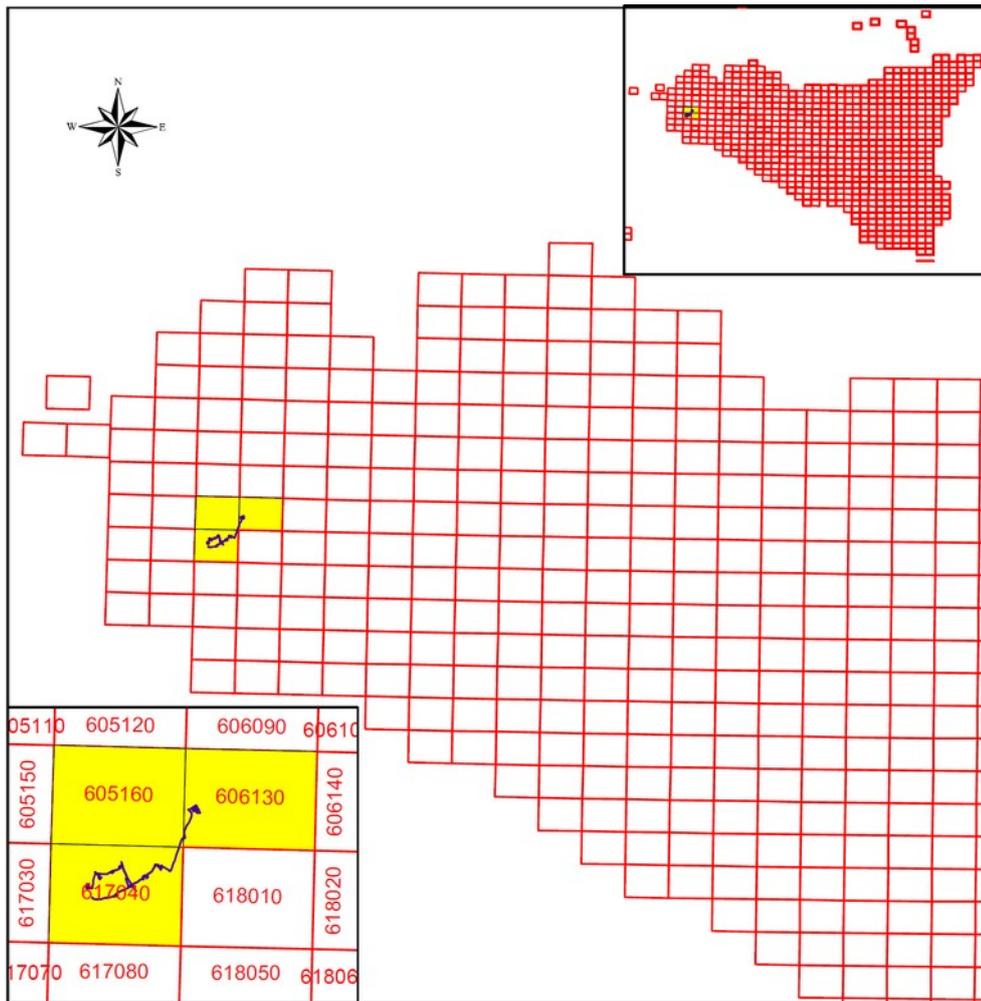


## 2.2. QUADRO D'UNIONE CTR IN SCALA 1:10.000

La base cartografica sulla quale sono riportati gli elaborati di analisi e sintesi è la Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 perché risulta la più affine, tra le cartografie ufficiali analizzate, alla morfologia e idrografia dei luoghi interessati dal progetto. Inoltre essendo la restituzione grafica di voli più recenti è sicuramente più rappresentativa dei cambiamenti operati dalla natura e dall'uomo. Per ultimo ma non per questo meno importante è la grande scala di rappresentazione (1:10.000) rispetto ad altre cartografie a scala minore (1:25.000) che permette di apprezzare con maggior dettaglio pendenze e morfologie degli elementi riportati in carta (curve di livello, fabbricati, impluvi ecc.).

Dal punto di vista cartografico l'impianto eolico con le opere di connessione e la stazione utente ricadono sulle seguenti Sezioni della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000:

- 606130
- 605160
- 617040



**2.3. MORFOLOGIA**

Il layout d’impianto si sviluppa su un’area caratterizzata da una morfologia collinare caratterizzata da rilievi di modesta entità che sormontano ampie zone morfologicamente pianeggianti. I rilievi maggiori presenti nelle aree studiate sono stati rilevati a Baglio Chitarrà (146 m.), nei pressi di Casa Santa Maria (176 m.), a nord-est di Baglio Messinello a monte della Stazione Utente (252,5 m.), a Case Angileri (157,2 m.) accanto l’aerogeneratore A1, nei pressi dell’aerogeneratore A2 (161,5 m.), nelle restanti aree le quote sono nettamente inferiori.

Ad eccezione degli Aerogeneratori A1, A2 ed A3 tutti gli altri s’imposteranno a quote comprese tra i 90 ed 110 metri sul livello del mare nella ampia spianata pressoché pianeggiante con quote che degradano gradualmente in direzione nord/est verso il Torrente “Iudeo” .

La morfologia dei luoghi è frutto prevalentemente dell’azione di disgregazione operata dagli agenti morfodegradanti che hanno eroso i rilievi e lasciato depositare nelle depressioni i prodotti di disfacimento colmandole e rendendo sub-pianeggianti le aree in esame.

La natura prevalentemente coesiva dei depositi presenti in superficie o a pochi metri di profondità determina, in condizioni particolari, una elevata propensione alla loro erosione e pertanto ai fenomeni di peneplanazione.

Le pendenze dei versanti non sono elevate e sono coerenti con le litologie presenti. Non si rilevano dissesti degni di nota anche se le cartografie del PAI (Piano per l’Assetto Idrogeologico) riportano in prossimità dell’aerogeneratore A6, in una zona perfettamente

pianeggiante e priva di dissesti, un'area a franosità diffusa che si ritiene essere solo un errore di rilievo. Nelle restanti aree non sono presenti e non sono state rinvenute sulla cartografie ufficiali movimenti di massa di alcun tipo, dissesti o forme di erosione accelerata.



Area a franosità diffusa

L'azione di modellamento della morfologia dei luoghi ad opera dell'uomo in molti casi è stato determinante sulla conformazione del reticolo idrografico. Si è rilevato che in alcuni punti specifici i corsi d'acqua naturali sono stati deviati dal loro corso originario sui confini di alcuni fondi per consentirne un miglior sfruttamento, sono stati approfonditi e sagomati appositi canali per drenare le acque dalle zone sub-pianeggianti a valle degli aerogeneratori, sono state convogliate le acque di ruscellamento per il riempimento degli invasi artificiali. In altri casi, come nell'area prossima all'aerogeneratore A6, la realizzazione di una strada priva di opere di regimentazione idraulica ha determinato la formazione di un'area che si allaga, in quanto la stessa strada costituisce uno sbarramento al naturale deflusso delle acque provenienti da monte.

In definitiva si ritiene che le opere in progetto non interferiranno con la morfologia dei luoghi in quanto non saranno aperte nuove piste adeguando la viabilità esistente e saranno realizzate strutture (piazze) che ricalcheranno la morfologia sub-pianeggiante delle aree.

### 3. RETICOLO IDROGRAFICO

#### 3.1. RETICOLO IDROGRAFICO

Le aree su cui saranno realizzati gli aerogeneratori e le infrastrutture dell'impianto essendo prossime agli spartiacque naturali fra due bacini idrografici ed in alcuni casi sopra gli spartiacque stessi sono caratterizzate da una bassa densità di drenaggio.

Il reticolo idrografico è costituito per lo più da impluvi di modesta entità con fondo piatto e poco inciso che sono sede di scorrimento solo durante il periodo delle piogge mentre per il restante periodo dell'anno sono privi d'acqua.

Il loro decorso ha una direzione prevalente con direzione di scorrimento Nord-est Sud-ovest e tutti confluiscono nell'asta principale che è rappresentata dal "Torrente Iudeo" affluente della Fiumara Màzzaro.

L'analisi gerarchica del reticolo idrografico ha evidenziato la presenza di un reticolo idrografico di ordine massimo pari al terzo grado, ben gerarchizzato e con pochissime aste anomale che s'innestano su aste torrentizie di ordine non immediatamente successivo.

Come evidenziato nelle cartografie allegate, il reticolo idrografico è poco rappresentato in quanto la natura dei depositi alluvionali presenti in superficie consente infiltrazioni nel sottosuolo a scapito dei ruscellamenti superficiali. Per tale motivo si presume che ci sia la presenza di una modestissima falda stagionale a brevissima profondità (Area tra Aerogeneratori A4-A6-A7-A8) la cui soglia di permeabilità inferiore è data dalle argille della formazione di base presente a breve profondità dal piano di campagna. Ad avvalorare e perorare tale presupposto la presenza di una miriade di invasi nelle porzioni più depresse dell'area che raccolgono acqua nei periodi invernali per essere sfruttata durante i periodi estivi a causa della mancanza di una falda sfruttabile.



#### Invasi

Il drenaggio delle acque dalle aree in esame avviene mediante un reticolo idrografico di tipo dentritico allungato, esso drena le acque fino ad una distanza massima dalle opere in progetto di circa 3 km in linea d'aria. Il decorso è stato talora condizionato dalle opere dell'uomo che hanno modificato/deviato il pattern di drenaggio.

### 3.2. INTERFERENZE CON IL RETICOLO E BACINI IDROGRAFICI

Dall'analisi delle possibili interferenze del pattern idrografico con le strutture in progetto è scaturito che il reticolo idrografico sia attraversato dalle strutture in progetto in sette punti. Quattro di questi punti saranno attraversati solo ed esclusivamente dal cavidotto. Tre di questi punti si trovano sulla S.P. n. 8 e sono rappresentati da tre tombini che consentono alle acque di ruscellamento provenienti da monte di attraversare la sede stradale verso valle. In questo caso specifico l'interferenza è data dal cavidotto che

dovrà attraversare detti Tombini mediante TOC.,



*Punti di interferenza sulla S.P. n. 8 e sulla S.P. 69*



**Punto 1** – Tombino sulla S.P. n. 8



*Punto 2 - Tombino sulla S.P. n. 8*



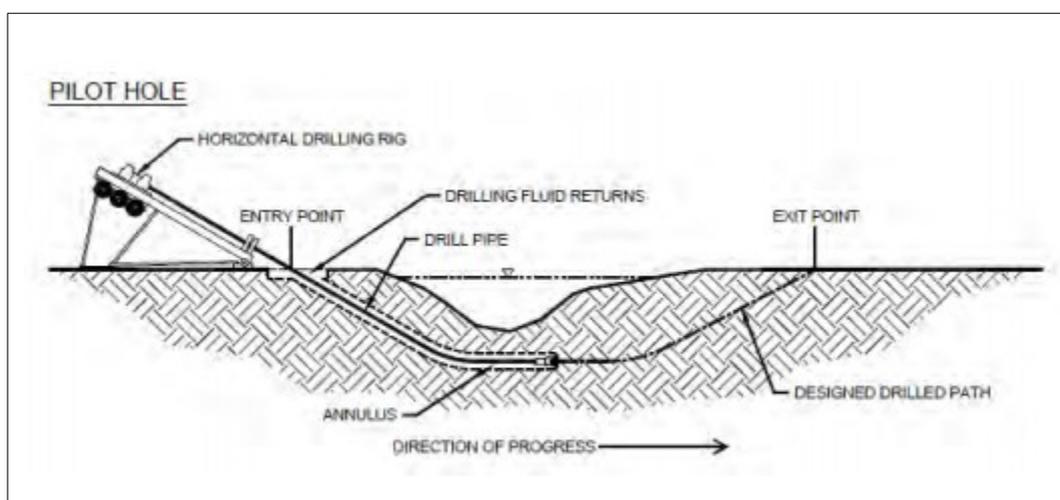
*Punto 6 - Tombino sulla S.P. n. 8*

*Un altro punto di interferenza con il cavidotto, denominato 7, si trova in prossimità della sottostazione sulla S.P. n. 69 ed è rappresentato da un tubo tipo armco. L'attraversamento di questo punto avverrà molto probabilmente mediante TOC.*



Punto 7 - Tombino sulla S.P. n. 69

Per l'attraversamento di questi punti con le infrastrutture di progetto (Cavidotto) sono state eseguite delle verifiche atte a valutarne le interazioni e mitigare/eliminare le possibili interferenze. A tal proposito nell'ambito degli attraversamenti 1, 2, 6 e 7 è stato valutato che i tombini saranno attraversati dal Cavidotto mediante una perforazione teleguidata (TOC) che li supererà da sotto senza interferire con essi secondo lo schema di seguito riportato.



*Perforazione teleguidata (TOC)*

*Degli altri tre punti di interferenza con il reticolo idrografico due si trovano sul tratto di viabilità che collega l'aerogeneratore A5 all'aerogeneratore A8. Nello specifico i tratti interessati si trovano a ridosso dell'aerogeneratore A6 e nei pressi dell'aerogeneratore A7 ed uno si trova all'ingresso della Stazione utente (Punto 5).*



Interferenza della viabilità e del cavidotto con il reticolo idrografico nei punti 3 e 4



Punto 4 - nei pressi dell'aerogeneratore A7



Punto 3 - nei pressi dell'aerogeneratore A6

Questi tre punti denominati 3, 4 e 5 tagliano il reticolo idrografico lungo la viabilità (l'acqua attraversa la sede stradale in superficie) si è reso necessario progettare delle opere idrauliche che consentissero alle acque di monte di attraversare la strada con opportune infrastrutture.

Il loro dimensionamento ha previsto la ricostruzione dei bacini idrografici sottesi alle sezioni considerate (intersezione reticolo idrografico con la strada) al fine di desumerne le caratteristiche morfometriche. I bacini individuati sono stati denominati con la stessa numerazione delle interferenze individuate ovvero Bacino 3, Bacino 4 e bacino 5 di cui si riportano le caratteristiche salienti.

| DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO<br>ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA |  |               |                 |
|--|--|---------------|-----------------|
| Superficie del Bacino  | <b>S</b> =                             | <b>3,27</b>   | Km <sup>2</sup> |
| Lunghezza percorso idraulico principale  | <b>L</b> =                             | <b>3,76</b>   | Km              |
| Altitudine max percorso idraulico  | <b>H<sub>max</sub></b> =               | <b>131,00</b> | m (s.l.m.)      |
| Altitudine min percorso idraulico  | <b>H<sub>0</sub></b> =                 | <b>95,00</b>  | m (s.l.m.)      |
| Pendenza media percorso idraulico  | <b>P</b> =                             | <b>0,01</b>   | (m/m)           |
| Altitudine max bacino  | <b>H<sub>max</sub></b> =               | <b>131,00</b> | m (s.l.m.)      |
| Altitudine sezione considerata   | <b>H<sub>0</sub></b> =                 | <b>95,00</b>  | m (s.l.m.)      |
| Altitudine media bacino  | <b>H<sub>m</sub></b> =                 | <b>113,00</b> | m (s.l.m.)      |
| Dislivello medio bacino  | <b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub></b> = | <b>18,00</b>  | m               |

*Bacino 3*

| DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO<br>ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
| Superficie del Bacino  | <b>S =</b>                             | <b>3,68</b> Km <sup>2</sup> |
| Lunghezza percorso idraulico principale  | <b>L =</b>                             | <b>3,76</b> Km              |
| Altitudine max percorso idraulico  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>131,00</b> m (s.l.m.)    |
| Altitudine min percorso idraulico  | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>95,00</b> m (s.l.m.)     |
| Pendenza media percorso idraulico  | <b>P =</b>                             | <b>0,01</b> (m/m)           |
| Altitudine max bacino  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>131,00</b> m (s.l.m.)    |
| Altitudine sezione considerata   | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>95,00</b> m (s.l.m.)     |
| Altitudine media bacino  | <b>H<sub>m</sub> =</b>                 | <b>113,00</b> m (s.l.m.)    |
| Dislivello medio bacino  | <b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> =</b> | <b>18,00</b> m              |

Bacino 4

| DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO<br>ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
| Superficie del Bacino  | <b>S =</b>                             | <b>0,18</b> Km <sup>2</sup> |
| Lunghezza percorso idraulico principale  | <b>L =</b>                             | <b>0,73</b> Km              |
| Altitudine max percorso idraulico  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>252,00</b> m (s.l.m.)    |
| Altitudine min percorso idraulico  | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>210,00</b> m (s.l.m.)    |
| Pendenza media percorso idraulico  | <b>P =</b>                             | <b>0,06</b> (m/m)           |
| Altitudine max bacino  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>252,00</b> m (s.l.m.)    |
| Altitudine sezione considerata   | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>210,00</b> m (s.l.m.)    |
| Altitudine media bacino  | <b>H<sub>m</sub> =</b>                 | <b>231,00</b> m (s.l.m.)    |
| Dislivello medio bacino  | <b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> =</b> | <b>21,00</b> m              |

Bacino 5

Nei punti 3, 4 e 5 del tracciato il cavidotto verrà posato mediante scavo a cielo aperto e al di sopra sarà realizzata una sovrastruttura stradale per consentire il transito dei mezzi e l'attraversamento delle acque con tubo Armco Tipo A (Tavola 0.7.5).

L'ultimo punto di interferenza (5) con il reticolo idrografico è rappresentato da un attraversamento generato dalla nuova strada di accesso alla Stazione Utente. In quest'ultimo caso sarà necessario attraversare il reticolo idrografico mediante scavo a cielo aperto per la posa del cavidotto e successivamente realizzare la sovrastruttura stradale per l'accesso in stazione con tubo tipo armco Tipo B (Tavola 0.7.5).



*Punto 5 - Ingresso in sottostazione*

L'analisi morfometrica di questi tre bacini ha consentito di eseguire gli opportuni calcoli idrologici/idraulici riportati nella relazione idraulica elaborato 0.6.0.

## 4. CLIMATOLOGIA

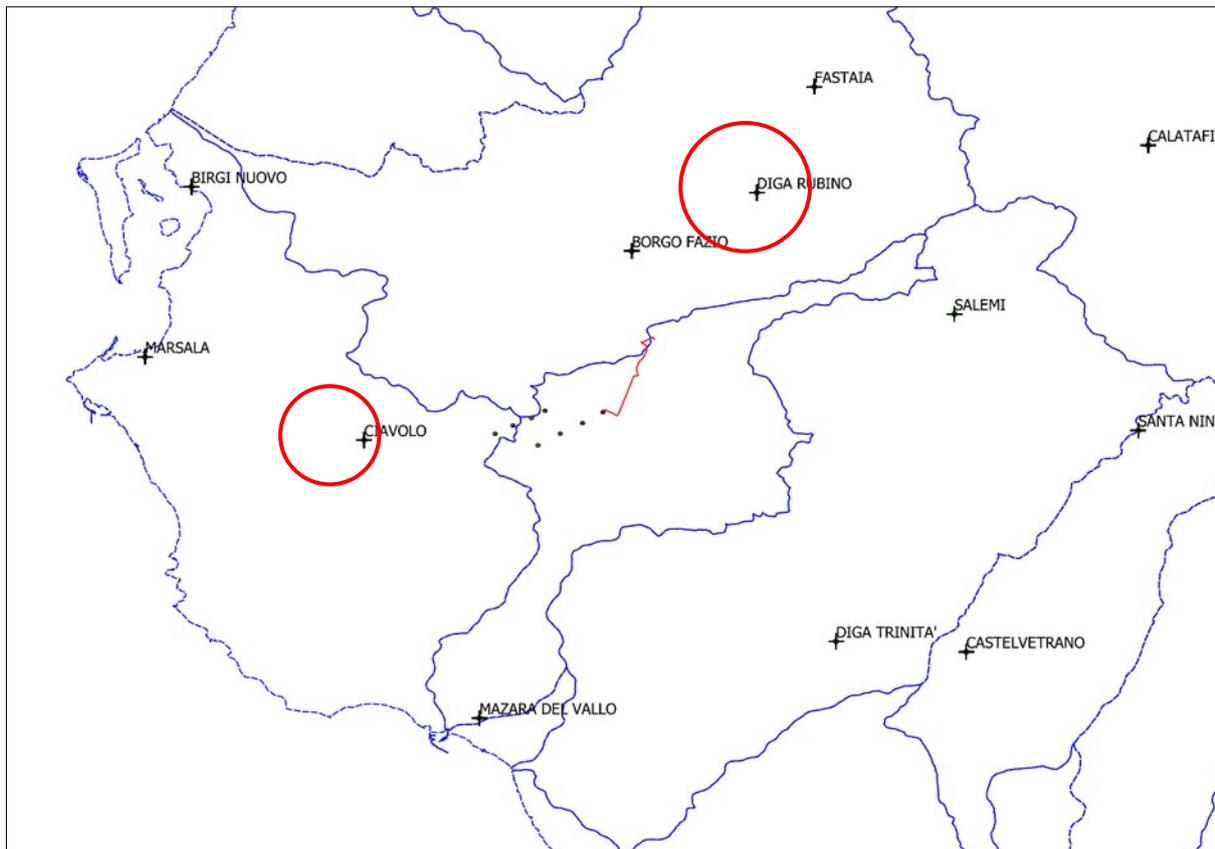
### 4.1. STAZIONI DI RIFERIMENTO

Le caratteristiche climatiche dell'area d'intervento sono state valutate facendo riferimento ai dati pluviometrici registrati dalla Stazione "Ciavolo" ed ai dati termometrici della Stazione "Diga Rubino" che risultano le stazioni più vicine all'area d'intervento che hanno registrato dati continuativi e significativi per le due grandezze.

Sono stati presi in considerazione i valori del ventennio compreso tra il 1983 ed il 2002 per i dati termometrici registrati alla stazione termometrica della "Diga Rubino" in quanto non erano stati registrati dati da Stazioni più vicine o in annualità più recenti. E' stato considerato ventennio 1995 – 2015 per i dati pluviometrici registrati alla stazione di Misura Pluviometrica "Ciavolo" che risulta la più vicina all'area d'intervento. I dati riportati sono stato oggetto di attente valutazioni e confronto e sono stati riportati tutti i valori medi mensili ed annuali.

Sono state studiate in particolare le acque di superficie al fine di valutare le possibili interazioni che queste possono avere con le strutture in progetto.

Sulle cartografie allegate al presente studio sono stati evidenziati, i limiti dei vari bacini idrografici che interferiscono con le strutture in progetto unitamente alle loro caratteristiche geometriche e le direzioni di scorrimento delle acque superficiali.



Stazioni Termometriche e pluviometriche tradizionali

Lo studio climatologico è stato eseguito utilizzando i dati editi dal Servizio Idrografico Regionale e disponibili al seguente indirizzo: <http://www.osservatorioacque.it/>.

Attraverso ciò è stato possibile comprendere meglio l'evoluzione del paesaggio e comprendere le dinamiche della circolazione idrica superficiale in riferimento alle strutture progettate.

## **4.2. CLIMA**

Uno dei fattori principali che determinano e condizionano sia lo sviluppo che l'entità dei processi erosivi nonché l'evoluzione del paesaggio è senza dubbio rappresentato dal clima, almeno in ciò che concerne i suoi fenomeni essenziali.

Ogni tipo di roccia infatti può dar luogo a un insieme di forme diverse, ognuna delle quali corrisponde a ben determinate condizioni climatiche.

La determinazione delle condizioni climatiche è quindi molto importante nello studio dei processi erosivi di un bacino di drenaggio e diventa essenziale allorché si voglia giungere ad una definizione del suo regime idrologico.

Per questo motivo abbiamo fornito, qui di seguito, i dati relativi alle principali caratteristiche dell'area in studio, prendendo in considerazione soprattutto i due elementi principali del clima: la temperatura e le precipitazioni.

Per la determinazione di tali caratteristiche climatiche sono stati utilizzati i dati relativi alla stazione Termo-pluviometrica della Diga Rubino (Tp) considerando il ventennio 1983-2002 in quanto mancano dati più recenti e dati Pluviometrici della Stazione Ciavolo nel ventennio 1995-2015.

Tenendo conto delle relazioni esistenti fra i vari elementi climatici e i fattori che influenzano le loro variazioni è stato possibile giungere ad una definizione dei caratteri climatici.

## **4.3. TERMOMETRIA**

I dati relativi alla stazione considerata sono stati estesi a tutta l'area in oggetto in quanto le variazioni areali sono estremamente ridotte.

Sulla base dei dati ricavati degli annali idrologici si può affermare, che da un punto di vista esclusivamente termico, la nostra area rientra nel dominio del "clima temperato mediterraneo".

L'analisi dei dati termometrici registrati dalla Stazione "Diga Rubino" mostra che nei mesi più caldi (Luglio e Agosto) le temperature medie massime rilevate in un periodo di misura di 20 anni (riportato in tabella 1) è pari a 29,1 °C e 30,1 °C e si raggiungono temperature massime di circa 37,6 °C (1994); invece, nel mese più freddo (Gennaio) la temperatura media minima è pari a 7,6 °C ed i valori minimi si attestano intorno allo zero (1 °C – Gennaio 1995). La temperatura media annua dell'intero territorio in esame, prendendo in considerazione il ventennio 1983 - 2002, è pari a 18,2 °C.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei valori di temperatura media mensile registrata dalla Stazione "Diga Rubino".

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA**

REALIZZAZIONE IMPIANTO EOLICO "BORGO CHITARRA"  
 MAZARA DEL VALLO E MARSALA (TP)  
 PROGETTO DEFINITIVO

| Mese<br>Anno                  | Gen.<br>C° | Feb.<br>C° | Mar.<br>C° | Apr.<br>C° | Mag.<br>C° | Giù.<br>C° | Lug.<br>C° | Ago.<br>C° | Sett.<br>C° | Ott.<br>C° | Nov.<br>C° | Dic.<br>C° | Media<br>annua |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|----------------|
| 1983                          | 10,4       | 9,9        | 12         | 15,8       | 19         | 22,3       | 27,5       | 25,7       | 22,9        | 19         | 15,7       | 11         | 17,6           |
| 1984                          | 10,8       | 9,8        | 10,9       | 13,3       | 18,9       | 21,4       | -          | 24,9       | 22,1        | 18,9       | 17,1       | 12,2       | 15,03          |
| 1985                          | 10         | 12,1       | 11,8       | 15,5       | 19,6       | 23         | 26,5       | 25,8       | 23,5        | 19,3       | 16,3       | 13,3       | 18,05          |
| 1986                          | 10,3       | 10,9       | 12,8       | 15,3       | 19,9       | 22,1       | 25         | 27,6       | 23,9        | 20,7       | 15,1       | 11         | 17,9           |
| 1987                          | 10,6       | 11,5       | 10,1       | 14,7       | 17         | 23         | 27,7       | 28,9       | 27,1        | 22,9       | 15,7       | 13,7       | 18,6           |
| 1988                          | 13,2       | 11,2       | 12,4       | 12,2       | 21         | 23,9       | 29,1       | 27,8       | 23,2        | 21,2       | 14,8       | 10,9       | 18,4           |
| 1989                          | 10,4       | 11,3       | 14,5       | 16,4       | 18,3       | 22,5       | 26,1       | 27         | 23,7        | 18,2       | 17,6       | 14,9       | 18,4           |
| 1990                          | 11,8       | 13,1       | 13,8       | 15,6       | 19,6       | 24,7       | 26,5       | 26,2       | 25,4        | 23,4       | 15,8       | 11,2       | 18,9           |
| 1991                          | 11,4       | 10,9       | 15,6       | 13,9       | 16,7       | 22,9       | 26,6       | 27,2       | 25          | 20,3       | 14,8       | 10,3       | 18             |
| 1992                          | 10,8       | 10,8       | 13,5       | 15,6       | 19,4       | 22,5       | 25,7       | 28,4       | 24,3        | 21         | 16,3       | 12,7       | 18,4           |
| 1993                          | 10         | 9,5        | 11,3       | 15,2       | 20,6       | 25         | 26,6       | 29         | 24,3        | 21,4       | 15,1       | 11,7       | 18,3           |
| 1994                          | 11         | 11,3       | 13,9       | 11,4       | 22,2       | 24         | 27,5       | 30,1       | 26,2        | 21,3       | 16,4       | 13         | 19             |
| 1995                          | 9,6        | 12,2       | 11,1       | 14,1       | 21,7       | 24,6       | 27,5       | 27         | 23,5        | 19,2       | 14,8       | 14,4       | 18,3           |
| 1996                          | 13,1       | 11,2       | 12,6       | 15,5       | 21         | 23,5       | 25,9       | 27,3       | 21,5        | 18         | 16,2       | 13,4       | 18,3           |
| 1997                          | 13         | 11,7       | 12,1       | 13,2       | 21,2       | 26,4       | 26,9       | 27,2       | 24,2        | 20,1       | 15,5       | 12,4       | 18,7           |
| 1998                          | 11,3       | 11,9       | 11,5       | 16,5       | 19,4       | 25,6       | 26,4       | 25,7       | 22,8        | 18,8       | 13         | 10,2       | 17,8           |
| 1999                          | 11         | 9          | 12,7       | 15,7       | 22,5       | 26,3       | 26,9       | 29,9       | 26          | 22,6       | 16,4       | 12,8       | 19,3           |
| 2000                          | 9,8        | 11,2       | 14,3       | 17,2       | 23,3       | 25,7       | 28,9       | 28         | 23,8        | 18         | 14,5       | 11,7       | 18,9           |
| 2001                          | 10,6       | 9,6        | 14,1       | 13,8       | 19,5       | 22,7       | 26,1       | 26         | 21,3        | 20,2       | 13,7       | 8,6        | 17,2           |
| 2002                          | 7,6        | 10,9       | 13         | 14,4       | 18,2       | 23,2       | 25,4       | 24,8       | 20,9        | 17,8       | 15,1       | 10,6       | 16,8           |
| Media<br>mensile * 20<br>anni | 10,8       | 11         | 12,7       | 14,8       | 19,95      | 23,8       | 26,8       | 27,2       | 23,9        | 20,1       | 15,5       | 12         | 18,2           |

**Tabella 1 – Media delle temperature diurne**

 Temperature mensili minime       Temperature mensili massime

#### 4.4. PLUVIOMETRIA

Per lo studio delle condizioni pluviometriche dell'area di progetto, si è tenuto conto dei dati registrati nella stazione pluviometrica "Ciavolo" secondo i periodi riportati nella premessa. Sulla base di questi dati sono stati ricavati i valori medi delle precipitazioni mensili, stagionali ed annuali.

##### *Precipitazioni medie mensili*

I valori delle precipitazioni medie mensili relativi alla stazione pluviometrica, vengono riportati nella tabella che segue:

| Anno                    | Mese | Gen. mm. | Feb. mm. | Mar. mm. | Apr. mm. | Mag. mm. | Giu. mm. | Lug. mm. | Ago. mm. | Sett. mm. | Ott. mm. | Nov. mm. | Dic. mm. | Tot. mm. |
|-------------------------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 1995                    |      | 55,6     | 0,6      | 45,2     | 59,2     | 7,4      | 1,2      | 0        | 3,8      | 112,6     | 7,4      | 121      | 46       | 460      |
| 1996                    |      | 71       | 87,6     | 156,4    | 60,2     | 99,8     | 2,4      | 0,2      | 10       | 26,6      | 128      | 55,6     | 200,6    | 898,4    |
| 1997                    |      | 51,8     | 30,6     | 7,8      | 35,6     | 0,6      | 9        | 0,6      | 22,8     | 87,4      | 100,8    | 179      | 200,6    | 726,6    |
| 1998                    |      | 76,8     | 61,6     | 42       | 30,4     | 8,8      | 0        | 0        | 0,6      | 67,4      | 137,4    | 123,4    | 103,2    | 651,6    |
| 1999                    |      | 106,4    | 76,4     | 26,4     | 19,6     | 5,8      | 0        | 13       | 0        | 18,2      | 3,6      | 121,4    | 82,2     | 473      |
| 2000                    |      | 52,4     | 31,6     | 12       | 50       | 22,6     | 2,8      | 0        | 4,8      | 85,6      | 85       | 106,6    | 161,8    | 615,2    |
| 2001                    |      | 161      | 126,4    | 27,6     | 32,8     | 69,8     | 0        | 0        | 0,8      | 38,8      | 9,4      | 70,2     | 65,4     | 602,2    |
| 2002                    |      | 40,8     | 5,6      | 3,6      | 38,2     | 35,6     | 8,2      | 4        | 32,6     | 20,6      | 112,8    | 108,4    | 116,4    | 526,8    |
| 2003                    |      | 117,4    | 50,4     | 40,4     | 77,2     | 6,8      | 3,6      | 0,4      | 1        | 93,4      | 73,8     | 247,2    | 148,8    | 860,4    |
| 2004                    |      | 79,4     | 27,8     | 130,6    | 92,6     | 27,2     | 156,2    | 43,8     | 0,4      | 55,2      | 73       | 111,6    | 405,4    | 1203,2   |
| 2005                    |      | 120,2    | 155,2    | 46       | 145,2    | 11       | 19,8     | 19       | 38,6     | 11,2      | 99,6     | 99,6     | 60,4     | 825,8    |
| 2006                    |      | 83       | 43,8     | 14,6     | 4        | 32       | 7,2      | 17,4     | 1,6      | 123,4     | 64,8     | 10,6     | 149,2    | 551,6    |
| 2007                    |      | 14,2     | 75,4     | 129,6    | 103,2    | 1,6      | 17,4     | 0        | 0,2      | 87,6      | 104,2    | 105,8    | 112,6    | 751,8    |
| 2008                    |      | 17,8     | 54,8     | 63       | 37,6     | 10,4     | 0        | 1,2      | 0        | 34,6      | 67,2     | 39,4     | 78,2     | 404,2    |
| 2009                    |      | 153,6    | 155,6    | 48,2     | 91,4     | 22,8     | 0        | 0,8      | 0        | 61,6      | 103      | 26       | 82,6     | 745,6    |
| 2011                    |      | 73       | 73,4     | 27,2     | 20,8     | 5        | 0        | 1,2      | 0        | 10,8      | 116,6    | 14,4     | 92       | 434,4    |
| 2012                    |      | 26,6     | 52,6     | 28,2     | 15       | 6,6      | 0        | 22,4     | 0        | 65,4      | 120,8    | 56,4     | 45,8     | 439,8    |
| 2013                    |      | 92,4     | 75       | 101,4    | 35       | 9,6      | 0,8      | 0        | 1,8      | 84,6      | 26,2     | 110,8    | 84,8     | 622,4    |
| 2014                    |      | 90,8     | 55       | 162,4    | 55,4     | 25,2     | 0,6      | 0        | 0        | 2         | 35,2     | 119,2    | 84,6     | 630,4    |
| 2015                    |      | 146,8    | 232,4    | 71,2     | 1,2      | 1,8      | 0        | 0        | 7,8      | 75,8      | 159,8    | 57,2     | 0        | 754      |
| Media mensile * 20 anni |      | 81,55    | 73,59    | 59,19    | 50,23    | 20,52    | 11,46    | 6,2      | 6,34     | 58,14     | 81,43    | 94,19    | 116,03   | 658,87   |

Tabella 2 – Precipitazioni medie mensili

 Mese più piovoso dell'anno

I valori medi massimi si registrano nei mesi di Ottobre, Novembre, Dicembre, Gennaio, Febbraio e Marzo con valori medi intorno a 164 mm ed oscillazioni mensili comprese tra 78,2 e 405,4 mm. mentre i minimi medi si registrano nei mesi di Giugno, Luglio e Agosto con assenza di pioggia.

### Precipitazioni medie stagionali

Per lo studio delle precipitazioni stagionali abbiamo considerato invernali i mesi di Dicembre, Gennaio, e Febbraio, primaverili i mesi di Marzo, Aprile e Maggio, estivi quelli di Giugno, Luglio e Agosto, ed infine autunnali quelli di Settembre, Ottobre e Novembre.

|                  | inverno | primavera | estate | autunno | Totale Annuale |
|------------------|---------|-----------|--------|---------|----------------|
| media ventennale | 90,4    | 43,3      | 8      | 77,9    | 658,87         |

L'esame di tali dati stagionali rileva che mediamente la stagione più piovosa è l'inverno con 90,4 mm. e quella meno piovosa è l'estate con precipitazioni quasi assenti.

### Precipitazioni medie annue

In base ai dati riportati nella tabella 2 possiamo affermare che l'altezza media annua delle piogge sull'intera area è di circa 659 mm.

Questo parametro è molto utile quando si eseguono dei calcoli idrologico perché ci consente, attraverso un bilancio, di stimare le quantità di acqua che si infiltrano nel sottosuolo o ruscellano in superficie.

### Precipitazioni solide

Anche le precipitazioni solide, quali la neve e la grandine, sono importanti per i riflessi che possono avere oltre che da un punto di vista climatologico, soprattutto, per quel che riguarda i regimi dei corsi d'acqua. Infatti le precipitazioni solide dopo un periodo più o meno lungo di permanenza al suolo, si trasformano in acqua e partecipano al ciclo idrogeologico.

Tuttavia si rileva che le condizioni climatiche del bacino considerato sono tali da porre le precipitazioni solide in scarsissimo rilievo. Ciò deriva dal fatto che le precipitazioni solide sono degli eventi occasionali e quando presenti permangono sulla superficie sotto forma solida per poche ore e dopo si trasformano in acqua ruscellando verso valle. Pertanto nel presente studio non saranno presi in considerazione.

### Regime pluviometrico

Sulla base di questa caratteristiche il regime pluviometrico dei nostri bacini può essere definito "Pluviale di tipo Mediterraneo"

### Regimo climatico

Il clima è di tipo temperato-mediterraneo caratterizzato da precipitazioni concentrate per lo più nel periodo autunnale ed invernale e quasi assenti nel resto dell'anno.

#### 4.5. PERMEABILITÀ E POROSITÀ

Una delle caratteristiche principali per una accurata indagine idrologica, soprattutto per ciò che concerne la penetrazione, il ruscellamento, la circolazione e la distribuzione delle acque in superficie e nel sottosuolo, è rappresentata da alcune caratteristiche peculiari dei litotipi presenti all'interno dell'area considerata e degli affioramenti.

A tal fine sono state analizzate alcune caratteristiche fisiche delle rocce presenti nel bacino: la porosità e la permeabilità.

La porosità è quella caratteristica per la quale le rocce possono contenere spazi vuoti. L'origine di questi spazi vuoti, i MEATI, può essere primaria o secondaria, a seconda che gli interstizi si siano generati durante o dopo i processi litogenetici.

I meati di origine primaria essendosi creati durante la formazione della roccia stessa fanno parte della struttura e della tessitura della roccia.

I meati di origine secondaria, invece, essendosi creati dopo la formazione della stessa roccia, sono dovuti a fessurazioni, fratturazione, dissoluzione chimica ecc.

La Permeabilità, invece, è la capacità che la roccia ha di lasciarsi attraversare dall'acqua. Essa, quindi, dipende dalla porosità della roccia, ma soprattutto dai reciproci rapporti che i meati hanno all'interno della stessa: meati isolati o intercomunicanti tra loro.

Nel primo caso si avranno delle rocce impermeabili; nel secondo caso, se i pori raggiungono e superano le dimensioni in cui si manifestano esclusivamente fenomeni di capillarità, si avranno rocce permeabili.

All'interno della nostra area vi sono principalmente due termini che presentano una estrema diversità sia nella porosità che nella permeabilità secondo la seguente tabella.

| TIPO                       | POROSITÀ |   |   |            |   |   | PERMEABILITÀ |   |   |       |    |    |    |         |    |
|----------------------------|----------|---|---|------------|---|---|--------------|---|---|-------|----|----|----|---------|----|
|                            | primaria |   |   | secondaria |   |   | Tipo         |   |   | grado |    |    |    | Evoluz. |    |
| GRADO                      | B        | M | A | B          | M | A | P            | F | C | IM    | SP | MP | AP | CR      | DR |
| Limi sabbiosi con ciottoli |          | * |   |            |   |   | *            |   |   |       | *  | *  |    |         |    |
| Argille                    |          |   | * |            |   |   | *            |   |   | *     |    |    |    |         |    |

In questa tabella sono stati riportati:

#### GRADO DI POROSITÀ (primaria o secondaria) EVOLUZIONE NEL TEMPO

(A): ALTO per  $n > 15\%$

(CR): PERMEAB. CRESCENTE

(M): MEDIO per  $5 < n < 15\%$

(DC): PERMEAB. DECRESCENTE

(B): BASSO per  $n < 5\%$

#### TIPO DI PERMEABILITÀ

#### GRADO DI PERMEABILITÀ

(P): POROSITÀ

(IM): IMPERMEABILE

(F): FESSURAZIONE

(SP): SCARSAMENTE PERMEABILE

(C): CARSISMO

(MP): MEDIAMENTE PERMEABILE

(AP): ALTAMENTE PERMEABILE

In base a questi presupposti si è proceduto ad una classificazione idrogeologica delle rocce distinguendoli in:

#### ROCCE PERMEABILI PER POROSITÀ (Limi sabbiosi con ciottoli)

I limi sabbiosi con ciottoli affiorano nella parte morfologicamente bassa delle aree di studio ed in prossimità della futura Stazione Utente.

Le caratteristiche di permeabilità sono dovute, soprattutto, alla presenza di sabbie e ciottoli che tendono ad aumentare la bassa permeabilità dei limi portandola talora a valori tali da renderla mediamente permeabile.

**ROCCE IMPERMEABILI (argille)**

Le argille hanno da un lato una alta porosità primaria, dall'altro un comportamento praticamente impermeabile. Questo è dovuto al fatto che i pori presentano una dimensione così piccola da non favorire, in condizioni di pressione normale, l'infiltrazione delle acque. Ciò vuol dire che le argille non presentano una "porosità utile" tale, cioè, da permettere ai pori di superare i diametri della capillarità.

## **5. CONCLUSIONI**

L'analisi del sistema idrografico e delle sue componenti in relazione a tutte le infrastrutture progettate ha evidenziato che queste ultime interferiscono con lo stesso in cinque punti. Di questi punti analizzati, due (P1 e P2) sono trascurabili perché la metodologia (TOC) con la quale si attraverserà il reticolo idrografico eviterà qualsiasi tipo di interferenza. Sugli altri punti si è intervenuti progettando degli attraversamenti, con tubi tipo armco, che consentono un agevole deflusso delle acque verso valle. Tali interventi soprattutto in prossimità dell'aerogeneratore A6 consentiranno un agevole deflusso delle acque che oggi è ostacolato dalla sede stradale per assenza di opere idrauliche di attraversamento.

Si ritiene pertanto che le opere di regimentazione progettate siano addirittura migliorative sul sistema di drenaggio delle aree oggetto d'intervento in quanto garantiranno un rapido allontanamento delle acque evitando i ristagni oggi presenti.