

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it  |   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
| <b>ELABORAZIONI</b><br>I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico -<br>Via Giua s.n.c. - Z.I. CACIP, 09122 Cagliari (CA)<br>Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it |  | <b>PAGINA</b><br>1 di 31            |

**REGIONE SARDEGNA**  
**PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA**

**IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI**  
**VILLAMASSARGIA**

**POTENZA MASSIMA DI IMMISSIONE DI 59,15 MW**  
**COMPRENSIVA DI SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DA 15,75 MW**



|  |  |
|--|--|
| <b>OGGETTO</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b> | <b>TITOLO</b><br><b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b> |
|--|--|

|  |   |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
|--|---|--------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------|---|--------------------------|--|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------------------|-------------------|--|-------------------------|--|------------------|--|-------------------|--|
| <b>A CURA DI</b><br><br>I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L.<br>ING. GIUSEPPE FRONGIA | <table border="0"> <tr> <td><b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</b></td> <td><b>CONTRIBUTI SPECIALISTICI</b></td> </tr> <tr> <td>Ing. Giuseppe Frongia<br/>(coordinatore e responsabile)</td> <td>Ing. Antonio Dedoni (acustica)</td> </tr> <tr> <td>Ing. Marianna Barbarino</td> <td>Ce.Pi.Sar. (Chiroterrofauna)</td> </tr> <tr> <td>Ing. Enrica Batzella</td> <td>Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (geologia)</td> </tr> <tr> <td>Pian.Terr. Andrea Cappai</td> <td>Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (pedologia)</td> </tr> <tr> <td>Ing. Gianfranco Corda</td> <td>Dott. Nat. Francesco Mascia (Flora)</td> </tr> <tr> <td>Ing. Paolo Desogus</td> <td>Dott. Maurizio Medda (Fauna)</td> </tr> <tr> <td>Pian. Terr. Veronica Fais</td> <td>Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia)</td> </tr> <tr> <td>Ing. Gianluca Melis</td> <td>Dott. Matteo Tatti (Archeologia)</td> </tr> <tr> <td>Ing. Andrea Onnis</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pian. Terr. Eleonora Re</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ing. Elisa Roych</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ing. Marco Utzeri</td> <td></td> </tr> </table> | <b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</b> | <b>CONTRIBUTI SPECIALISTICI</b> | Ing. Giuseppe Frongia<br>(coordinatore e responsabile) | Ing. Antonio Dedoni (acustica) | Ing. Marianna Barbarino | Ce.Pi.Sar. (Chiroterrofauna) | Ing. Enrica Batzella | Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (geologia) | Pian.Terr. Andrea Cappai | Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (pedologia) | Ing. Gianfranco Corda | Dott. Nat. Francesco Mascia (Flora) | Ing. Paolo Desogus | Dott. Maurizio Medda (Fauna) | Pian. Terr. Veronica Fais | Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia) | Ing. Gianluca Melis | Dott. Matteo Tatti (Archeologia) | Ing. Andrea Onnis |  | Pian. Terr. Eleonora Re |  | Ing. Elisa Roych |  | Ing. Marco Utzeri |  |
| <b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</b>   | <b>CONTRIBUTI SPECIALISTICI</b>   |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Ing. Giuseppe Frongia<br>(coordinatore e responsabile)                               | Ing. Antonio Dedoni (acustica)  |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Ing. Marianna Barbarino  | Ce.Pi.Sar. (Chiroterrofauna)  |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Ing. Enrica Batzella   | Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (geologia)   |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Pian.Terr. Andrea Cappai   | Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (pedologia)  |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Ing. Gianfranco Corda  | Dott. Nat. Francesco Mascia (Flora)   |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Ing. Paolo Desogus   | Dott. Maurizio Medda (Fauna)  |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Pian. Terr. Veronica Fais  | Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia)  |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Ing. Gianluca Melis  | Dott. Matteo Tatti (Archeologia)  |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Ing. Andrea Onnis  |   |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Pian. Terr. Eleonora Re  |   |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Ing. Elisa Roych   |   |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |
| Ing. Marco Utzeri  |   |                                |                                 |  |                                |                         |                              |                      |   |                          |  |                       |                                     |                    |                              |                           |                                    |                     |                                  |                   |  |                         |  |                  |  |                   |  |

Cod. pratica 2022/0301b Nome File: SR-VI-RC13 Relazione idrologica e idraulica.docx

| REV. | DATA       | DESCRIZIONE                    | ESEG. | CONTR. | APPR. |
|------|------------|--------------------------------|-------|--------|-------|
| 0    | Marzo 2023 | Emissione per procedura di VIA | IAT   | GF     | SR    |

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.

|  |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it  | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA  | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it  | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>Errore.<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>2 di 31            |

## INDICE

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>PREMESSA .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2</b>   | <b>LEGISLAZIONE E NORME TECNICHE APPLICABILI.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>3</b>   | <b>INQUADRAMENTO .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Inquadramento “Piano Gestione Rischio Alluvioni - Piena Scenari 2021 Sardegna-” .....</b> | <b>10</b> |
| <b>4</b>   | <b>DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA.....</b>  | <b>11</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Determinazione dell’altezza di pioggia critica.....</b>                                   | <b>16</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Determinazione della pioggia ragguagliata.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Coefficiente di deflusso.....</b>   | <b>18</b> |
| <b>5</b>   | <b>VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>  | <b>21</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Deliberazione n. 39 del 17.07.2019.....</b>   | <b>21</b> |
| <b>5.2</b> | <b>Verifica attraversamento 01-ICV-DGBT .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>5.3</b> | <b>Verifica attraversamento 03-ICV-DGBT .....</b>  | <b>24</b> |
| <b>5.4</b> | <b>Verifica attraversamento 04-ICV-DGBT .....</b>  | <b>25</b> |
| <b>5.5</b> | <b>Verifica attraversamento 06-ICV-DGBT .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>5.6</b> | <b>Verifica attraversamento 07-IV-DGBT.....</b>  | <b>27</b> |
| <b>6</b>   | <b>AMMISSIBILITA’ DEGLI INTERVENTI RISPETTO ALLE NORME PAI .....</b>                         | <b>28</b> |

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>3 di 31            |

## 1 PREMESSA

Il presente documento è stato redatto ai fini dell'espletamento della procedura di VIA concernente la realizzazione del Parco eolico nel Comune di Villamassargia (SU) proposto da Sorgenia Renewables S.r.l..

Il proposto parco eolico è ubicato all'interno del territorio della regione storica dell'*Iglesiente*, al confine con il territorio del *Sulcis*. In particolare, i 7 aerogeneratori previsti sono localizzati nella porzione meridionale dell'*Iglesiente* all'interno del territorio comunale di Villamassargia (SU).

Le opere stradali interessano in parte anche il limitrofo territorio di Iglesias; quelle funzionali al trasporto dell'energia ed alla connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale, (cavidotto MT di interconnessione degli aerogeneratori a 30 kV, sottostazione utente di trasformazione 150/30 kV, sezione di accumulo elettrochimico - BESS e il cavidotto AT a 150 kV per la connessione alla RTN) interessano anche i comuni di Musei e Siliqua (SU).

Il parco eolico avrà una potenza nominale complessiva di 43,4 MW e sarà integrato con un sistema di accumulo elettrochimico da 15,75 MW per una potenza in immissione massima pari a 59,15 MW, coincidente con la potenza elettrica in immissione stabilita dal preventivo di connessione rilasciato dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (Terna) con codice pratica 202202726.

In accordo con la citata STMG, l'impianto sarà collegato in antenna a 150 kV con una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV da inserire in entra esce alla linea RTN a 150 kV "Iglesias 2 – Siliqua" previo potenziamento/rifacimento della linea RTN 150 kV "Villacidro – Villasor".

In riferimento al reticolo idrografico regionale, individuato con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 3 del 30/07/2015 per le finalità di attuazione del PAI, comprendente gli elementi idrici rappresentati nel DBG10K e quelli indicati nella cartografia dell'IGMI storica del 1960, si sono riscontrate n. 8 interferenze con le opere civili (strade nuove o da adeguare e la posa del cavidotto del parco eolico). Le intersezioni sono indicate nell'elaborato grafico SR-VI-TC18 - Planimetria di tutte le opere sovrapposta al reticolo idrografico Regionale a fini PAI).

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA  | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>Errore.<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>4 di 31            |

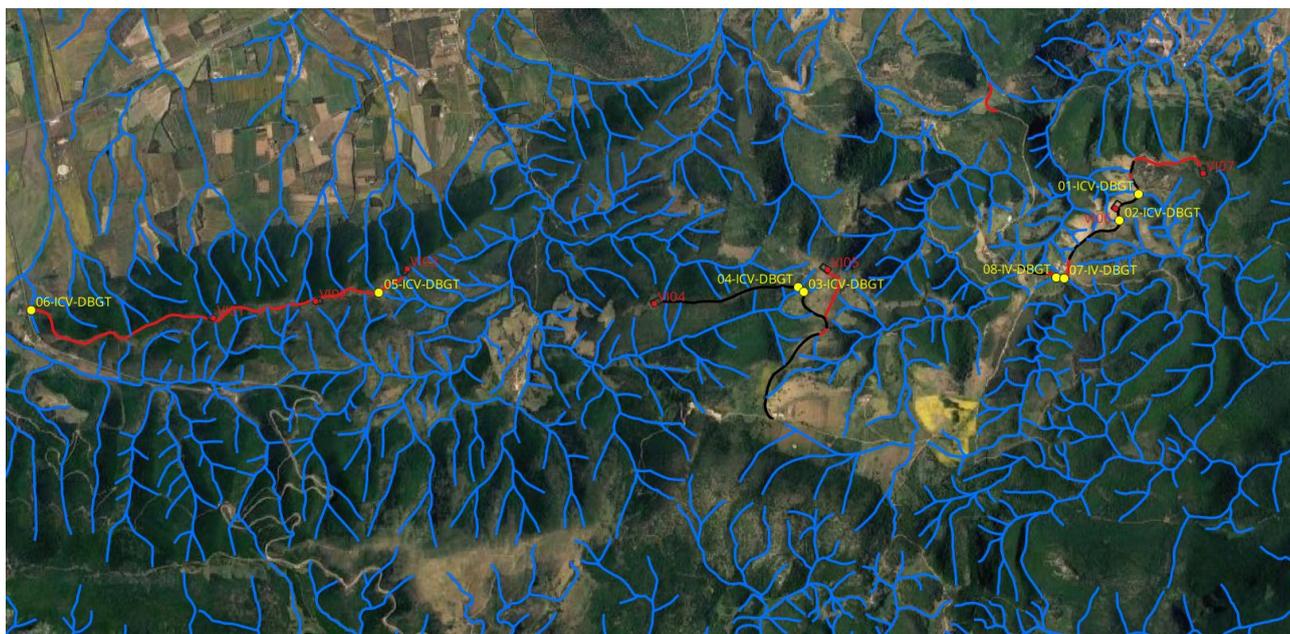


Figura 1.1: Planimetria di progetto su ortofoto con individuazione del reticolo idrografico della Regione (in rosso la viabilità di progetto da realizzare, in nero la viabilità da adeguare)

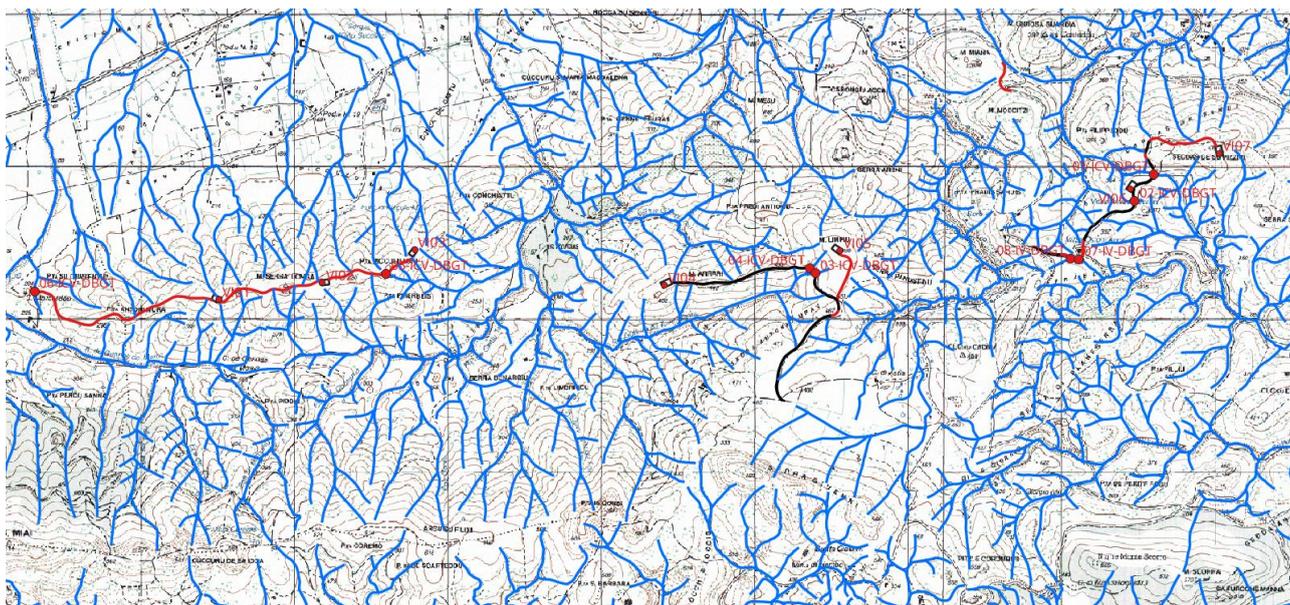


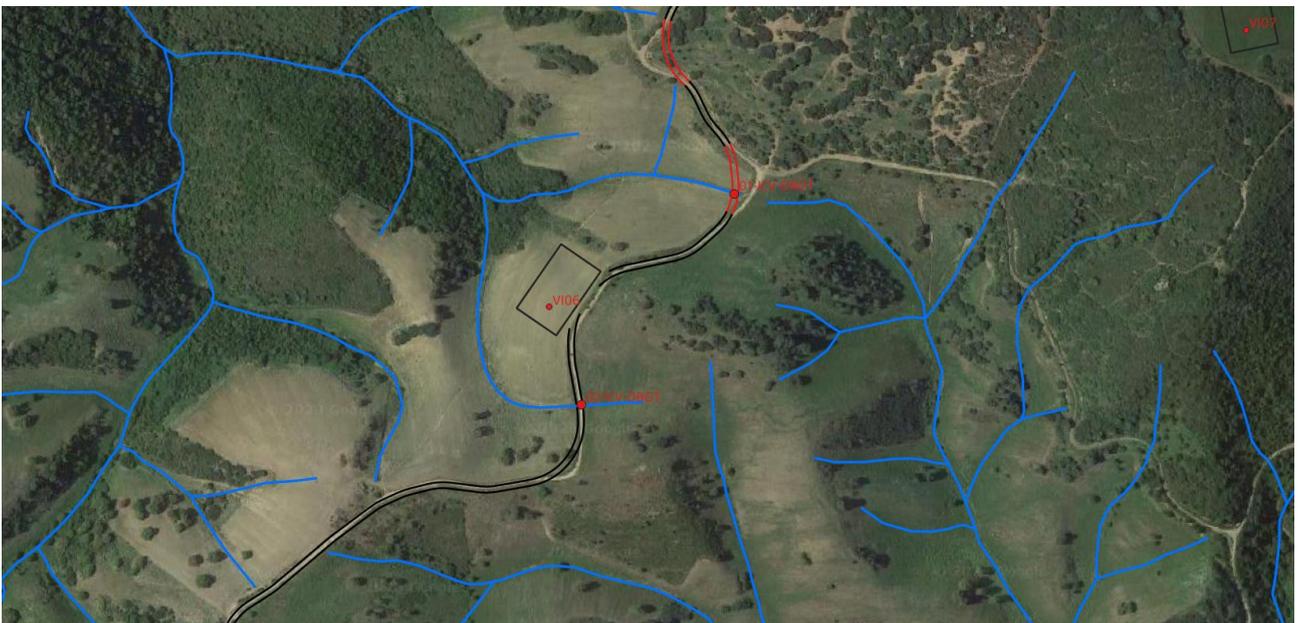
Figura 1.2: Planimetria di progetto su IGM con individuazione del reticolo idrografico della Regione Sardegna (in rosso la viabilità di progetto da realizzare, in nero la viabilità da adeguare)

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenja Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgenjarenewables@sorgenja.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>5 di 31            |



*Figura 1.3: Planimetria attraversamento 01-ICV-DGBT*

**Attraversamento 01-ICV-DGBT:** Situato nel nuovo tratto di strada di accesso all'aerogeneratore V107. E' prevista la posa di un nuovo manufatto tubolare dimensionato sulla base della Delibera del Comitato Istituzionale n.39 del 17.07.2019" dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna. La posa del cavidotto MT interrato verrà realizzata previo scavo della trincea con mezzo meccanico, attestando il cavo ad una profondità di un metro dal nuovo manufatto idraulico.



*Figura 1.4: Planimetria attraversamento 02-ICV-DGBT*

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenja Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgenjarenewables@sorgenja.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>6 di 31            |

**Attraversamento 02-ICV-DGBT:** Situato nel tratto di strada in adeguamento di accesso all'aerogeneratore VI06. E' previsto un allargamento della strada tale da consentire il passaggio dei mezzi di trasporto della componentistica degli aerogeneratori durante la fase di cantiere. In corrispondenza dell'attraversamento si procederà ad un'operazione di pulizia del manufatto esistente e verrà realizzato il prolungamento dell'attraversamento idraulico mediante uno scatolare prefabbricato in cemento, con una sezione idraulica superiore a quella esistente, tale da non creare un ulteriore ostacolo al deflusso delle acque meteoriche. Al termine della fase di cantiere verrà rimosso l'allargamento e ripristinato l'attraversamento esistente.

La posa del cavidotto MT interrato verrà realizzata mediante l'ausilio della tecnologia T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata), attestando la canalizzazione in cavo ad una profondità di un metro dal manufatto idraulico esistente.



*Figura 1.5: Planimetria attraversamenti 03-ICV-DGBT e 04-ICV-DGBT*

**Attraversamenti 03-ICV-DGBT e 04-ICV-DGBT:** Situati nel tratto di strada nell'area centrale dell'impianto. In corrispondenza dei due attraversamenti è previsto l'adeguamento della strada esistente, con la realizzazione di un nuovo tratto con una curvatura tale da consentire il transito dei mezzi di trasporto; poiché il nuovo tratto si discosta dalla viabilità esistente, verranno realizzati due nuovi manufatti tubolari dimensionati sulla base della Delibera del Comitato Istituzionale n.39 del 17.07.2019" dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna. La posa del cavidotto MT interrato verrà realizzata previo scavo della trincea con mezzo meccanico, attestando il cavo ad una profondità di un metro dai nuovi manufatti idraulici.

|  |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                 | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>Errore.<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>7 di 31            |



*Figura 1.6: Planimetria attraversamento 05-ICV-DGBT*

**Attraversamento 05-ICV-DGBT:** Situato nel nuovo tratto di strada di accesso all'aerogeneratore V103. E' prevista la posa di un nuovo manufatto tubolare dimensionato sulla base della Delibera del Comitato Istituzionale n.39 del 17.07.2019" dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna. La posa del cavidotto MT interrato verrà realizzata previo scavo della trincea con mezzo meccanico, attestando il cavo ad una profondità di un metro dal nuovo manufatto idraulico.



*Figura 1.7: Planimetria attraversamento 06-ICV-DGBT*

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>8 di 31            |

**Attraversamento 06-ICV-DGBT:** Situato nel nuovo tratto di strada di accesso all'impianto, nella zona ovest. E' prevista la posa di un nuovo manufatto tubolare dimensionato sulla base della Delibera del Comitato Istituzionale n.39 del 17.07.2019" dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna. La posa del cavidotto MT interrato verrà realizzata previo scavo della trincea con mezzo meccanico, attestando il cavo ad una profondità di un metro dal nuovo manufatto idraulico.



Figura 1.8: Planimetria attraversamenti 07-IV-DGBT e 08-IV-DGBT

**Attraversamenti 07-ICV-DGBT e 08-ICV-DGBT:** Situati nel tratto di strada di accesso all'impianto. In corrispondenza dei due attraversamenti è prevista la realizzazione di un nuovo tratto temporaneo per consentire il transito dei mezzi di trasporto; i due nuovi manufatti tubolari verranno dimensionati sulla base della Delibera del Comitato Istituzionale n.39 del 17.07.2019" dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna.

Dalla sovrapposizione del cavidotto di connessione alla RTN con il reticolo idrografico della Regione Sardegna sono stati individuati 46 attraversamenti riportati nell'elaborato grafico SR-VI-TC18 - PLANIMETRIA DI TUTTE LE OPERE SOVRAPPOSTA AL RETICOLO IDROGRAFICO REGIONALE A FINI PAI). La posa del cavidotto MT interrato, in corrispondenza degli attraversamenti idraulici, verrà realizzata mediante l'ausilio della tecnologia T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata), attestando la canalizzazione in cavo ad una profondità di un metro dai manufatti idraulici esistenti.

|  |   |                                     |
|--|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it  | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it  | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>9 di 31            |

## 2 LEGISLAZIONE E NORME TECNICHE APPLICABILI

- Legge 267 del 03/08/1998 “Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia”.
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992 Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Legge 18 Maggio 1989, n. 183 – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (e successive modificazioni ed integrazioni).
- D.M. LL.PP. n. 47 dell'11/03/1988 recante “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”.
- Legge n. 64 del 02/02/1974 recante “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- R.D. 25 Luglio 1904, n. 523 – Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – “Norme in materia ambientale”
- D.M. 17 Gennaio 2018 – Nuove Norme Tecniche per Le Costruzioni
- Art. 24 delle Norme di attuazione del P.A.I., allegato E.
- Artt. n. 4, n. 8 (commi 8, 9, 10 e 11) delle Norme di attuazione del P.A.I..
- Art. 17, comma 6 Legge n. 183 del 19 Maggio 1989, Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale)
- Delibera n. 1 del 31/03/2011 “Predisposizione del complesso di ‘Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)”.
- Delibera n. 1 del 20.06.2013 e n. 1 del 05.12.2013 “Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)”.
- Delibera n. 2 del 17.12.2015 “Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)”.

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenja Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgenjarenewables@sorgenja.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>10 di 31           |

### 3 INQUADRAMENTO

#### 3.1 Inquadramento “Piano Gestione Rischio Alluvioni - Piena Scenari 2021 Sardegna-”

Dall’esame della cartografia relativa alle fasce d’inondabilità emerge che l’area oggetto di intervento non ricade all’interno della perimetrazione PGRA 2021- Sub bacino 7.



Figura 3.1: Planimetria intersezione impianto in progetto con perimetrazione PGRA 2021.

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA  | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>Errore.<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>11 di 31           |

#### 4 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA

La portata è stata stimata simulando, mediante un modello deterministico a fondamento cinematico, il processo di trasformazione afflussi-deflussi che avviene nel bacino idrografico.

Le ipotesi di base del metodo sono:

- la formazione della piena è dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione in cui essa è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura.

La portata di massima piena che scaturisce dalle suddette ipotesi è fornita dalla relazione:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \psi \cdot \frac{h_{T_c}}{T_c} \cdot S \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

dove:

- $T_c$  = tempo di corrivazione [ore]
- $S$  = superficie del bacino [km<sup>2</sup>]
- $h_{T_c}$  = pioggia critica di durata  $T_c$  [mm]
- $\Psi$  = coefficiente di deflusso.

Lo ietogramma di progetto per la stima del coefficiente di afflusso è di tipo rettangolare, ovvero l'intensità della pioggia si suppone costante durante tutta la durata dell'evento meteorico. Questa ipotesi è applicabile al regime idrologico della Sardegna poiché le piogge presentano prevalentemente breve durata e alta intensità. Le perdite del bacino nella trasformazione afflussi-deflussi verranno pertanto stimate sotto forma di percentuale dell'afflusso meteorico totale, utilizzando il metodo del Curve Number (CN) sviluppato dal Soil Conservation Service nel 1985, e il coefficiente  $F$  assumerà un valore nell'intervallo 0÷1.

Il metodo cinematico solitamente ben si adatta alle stime di portata di piena dei piccoli bacini, fra i quali, con un criterio del tutto empirico possono essere classificati i bacini di estensione massima pari a qualche centinaio di km<sup>2</sup>, mentre per bacini di maggiori dimensioni fornisce risultati che in genere risultano sovrastimati.

Il tempo di corrivazione  $t_c$  può essere stimato utilizzando varie formule esistenti in letteratura, ognuna applicabile in misura maggiore o minore a seconda delle caratteristiche del bacino.

|  |   |                                     |
|--|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenja Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgenjarenewables@sorgenja.it  | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it  | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>12 di 31           |

In fase progettuale verrà adottato il valore di  $t_c$  più idoneo in relazione alle caratteristiche morfometriche del tipo di bacino in esame.

Per la determinazione del tempo di corrivazione  $T_c$  sono state utilizzate le formule sotto elencate:

- Formule di Ventura: 
$$T_c = 0.1272 \left( \frac{S}{i_m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad [\text{ore}]$$

- Formula di Giandotti: 
$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{(H_m - H_0)}} \quad [\text{ore}]$$

- Formula di Viparelli: 
$$T_c = \frac{L}{3.6V} \quad [\text{ore}]$$

(dove  $V$  è la velocità media di scorrimento è stata imposta pari a 1.5 m/s)

- Formula di Pasini: 
$$T_c = \frac{0.108(SL)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{i_m}} \quad [\text{ore}]$$

- Formula VAPI 
$$T_c = 0.212 S^{0.231} \left( \frac{H_m}{i_m} \right)^{0.289} \quad [\text{ore}]$$

I bacini con la sezione di chiusura, in corrispondenza degli attraversamenti in progetto (01-ICV-DGBT, 03-ICV-DGBT, 04-ICV-DGBT, 06-ICV-DGBT, 07-IV-DGBT), sono invidiati nelle figure di seguito riportate.

Per il dimensionamento dell'attraversamento 08-IV-DGBT è stata considerata la portata del bacino dell'attraversamento 07-IV-DGBT (stesso bacino, con sezione di chiusura più a monte).

L'attraversamento 05-ICV-DGBT è situato nel tratto terminale dell'alveo del reticolo DGBT e presenta un bacino residuo trascurabile; è prevista la posa di una tubazione in cemento, diametro interno 800 mm, pendenza longitudinale 0,01 m/m. Tale sezione soddisfa le condizioni della Delibera del Comitato Istituzionale n.39 del 17.07.2019" dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna (franco minimo 500 mm) e costituisce la sezione minima per poter effettuare le operazioni di manutenzione del manufatto.

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA  | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>Errore.<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>13 di 31           |

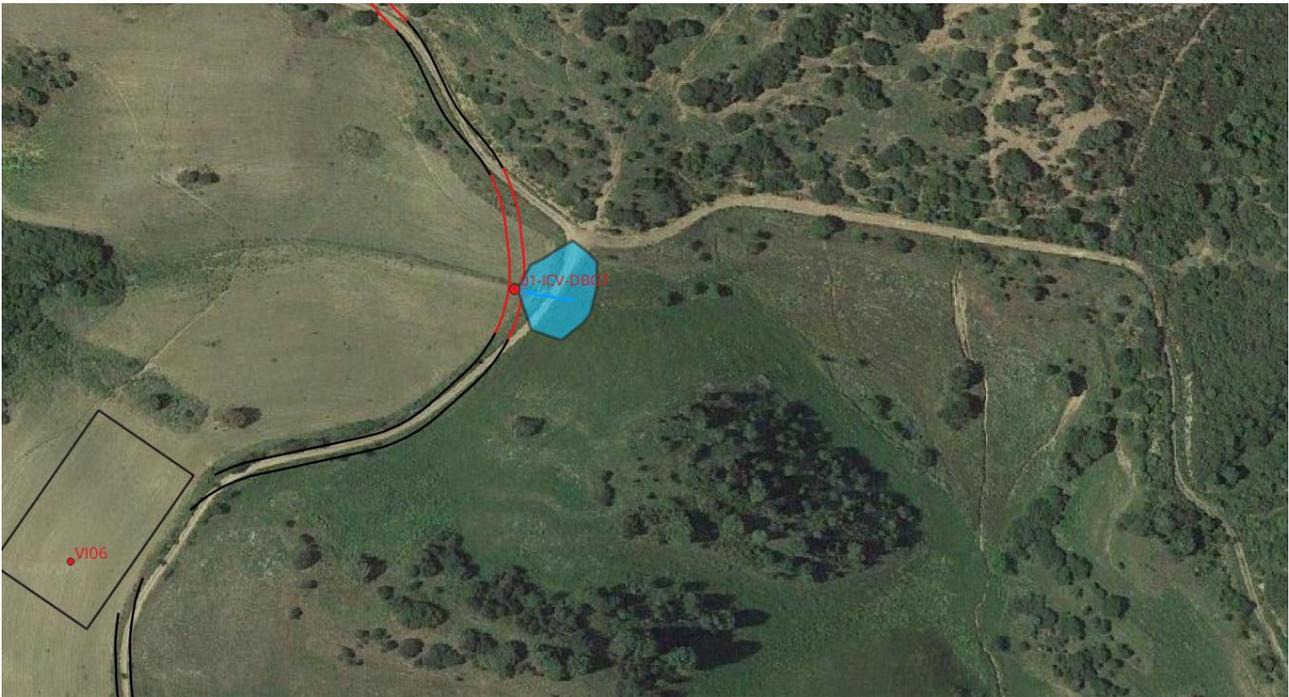


Figura 4.1: Planimetria con individuazione del bacino idrografico dell'attraversamento 01-ICV-DGBT

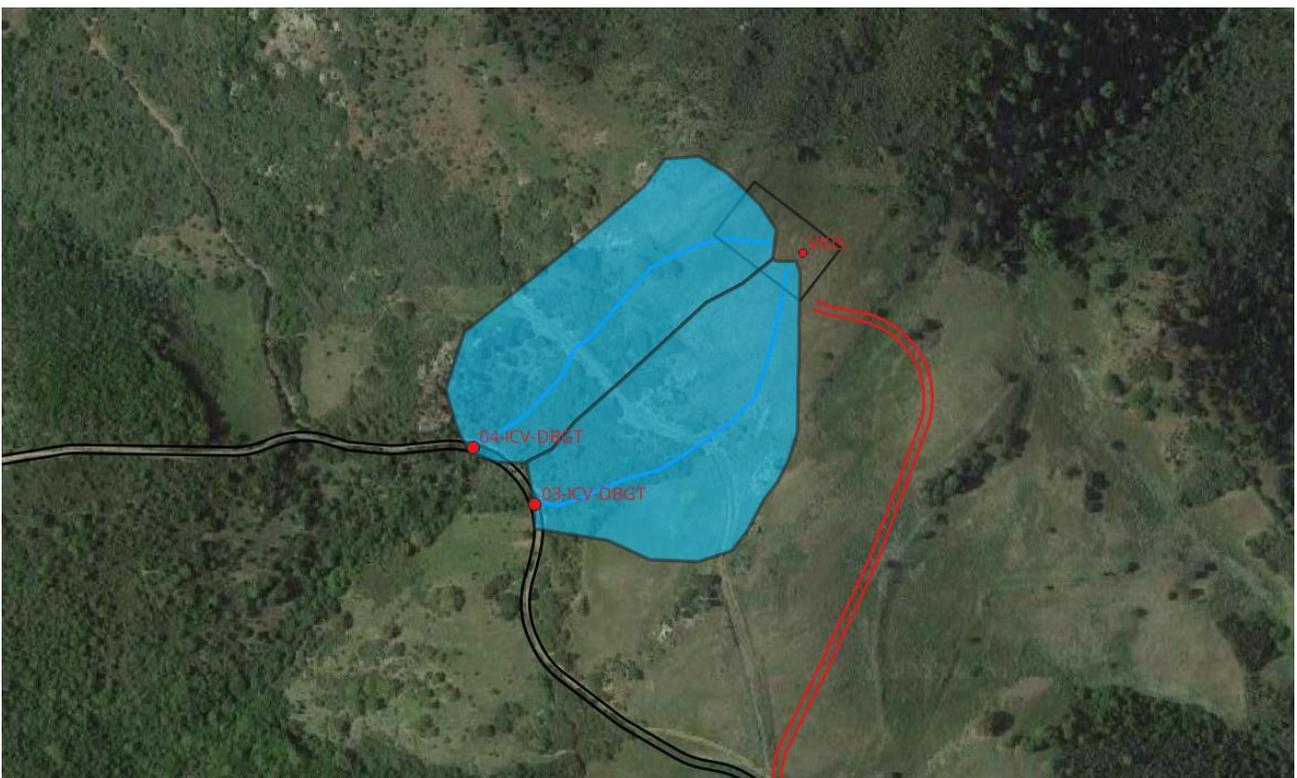


Figura 4.2: Planimetria con individuazione del bacino idrografico degli attraversamenti 03-ICV-DGBT e 04-ICV-DGBT

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA  | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>Errore.<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>14 di 31           |



Figura 4.3: Planimetria con individuazione del bacino idrografico dell'attraversamento 06-ICV-DGBT



Figura 4.4: Planimetria con individuazione del bacino idrografico dell'attraversamento 07-IV-DGBT

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>15 di 31           |

Le caratteristiche morfologiche dei bacini sono di seguito indicate:

Tabella 4.1: Caratteristiche morfologiche dei bacini

| <b>CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE</b> |                         |                                   |                                   |                                   |                                   |                                  |                 |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------|
|                                     |                         | <b>ATTRAVERS.<br/>01-ICV-DGBT</b> | <b>ATTRAVERS.<br/>03-ICV-DGBT</b> | <b>ATTRAVERS.<br/>04-ICV-DGBT</b> | <b>ATTRAVERS.<br/>06-ICV-DGBT</b> | <b>ATTRAVERS.<br/>07-IV-DGBT</b> |                 |
| Superficie bacino                   | S=                      | 0.001                             | 0.018                             | 0.017                             | 0.044                             | 0.019                            | Km <sup>2</sup> |
| Altitudine massima                  | H <sub>MAX</sub> =      | 364.138                           | 496.974                           | 496.951                           | 283.001                           | 396.343                          | m s.l.m.        |
| Altitudine minima                   | H <sub>0</sub> =        | 361.742                           | 424.560                           | 418.208                           | 197.577                           | 370.000                          | m s.l.m.        |
| Altitudine media                    | H <sub>m</sub> =        | 363.041                           | 463.578                           | 465.206                           | 228.628                           | 384.608                          | m s.l.m.        |
| Pendenza media del bacino drenante  | i <sub>VERSANTE</sub> = | 5.000                             | 18.500                            | 18.600                            | 16.600                            | 9.700                            | %               |
| Lunghezza asta principale           | L=                      | 0.018                             | 0.227                             | 0.241                             | 0.413                             | 0.180                            | km              |
| Pendenza media dell'asta principale | im=                     | 0.0590                            | 0.2900                            | 0.2600                            | 0.0150                            | 0.0330                           |                 |

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA  | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>Errore.<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>16 di 31           |

I valori ricavati pertanto sono i seguenti:

Tabella 4.2: Caratteristiche morfologiche dei bacini

| <b>TEMPO DI CORRIVAZIONE</b> |              |                                       |                                       |                                       |                                       |                                 |
|------------------------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
|                              |              | <b>ATTRAVERS<br/>01-ICV-<br/>DGBT</b> | <b>ATTRAVERS<br/>03-ICV-<br/>DGBT</b> | <b>ATTRAVERS<br/>04-ICV-<br/>DGBT</b> | <b>ATTRAVERS<br/>06-ICV-<br/>DGBT</b> | <b>ATTRAVERS<br/>07-IV-DGBT</b> |
| SCS                          | [ore]        | 0.016                                 | 0.055                                 | 0.059                                 | 0.108                                 | 0.073                           |
| Ventura                      | [ore]        | 0.013                                 | 0.032                                 | 0.033                                 | 0.219                                 | 0.096                           |
| <b>Giandotti</b>             | <b>[ore]</b> | <b>0.142</b>                          | <b>0.175</b>                          | <b>0.162</b>                          | <b>0.328</b>                          | <b>0.268</b>                    |
| Viparelli                    | [ore]        | 0.003                                 | 0.042                                 | 0.045                                 | 0.076                                 | 0.033                           |
| Pasini                       | [ore]        | 0.010                                 | 0.032                                 | 0.034                                 | 0.232                                 | 0.089                           |
| VAPI                         | [ore]        | 0.486                                 | 0.706                                 | 0.723                                 | 1.670                                 | 1.269                           |

Per la determinazione dell'altezza critica è stato utilizzato il tempo di corrivazione ottenuto dalla formula di Giandotti.

#### 4.1 Determinazione dell'altezza di pioggia critica

Per quanto riguarda la determinazione dell'altezza di pioggia critica lorda  $h_{Tc}$  da utilizzare per l'applicazione della formula razionale si fa usualmente ricorso alle curve di possibilità pluviometrica ricavate utilizzando la distribuzione TCEV.

La pioggia lorda  $h$  viene ricavata dalla nota formula:

$$h(T_p) = a \cdot T_p^n$$

dove:

$$\begin{cases} a = a_1 \cdot a_2 \\ n = n_1 + n_2 \end{cases}$$

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>17 di 31           |

| SZO         | Durata ≤ 1 ora   | Durata >1 ora                                    |
|-------------|--|--|
| Sottozona 1 | $a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$                                   | $a=0.46420+1.0376*\text{Log}(T)$                 |
|             | $n=-0.18488+0.22960*\text{Log}(T)-3.3216*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$  | $n=-1.0469*10^{-2}-7.8505*10^{-3}*\text{Log}(T)$ |
| Sottozona 2 | $a=0.43797+1.0890*\text{Log}(T)$                                   | $a=0.43797+1.0890*\text{Log}(T)$                 |
|             | $n=-0.18722+0.24862*\text{Log}(T)-3.36305*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$ | $n=-6.3887*10^{-3}-4.5420*10^{-3}*\text{Log}(T)$ |
| Sottozona 3 | $a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$                                   | $a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$                 |
|             | $n=-0.19060+0.264438*\text{Log}(T)-3.8969*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$ | $n=1.4929*10^{-2}+7.1973*10^{-3}*\text{Log}(T)$  |

Tabella 4.3: Curve di possibilità pluviometrica TCEV

I valori di  $a_1$  e  $n_1$  si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera  $\mu_g$  data dalla media dei massimi annui di precipitazione giornaliera; tali valori sono stati calcolati per diverse zone della Sardegna secondo la carta delle Isoiete.

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0,886 \cdot 24^{n_1}}$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log \mu_g$$

Per quanto riguarda  $a_2$  e  $n_2$  si determinano con relazioni differenti per tempi di ritorno TR maggiori o minori di 10 anni, per durate di pioggia  $T_p$  maggiori o minori di 1 ora e a seconda delle 3 sottozone omogenee (SZO) in cui è stata suddivisa la Sardegna<sup>1</sup>.

I bacini dei corsi d'acqua che interessano il territorio comunale di Villamassargia ricadono nella sottozona SZO 1, dalla tabella sopra riportata le espressioni di  $a_2$  e  $n_2$  per  $T_p$ , che nel metodo cinematico è posto pari al  $T_c$ , inferiore di 1 ora sono:

#### per la sottozona 1

$$a_2 = 0,46420 + 1,0376 \log TR$$

$$n_2 = -0,18488 + 0,22960 (\log TR) - 3,3216*10^{-2}*\text{Log}^2(TR)$$

## 4.2 Determinazione della pioggia ragguagliata

La determinazione della pioggia ragguagliata è stata condotta secondo la formula proposta dal Department of Environment Water Council (DEWC) nel 1981, applicabile a bacini con area totale 1 [Km<sup>2</sup>] <A< 100 [Km<sup>2</sup>], e pertanto applicabile al bacino in esame. È necessaria la stima di un coefficiente  $r$  da moltiplicare per l'altezza di pioggia lorda  $h$ .

$$r(\tau, A_b) = 1 - f_1 \tau^{-f_2}$$

|  |   |                                     |
|--|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it  | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it  | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>18 di 31           |

dove

$$f1 = 0.0394 \text{ Ab}^{0.354}$$

$$f2 = 0.4 - 0.0208 (4.6 - \ln \text{ Ab}) \text{ per } \text{ Ab} < 20 [\text{Km}^2]$$

Ab è l'area del bacino espressa in [Km<sup>2</sup>];

$\tau$  è la durata della pioggia lorda in ore.

R è il coefficiente di riduzione areale

### 4.3 Coefficiente di deflusso

Per la stima delle perdite si è applicato il metodo del Curve Number (CN) indicato dal Soil Conservation Service (SCS, 1975, 1985) considerando la condizione più critica di umidità antecedente del suolo, ovvero corrispondente alla condizione AMC (Antecedent Moisture Condition) di tipo III, indicativa di un suolo saturo. L'uso suolo è stato ricavato dalla carta regionale d'uso del suolo suddivisa in 72 classi, contenute in 4 livelli gerarchici, secondo l'impostazione della Corine Land Cover, società che ha redatto la carta per la Regione Sardegna.

L'altezza  $h_{n,r}$  di pioggia netta è stata pertanto calcolata secondo la seguente relazione (SCS):

$$h_{n,r} = \frac{(h_{l,r}(\tau) - I_a)^2}{h_{l,r}(\tau) - I_a + S}$$

dove l'altezza raggugliata delle perdite iniziali  $I_a$  ed il parametro S, sono forniti, in mm, dalle seguenti espressioni:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \qquad I_a = 0.2S$$

Per i bacini sono stati adottati i seguenti coefficiente Curve Number III:

BACINO ATTRAVERS. 01-ICV-DGBT: **91.21**

BACINO ATTRAVERS. 03-ICV-DGBT: **94.97**

BACINO ATTRAVERS. 04-ICV-DGBT: **94.21**

BACINO ATTRAVERS. 06-ICV-DGBT: **91.72**

BACINO ATTRAVERS. 07-IV-DGBT: **91.81**

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenja Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgenjarenewables@sorgenja.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>19 di 31           |

Di seguito si riporta la tabella, riassuntiva dei risultati ottenuti col metodo cinematico:

### **BACINO ATTRAVERSAMENTO 01-ICV-DGBT**

Tabella 4.4: Portate di piena Bacino attraversamento 01-ICV-DGBT

| Tempo di ritorno | Frattile     | Coefficienti metodo TCEV |               |               |               | Pioggia lorda | Pioggia lorda ' | Pioggia netta | Coeff. di deflusso | Portata di progetto | contributo unitario |
|------------------|--------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                  |              | a1                       | n1            | a2            | n2            |               |                 |               |                    |                     |                     |
| [anni]           |              |                          |               |               |               | [mm]          | [mm]            | [mm]          |                    | [m <sup>3</sup> /s] | [m <sup>3</sup> /s] |
| 50               | 0.980        | 21.6426                  | 0.3428        | 2.2271        | 0.1093        | 19.973        | 19.857          | 5.676         | 0.286              | 0.007               | 11.06               |
| 100              | 0,990        | 21.6426                  | 0.3428        | 2.5394        | 0.1415        | 21.393        | 21.268          | 6.562         | 0.309              | 0.008               | 12.79               |
| <b>200</b>       | <b>0,995</b> | <b>21.6426</b>           | <b>0.3428</b> | <b>2.8517</b> | <b>0.1676</b> | <b>22.832</b> | <b>22.700</b>   | <b>7.497</b>  | <b>0.330</b>       | <b>0.010</b>        | <b>14.61</b>        |
| 500              | 0,998        | 21.6426                  | 0.3428        | 3.2647        | 0.1928        | 24.882        | 24.737          | 8.883         | 0.359              | 0.011               | 17.32               |

### **BACINO ATTRAVERSAMENTO 03-ICV-DGBT**

Tabella 4.5: Portate di piena Bacino attraversamento 03-ICV-DGBT

| Tempo di ritorno | Frattile     | Coefficienti metodo TCEV |               |               |               | Pioggia lorda | Pioggia lorda ' | Pioggia netta | Coeff. di deflusso | Portata di progetto | contributo unitario |
|------------------|--------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                  |              | a1                       | n1            | a2            | n2            |               |                 |               |                    |                     |                     |
| [anni]           |              |                          |               |               |               | [mm]          | [mm]            | [mm]          |                    | [m <sup>3</sup> /s] | [m <sup>3</sup> /s] |
| 50               | 0.980        | 21.6426                  | 0.3428        | 2.2271        | 0.1093        | 21.945        | 21.558          | 11.014        | 0.511              | 0.313               | 17.44               |
| 100              | 0.990        | 21.6426                  | 0.3428        | 2.5394        | 0.1415        | 23.662        | 23.245          | 12.423        | 0.534              | 0.354               | 19.67               |
| <b>200</b>       | <b>0.995</b> | <b>21.6426</b>           | <b>0.3428</b> | <b>2.8517</b> | <b>0.1676</b> | <b>25.392</b> | <b>24.944</b>   | <b>13.869</b> | <b>0.556</b>       | <b>0.395</b>        | <b>21.96</b>        |
| 500              | 0.998        | 21.6426                  | 0.3428        | 3.2647        | 0.1928        | 27.817        | 27.327          | 15.935        | 0.583              | 0.454               | 25.23               |

### **BACINO ATTRAVERSAMENTO 04-ICV-DGBT**

Tabella 4.6: Portate di piena Bacino attraversamento 04-ICV-DGBT

| Tempo di ritorno | Frattile     | Coefficienti metodo TCEV |               |               |               | Pioggia lorda | Pioggia lorda ' | Pioggia netta | Coeff. di deflusso | Portata di progetto | contributo unitario |
|------------------|--------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                  |              | a1                       | n1            | a2            | n2            |               |                 |               |                    |                     |                     |
| [anni]           |              |                          |               |               |               | [mm]          | [mm]            | [mm]          |                    | [m <sup>3</sup> /s] | [m <sup>3</sup> /s] |
| 50               | 0.980        | 21.6426                  | 0.3428        | 2.2271        | 0.1093        | 21.154        | 20.776          | 9.369         | 0.451              | 0.278               | 16.09               |
| 100              | 0.990        | 21.6426                  | 0.3428        | 2.5394        | 0.1415        | 22.750        | 22.343          | 10.607        | 0.475              | 0.315               | 18.21               |
| <b>200</b>       | <b>0.995</b> | <b>21.6426</b>           | <b>0.3428</b> | <b>2.8517</b> | <b>0.1676</b> | <b>24.362</b> | <b>23.926</b>   | <b>11.886</b> | <b>0.497</b>       | <b>0.353</b>        | <b>20.41</b>        |
| 500              | 0.998        | 21.6426                  | 0.3428        | 3.2647        | 0.1928        | 26.634        | 26.158          | 13.731        | 0.525              | 0.407               | 23.57               |

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA  | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>Errore.<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>20 di 31           |

## **BACINO ATTRAVERSAMENTO 06-ICV-DGBT**

Tabella 4.7: Portate di piena Bacino attraversamento 06-ICV-DGBT

| Tempo di ritorno | Frattile     | Coefficienti metodo TCEV |               |               |               | Pioggia lorda | Pioggia lorda ' | Pioggia netta | Coeff. di deflusso | Portata di progetto | contributo unitario |
|------------------|--------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                  |              | a1                       | n1            | a2            | n2            |               |                 |               |                    |                     |                     |
| [anni]           |              |                          |               |               |               | [mm]          | [mm]            | [mm]          |                    | [m <sup>3</sup> /s] | [m <sup>3</sup> /s] |
| 50               | 0.980        | 21.6426                  | 0.3428        | 2.2271        | 0.1093        | 29.117        | 28.550          | 12.246        | 0.429              | 0.460               | 10.37               |
| 100              | 0.990        | 21.6426                  | 0.3428        | 2.5394        | 0.1415        | 32.033        | 31.409          | 14.461        | 0.460              | 0.543               | 12.25               |
| <b>200</b>       | <b>0.995</b> | <b>21.6426</b>           | <b>0.3428</b> | <b>2.8517</b> | <b>0.1676</b> | <b>34.941</b> | <b>34.260</b>   | <b>16.739</b> | <b>0.489</b>       | <b>0.629</b>        | <b>14.18</b>        |
| 500              | 0.998        | 21.6426                  | 0.3428        | 3.2647        | 0.1928        | 38.889        | 38.131          | 19.925        | 0.523              | 0.749               | 16.87               |

## **BACINO ATTRAVERSAMENTO 07-IV-DGBT**

Tabella 4.8: Portate di piena Bacino attraversamento 07-IV-DGBT

| Tempo di ritorno | Frattile     | Coefficienti metodo TCEV |               |               |               | Pioggia lorda | Pioggia lorda ' | Pioggia netta | Coeff. di deflusso | Portata di progetto | contributo unitario |
|------------------|--------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                  |              | a1                       | n1            | a2            | n2            |               |                 |               |                    |                     |                     |
| [anni]           |              |                          |               |               |               | [mm]          | [mm]            | [mm]          |                    | [m <sup>3</sup> /s] | [m <sup>3</sup> /s] |
| 50               | 0.980        | 21.6426                  | 0.3428        | 2.2271        | 0.1093        | 26.584        | 26.174          | 10.573        | 0.404              | 0.207               | 10.95               |
| 100              | 0.990        | 21.6426                  | 0.3428        | 2.5394        | 0.1415        | 29.057        | 28.609          | 12.404        | 0.434              | 0.243               | 12.85               |
| <b>200</b>       | <b>0.995</b> | <b>21.6426</b>           | <b>0.3428</b> | <b>2.8517</b> | <b>0.1676</b> | <b>31.529</b> | <b>31.042</b>   | <b>14.294</b> | <b>0.460</b>       | <b>0.280</b>        | <b>14.81</b>        |
| 500              | 0.998        | 21.6426                  | 0.3428        | 3.2647        | 0.1928        | 34.913        | 34.374          | 16.963        | 0.493              | 0.332               | 17.57               |

|  |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it  | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA  | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it  | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br><b>L'origine riferimento non è stata trovata.</b> | <b>PAGINA</b><br>21 di 31           |

## 5 VERIFICHE IDRAULICHE

La verifica idraulica dei tratti a pelo libero in progetto è stata effettuata utilizzando la formula di Chezy-Bazin che assume la seguente formula:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad \text{dove:}$$

Q = portata (mc/s);

A = sezione bagnata

C = contorno bagnato

R = raggio idraulico = A/C

i = pendenza del collettore

$\chi$  = coefficiente di scabrezza calcolato come segue:

$$\chi = ks \cdot R^{1/6} \quad \text{dove:}$$

ks = coefficiente di Strikler.

Nel caso particolare si è adottato un valore del coefficiente di Strikler pari a 90 per le tubazioni in cemento.

Le verifiche sono state eseguite con la portata con tempo di ritorno 200 anni.

### 5.1 Deliberazione n. 39 del 17.07.2019

“Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m<sup>3</sup>/s. L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti. La scelta dei materiali deve garantire la resistenza anche ai fenomeni di abrasione e urto causati dai materiali trasportati dalla corrente.

Oltre a quanto previsto per gli attraversamenti dalla Norma, nella Relazione idraulica è opportuno siano considerati anche i seguenti aspetti:

- è da sconsigliare il frazionamento della portata fra più canne, tranne nei casi in cui questo sia fatto per facilitare le procedure di manutenzione, predisponendo allo scopo luci panconabili all'imbocco e allo sbocco e accessi per i mezzi d'opera;
- sono da evitare andamenti planimetrici non rettilinei e disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua.
- per sezioni di area maggiore a 1,5 m<sup>2</sup> è da garantire la praticabilità del manufatto;
- il tombino può funzionare sia in pressione che a superficie libera, evitando in ogni caso il

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>22 di 31           |

funzionamento intermittente fra i due regimi: nel caso in una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all'interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;

- nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;
- il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso d'acqua a valle del tombino;
- la tenuta idraulica deve essere garantita per ciascuna sezione dell'intero manufatto per un carico pari al maggiore tra: 0,5 bar rispetto all'estradosso o 1,5 volte la massima pressione d'esercizio;
- il massimo rigurgito previsto a monte del tombino deve garantire il rispetto del franco idraulico nel tratto del corso d'acqua a monte;
- nel caso sia da temersi l'ostruzione anche parziale del manufatto da parte dei detriti galleggianti trasportati dalla corrente, è da disporre immediatamente a monte una varice presidiata da una griglia che consenta il passaggio di elementi caratterizzati da dimensioni non superiori alla metà della larghezza del tombino; in alternativa il tombino è da dimensionare assumendo che la sezione efficace ai fini del deflusso delle acque sia ridotta almeno alla metà di quella effettiva. È in ogni caso da garantire l'accesso in alveo ai mezzi necessari per le operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria da svolgere dopo gli eventi di piena;
- i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento.

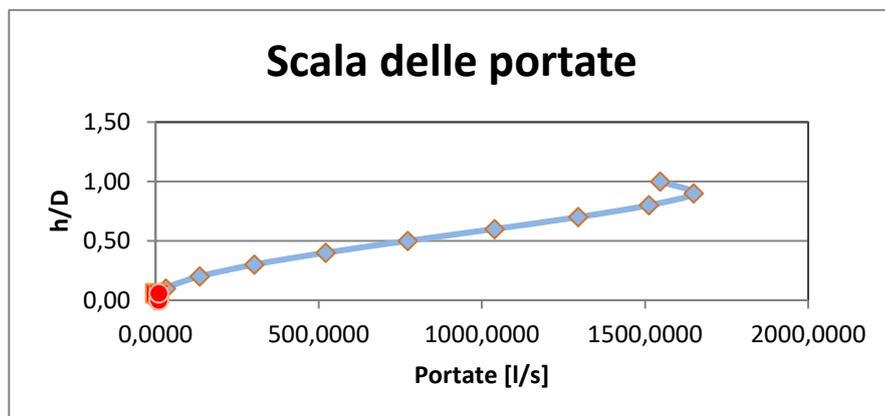
Nel caso il tombino sia opera provvisoria, ovvero a servizio di un cantiere, le precedenti disposizioni possono essere assunte come elementi di riferimento, tenendo opportunamente conto del tempo di utilizzo previsto per l'opera provvisoria stessa.

|  |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                 | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA  | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>CONSULENZA<br/>E PROGETTI</b><br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>Errore.<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>23 di 31           |

## 5.2 Verifica attraversamento 01-ICV-DGBT

L'attraversamento 01 sarà costituito da una tubazione in cemento, diametro interno 800 mm, pendenza longitudinale 0.01 m/m.

| Tubazione 01-ICV   |                     |       |       |        |                |         |               |
|--|---------------------|-------|-------|--------|----------------|---------|---------------|
| <b>Materiale tubazione</b>                                       |                     |       |       |        | <b>CEMENTO</b> |         |               |
| <b>Diametro interno (mm)</b>                                     |                     |       |       |        | 800            |         |               |
| <b>Coefficiente di scabrezza di Strikler [m<sup>1/3</sup>/s]</b> |                     |       |       |        | 90             |         |               |
| <b>Pendenza [m/m]</b>  |                     |       |       |        | 0.010          |         |               |
| <b>Portata progetto [l/s]</b>                                    |                     |       |       |        | 10.000         |         |               |
| h / D  | A [m <sup>2</sup> ] | B [m] | R [m] | $\chi$ | Q [l/s]        | V [m/s] | % Riempimento |
| 0.06   | 0.01                | 0.39  | 0.03  | 50.12  | 10.00          | 0.87    | 2.30          |



Legenda:

|                                 |
|---------------------------------|
| h/D: rapporto altezza/diametro  |
| A: area bagnata                 |
| B: contorno bagnato             |
| R: raggio idraulico             |
| $\chi$ : coefficiente scabrezza |
| Q: portata                      |
| V: velocità                     |

Scala delle portate tubazione

| h / D | A [m <sup>2</sup> ] | B [m] | R [m] | $\chi$ | Q [l/s]   | V [m/s] | % Riempimento |
|-------|---------------------|-------|-------|--------|-----------|---------|---------------|
| 0.00  | 0.00                | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.0000    | 0.00    | 0.00          |
| 0.10  | 0.03                | 0.51  | 0.05  | 54.77  | 32.3011   | 1.23    | 5.20          |
| 0.20  | 0.07                | 0.74  | 0.10  | 60.95  | 135.4859  | 1.89    | 14.24         |
| 0.30  | 0.13                | 0.93  | 0.14  | 64.60  | 302.9802  | 2.39    | 25.23         |
| 0.40  | 0.19                | 1.10  | 0.17  | 67.08  | 521.3706  | 2.78    | 37.35         |
| 0.50  | 0.25                | 1.26  | 0.20  | 68.83  | 773.5749  | 3.08    | 50.00         |
| 0.60  | 0.31                | 1.42  | 0.22  | 70.04  | 1039.4374 | 3.30    | 62.65         |
| 0.70  | 0.38                | 1.59  | 0.24  | 70.80  | 1295.3321 | 3.45    | 74.77         |
| 0.80  | 0.43                | 1.77  | 0.24  | 71.11  | 1512.2877 | 3.51    | 85.76         |
| 0.90  | 0.48                | 2.00  | 0.24  | 70.87  | 1648.9481 | 3.46    | 94.80         |
| 1.00  | 0.50                | 2.51  | 0.20  | 68.83  | 1547.1498 | 3.08    | 100.00        |

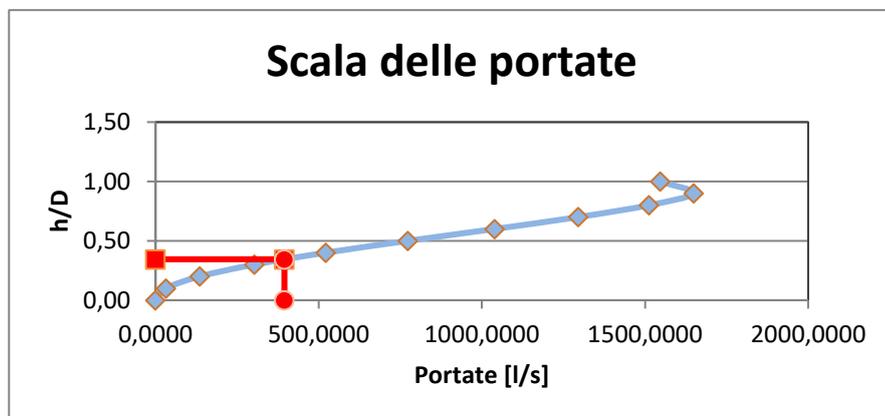
Per una portata di 200 anni si determina un livello idrico pari a 35 mm ed un franco idraulico di 754 mm.

|  |   |                                     |
|--|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                 | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA                               | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>CONSULENZA<br/>E PROGETTI</b><br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>24 di 31           |

### 5.3 Verifica attraversamento 03-ICV-DGBT

L'attraversamento 03 sarà costituito da una tubazione in cemento, diametro interno 800 mm, pendenza longitudinale 0.01 m/m.

| Tubazione 03-ICV   |                     |       |       |        |                |         |               |
|--|---------------------|-------|-------|--------|----------------|---------|---------------|
| <b>Materiale tubazione</b>                                       |                     |       |       |        | <b>CEMENTO</b> |         |               |
| <b>Diametro interno (mm)</b>                                     |                     |       |       |        | 800            |         |               |
| <b>Coefficiente di scabrezza di Strikler [m<sup>1/3</sup>/s]</b> |                     |       |       |        | 90             |         |               |
| <b>Pendenza [m/m]</b>  |                     |       |       |        | 0.010          |         |               |
| <b>Portata progetto [l/s]</b>                                    |                     |       |       |        | 395.000        |         |               |
| h / D  | A [m <sup>2</sup> ] | B [m] | R [m] | $\chi$ | Q [l/s]        | V [m/s] | % Riempimento |
| 0.34   | 0.15                | 1.00  | 0.15  | 65.81  | 395.00         | 2.57    | 30.54         |



Legenda:

|                                 |
|---------------------------------|
| h/D: rapporto altezza/diametro  |
| A: area bagnata                 |
| B: contorno bagnato             |
| R: raggio idraulico             |
| $\chi$ : coefficiente scabrezza |
| Q: portata                      |
| V: velocità                     |

Scala delle portate tubazione

| h / D | A [m <sup>2</sup> ] | B [m] | R [m] | $\chi$ | Q [l/s]   | V [m/s] | % Riempimento |
|-------|---------------------|-------|-------|--------|-----------|---------|---------------|
| 0.00  | 0.00                | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.0000    | 0.00    | 0.00          |
| 0.10  | 0.03                | 0.51  | 0.05  | 54.77  | 32.3011   | 1.23    | 5.20          |
| 0.20  | 0.07                | 0.74  | 0.10  | 60.95  | 135.4859  | 1.89    | 14.24         |
| 0.30  | 0.13                | 0.93  | 0.14  | 64.60  | 302.9802  | 2.39    | 25.23         |
| 0.40  | 0.19                | 1.10  | 0.17  | 67.08  | 521.3706  | 2.78    | 37.35         |
| 0.50  | 0.25                | 1.26  | 0.20  | 68.83  | 773.5749  | 3.08    | 50.00         |
| 0.60  | 0.31                | 1.42  | 0.22  | 70.04  | 1039.4374 | 3.30    | 62.65         |
| 0.70  | 0.38                | 1.59  | 0.24  | 70.80  | 1295.3321 | 3.45    | 74.77         |
| 0.80  | 0.43                | 1.77  | 0.24  | 71.11  | 1512.2877 | 3.51    | 85.76         |
| 0.90  | 0.48                | 2.00  | 0.24  | 70.87  | 1648.9481 | 3.46    | 94.80         |
| 1.00  | 0.50                | 2.51  | 0.20  | 68.83  | 1547.1498 | 3.08    | 100.00        |

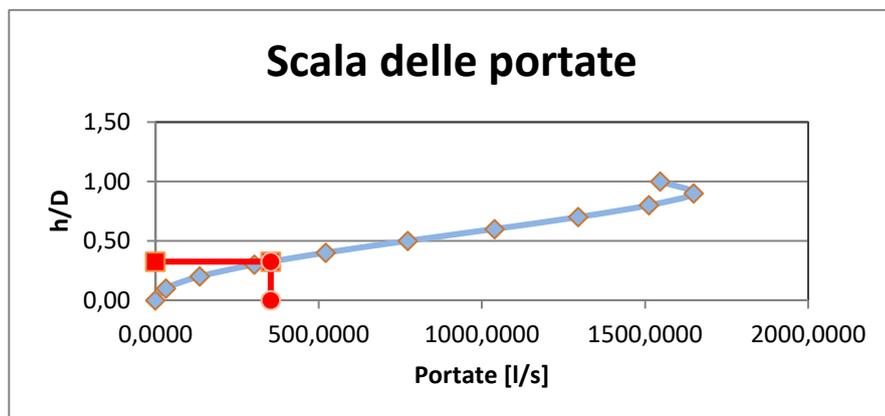
Per una portata di 200 anni si determina un livello idrico pari a 275 mm ed un franco idraulico di 524 mm.

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it            | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA                               | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
| <br>CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>25 di 31           |

#### 5.4 Verifica attraversamento 04-ICV-DGBT

L'attraversamento 04 sarà costituito da una tubazione in cemento, diametro interno 800 mm, pendenza longitudinale 0.01 m/m.

| Tubazione 04-ICV   |                     |       |       |        |                |         |               |
|--|---------------------|-------|-------|--------|----------------|---------|---------------|
| <b>Materiale tubazione</b>                                       |                     |       |       |        | <b>CEMENTO</b> |         |               |
| <b>Diametro interno (mm)</b>                                     |                     |       |       |        | <b>800</b>     |         |               |
| <b>Coefficiente di scabrezza di Strikler [m<sup>1/3</sup>/s]</b> |                     |       |       |        | <b>90</b>      |         |               |
| <b>Pendenza [m/m]</b>  |                     |       |       |        | 0.010          |         |               |
| <b>Portata progetto [l/s]</b>                                    |                     |       |       |        | <b>353.000</b> |         |               |
| h / D  | A [m <sup>2</sup> ] | B [m] | R [m] | $\chi$ | Q [l/s]        | V [m/s] | % Riempimento |
| 0.32   | 0.14                | 0.97  | 0.15  | 65.30  | 353.00         | 2.49    | 28.16         |



Legenda:

|                                 |
|---------------------------------|
| h/D: rapporto altezza/diametro  |
| A: area bagnata                 |
| B: contorno bagnato             |
| R: raggio idraulico             |
| $\chi$ : coefficiente scabrezza |
| Q: portata                      |
| V: velocità                     |

Scala delle portate tubazione

| h / D | A [m <sup>2</sup> ] | B [m] | R [m] | $\chi$ | Q [l/s]   | V [m/s] | % Riempimento |
|-------|---------------------|-------|-------|--------|-----------|---------|---------------|
| 0.00  | 0.00                | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.0000    | 0.00    | 0.00          |
| 0.10  | 0.03                | 0.51  | 0.05  | 54.77  | 32.3011   | 1.23    | 5.20          |
| 0.20  | 0.07                | 0.74  | 0.10  | 60.95  | 135.4859  | 1.89    | 14.24         |
| 0.30  | 0.13                | 0.93  | 0.14  | 64.60  | 302.9802  | 2.39    | 25.23         |
| 0.40  | 0.19                | 1.10  | 0.17  | 67.08  | 521.3706  | 2.78    | 37.35         |
| 0.50  | 0.25                | 1.26  | 0.20  | 68.83  | 773.5749  | 3.08    | 50.00         |
| 0.60  | 0.31                | 1.42  | 0.22  | 70.04  | 1039.4374 | 3.30    | 62.65         |
| 0.70  | 0.38                | 1.59  | 0.24  | 70.80  | 1295.3321 | 3.45    | 74.77         |
| 0.80  | 0.43                | 1.77  | 0.24  | 71.11  | 1512.2877 | 3.51    | 85.76         |
| 0.90  | 0.48                | 2.00  | 0.24  | 70.87  | 1648.9481 | 3.46    | 94.80         |
| 1.00  | 0.50                | 2.51  | 0.20  | 68.83  | 1547.1498 | 3.08    | 100.00        |

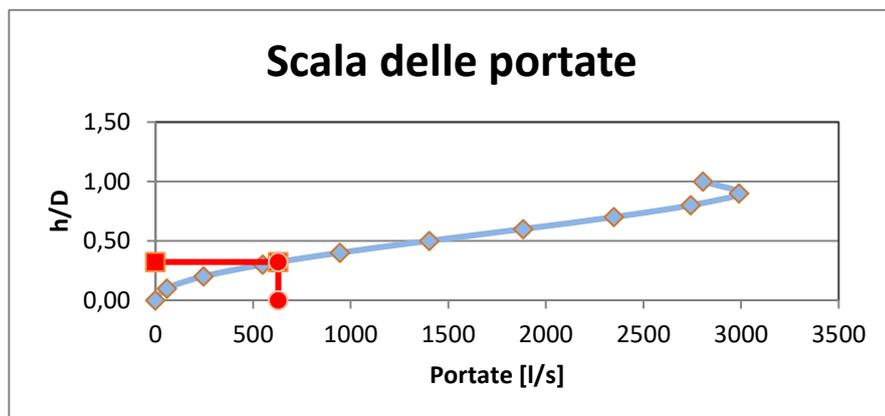
Per una portata di 200 anni si determina un livello idrico pari a 259 mm ed un franco idraulico di 540 mm.

|   |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it            | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA                               | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
| <br>CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>26 di 31           |

## 5.5 Verifica attraversamento 06-ICV-DGBT

L'attraversamento 06 sarà costituito da una tubazione in cemento, diametro interno 1000 mm, pendenza longitudinale 0.01 m/m.

| Tubazione 06-ICV   |                     |       |       |        |                |         |               |
|--|---------------------|-------|-------|--------|----------------|---------|---------------|
| <b>Materiale tubazione</b>                                       |                     |       |       |        | <b>CEMENTO</b> |         |               |
| <b>Diametro interno (mm)</b>                                     |                     |       |       |        | <b>1000</b>    |         |               |
| <b>Coefficiente di scabrezza di Strikler [m<sup>1/3</sup>/s]</b> |                     |       |       |        | <b>90</b>      |         |               |
| <b>Pendenza [m/m]</b>  |                     |       |       |        | 0.010          |         |               |
| <b>Portata progetto [l/s]</b>                                    |                     |       |       |        | <b>629.000</b> |         |               |
| h / D  | A [m <sup>2</sup> ] | B [m] | R [m] | $\chi$ | Q [l/s]        | V [m/s] | % Riempimento |
| 0.32   | 0.22                | 1.21  | 0.18  | 67.69  | 629.00         | 2.88    | 27.81         |



Legenda:

|                                 |
|---------------------------------|
| h/D: rapporto altezza/diametro  |
| A: area bagnata                 |
| B: contorno bagnato             |
| R: raggio idraulico             |
| $\chi$ : coefficiente scabrezza |
| Q: portata                      |
| V: velocità                     |

Scala delle portate tubazione

| h / D | A [m <sup>2</sup> ] | B [m] | R [m] | $\chi$ | Q [l/s]   | V [m/s] | % Riempimento |
|-------|---------------------|-------|-------|--------|-----------|---------|---------------|
| 0.00  | 0.00                | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.0000    | 0.00    | 0.00          |
| 0.10  | 0.04                | 0.64  | 0.06  | 56.85  | 58.5658   | 1.43    | 5.20          |
| 0.20  | 0.11                | 0.93  | 0.12  | 63.26  | 245.6524  | 2.20    | 14.24         |
| 0.30  | 0.20                | 1.16  | 0.17  | 67.05  | 549.3396  | 2.77    | 25.23         |
| 0.40  | 0.29                | 1.37  | 0.21  | 69.62  | 945.3077  | 3.22    | 37.35         |
| 0.50  | 0.39                | 1.57  | 0.25  | 71.43  | 1402.5846 | 3.57    | 50.00         |
| 0.60  | 0.49                | 1.77  | 0.28  | 72.69  | 1884.6254 | 3.83    | 62.65         |
| 0.70  | 0.59                | 1.98  | 0.30  | 73.48  | 2348.5933 | 4.00    | 74.77         |
| 0.80  | 0.67                | 2.21  | 0.30  | 73.81  | 2741.9600 | 4.07    | 85.76         |
| 0.90  | 0.74                | 2.50  | 0.30  | 73.56  | 2989.7419 | 4.02    | 94.80         |
| 1.00  | 0.79                | 3.14  | 0.25  | 71.43  | 2805.1692 | 3.57    | 100.00        |

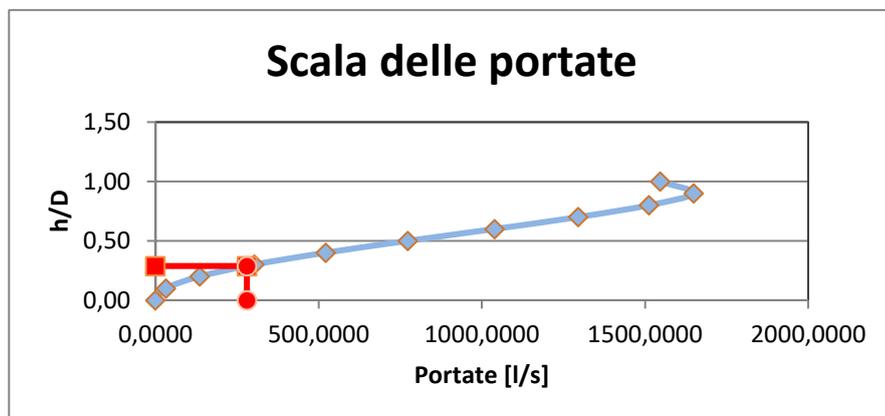
Per una portata di 200 anni si determina un livello idrico pari a 321 mm ed un franco idraulico di 678 mm.

|  |   |                                     |
|--|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                 | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA                               | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>CONSULENZA<br/>E PROGETTI</b><br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>27 di 31           |

## 5.6 Verifica attraversamento 07-IV-DGBT

L'attraversamento 07 sarà costituito da una tubazione in cemento, diametro interno 800 mm, pendenza longitudinale 0.01 m/m.

| Tubazione 07-IV  |                     |       |       |        |                |         |               |
|--|---------------------|-------|-------|--------|----------------|---------|---------------|
| <b>Materiale tubazione</b>                                       |                     |       |       |        | <b>CEMENTO</b> |         |               |
| <b>Diametro interno (mm)</b>                                     |                     |       |       |        | <b>800</b>     |         |               |
| <b>Coefficiente di scabrezza di Strikler [m<sup>1/3</sup>/s]</b> |                     |       |       |        | <b>90</b>      |         |               |
| <b>Pendenza [m/m]</b>  |                     |       |       |        | 0.010          |         |               |
| <b>Portata progetto [l/s]</b>                                    |                     |       |       |        | <b>280.000</b> |         |               |
| h / D  | A [m <sup>2</sup> ] | B [m] | R [m] | $\chi$ | Q [l/s]        | V [m/s] | % Riempimento |
| 0.29   | 0.12                | 0.91  | 0.13  | 64.24  | 280.00         | 2.34    | 23.85         |



Legenda:

|                                 |
|---------------------------------|
| h/D: rapporto altezza/diametro  |
| A: area bagnata                 |
| B: contorno bagnato             |
| R: raggio idraulico             |
| $\chi$ : coefficiente scabrezza |
| Q: portata                      |
| V: velocità                     |

Scala delle portate tubazione

| h / D | A [m <sup>2</sup> ] | B [m] | R [m] | $\chi$ | Q [l/s]   | V [m/s] | % Riempimento |
|-------|---------------------|-------|-------|--------|-----------|---------|---------------|
| 0.00  | 0.00                | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.0000    | 0.00    | 0.00          |
| 0.10  | 0.03                | 0.51  | 0.05  | 54.77  | 32.3011   | 1.23    | 5.20          |
| 0.20  | 0.07                | 0.74  | 0.10  | 60.95  | 135.4859  | 1.89    | 14.24         |
| 0.30  | 0.13                | 0.93  | 0.14  | 64.60  | 302.9802  | 2.39    | 25.23         |
| 0.40  | 0.19                | 1.10  | 0.17  | 67.08  | 521.3706  | 2.78    | 37.35         |
| 0.50  | 0.25                | 1.26  | 0.20  | 68.83  | 773.5749  | 3.08    | 50.00         |
| 0.60  | 0.31                | 1.42  | 0.22  | 70.04  | 1039.4374 | 3.30    | 62.65         |
| 0.70  | 0.38                | 1.59  | 0.24  | 70.80  | 1295.3321 | 3.45    | 74.77         |
| 0.80  | 0.43                | 1.77  | 0.24  | 71.11  | 1512.2877 | 3.51    | 85.76         |
| 0.90  | 0.48                | 2.00  | 0.24  | 70.87  | 1648.9481 | 3.46    | 94.80         |
| 1.00  | 0.50                | 2.51  | 0.20  | 68.83  | 1547.1498 | 3.08    | 100.00        |

Per una portata di 200 anni si determina un livello idrico pari a 230 mm ed un franco idraulico di 569 mm.

|  |   |                                     |
|--|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it  | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it  | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>28 di 31           |

## 6 AMMISSIBILITA' DEGLI INTERVENTI RISPETTO ALLE NORME PAI

Le zone definite dall'intersezione del percorso della nuova viabilità e dei caviddotti con il reticolo idrografico della Regione Sardegna, sono individuati con una pericolosità Hi4 sulla base dell'articolo 30 ter (Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia) delle norme di attuazione del PAI, con una larghezza della fascia in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto.

Con riferimento alle opere in progetto è di interesse, in particolare, quanto prescritto all'art. 27 comma 3 delle NTA relativamente alla realizzazione di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico. La viabilità di servizio dell'impianto e gli elettrodotti di vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto, in quanto opere connesse alla prevista centrale di produzione di energia rinnovabile, possono ricondursi, infatti, ad opere di interesse pubblico, giacché necessarie per l'utilizzazione di beni (in questo caso l'energia rinnovabile prodotta) da parte della collettività.

Tale principio è stato sancito per la prima volta nell'art. 1 comma 4 della Legge 9 gennaio 1991 (Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia), dove si stabilisce che l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile (che nella suddetta legge nazionale sono individuate come: sole, vento, energia idraulica, risorse geotermiche, maree, moto ondoso e trasformazione di rifiuti organici o di prodotti vegetali) è considerato di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili e urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche.

Con tali presupposti, le opere in progetto risultano riconducibili alle categorie di intervento, ascrivibili alle tipologie di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico espressamente consentite dal PAI nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata (comma 3), come specificato nel seguente prospetto esplicativo.

|  |   |                                     |
|--|---|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenja Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgenjarenewables@sorgenja.it  | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA   | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
| <br>www.iatprogetti.it  | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>29 di 31           |

| <b>Categoria di opere ammesse dalle NTA del PAI nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata (art. 27 c. 3 NTA)</b> | <b>Opera in progetto corrispondente</b>   | <b>Presupposti di ammissibilità delle opere</b>   |
|--|---|---|
| 1) interventi di manutenzione straordinaria;<br><b>(comma b)</b>   | Interventi di rifacimento/consolidamento della pavimentazione stradale della viabilità esistente. | <p>In assenza di una definizione normativa per gli interventi di manutenzione straordinaria delle opere stradali (ndr. la definizione riportata all'art. 1 del D.P.R. 380/2001 – Testo unico Edilizia e riferibile esclusivamente agli edifici) può utilmente farsi riferimento alla Deliberazione dell'Autorità di Vigilanza sui contratti pubblici n. 414 del 12/12/2001 legge 109/94 Articoli 2 - Codici 2.2.2 (Fonte Massimario atti ANAC prima dell'entrata in vigore del D.P.R. 163/2006, portale istituzionale <a href="http://www.avcp.it">www.avcp.it</a>) .</p> <p>In base a tale deliberazione, l'attività di manutenzione identifica tutte quelle attività volte ad assicurare il mantenimento dell'efficienza di determinati beni o impianti senza alterarne la destinazione e le caratteristiche strutturali, soprattutto i volumi e le superfici: gli interventi di manutenzione ordinaria riguardano le attività dirette a riparare o a integrare le opere esistenti ed a garantire la funzionalità degli impianti, mentre gli interventi di manutenzione straordinaria riguardano le attività di sostituzione o di rinnovo che incidono su parti strutturali di opere esistenti, sempre senza alterarne la destinazione.</p> |

|  |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it  | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA  | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
| <br>www.iatprogetti.it  | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br><b>Errore.</b><br><b>L'origine riferimento non è stata trovata.</b> | <b>PAGINA</b><br>30 di 31           |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>2) interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;<br/><b>(comma e)</b></p> | <p>Ampliamento di strade rurali esistenti funzionali a consentire l'accesso dei mezzi d'opera presso i siti di installazione degli aerogeneratori.</p> | <p>Gli interventi di collegamento degli aerogeneratori con la viabilità sono non delocalizzabili, avendo un percorso obbligato all'interno delle aree in cui si applicano le NTA del PAI per la diffusa presenza di aree vincolate ed in relazione a fattori morfologici che, necessariamente, hanno orientato le scelte progettuali verso soluzioni a minore impatto.</p> <p>Al fine di consentire l'accesso dei mezzi speciali di trasporto della componentistica delle macchine eoliche e delle gru per il montaggio degli aerogeneratori non sono oggettivamente individuabili alternative tecniche ed economicamente sostenibili alla presenza di una viabilità di servizio; opera questa da utilizzarsi anche ai fini delle operazioni di manutenzione ordinaria e successiva dismissione dell'impianto.</p> <p>In relazione al requisito dell'essenzialità va rilevato come, secondo la corrente interpretazione del diritto, devono ricondursi a servizi pubblici essenziali le prestazioni di rilevante interesse pubblico e generale, destinate alla collettività da soggetti pubblici (Stato, Regioni, Città metropolitane, Province, Comuni, altri enti) o privati; esse sono indefettibili e garantite dallo stesso Stato.</p> <p>L'espressione ricorre, infatti, in materia di disciplina dal diritto di sciopero relativo a tali servizi, all'art. 1 della legge 12 giugno 1990 n. 146. Sotto questo profilo è chiarito in tale legge che l'approvvigionamento di energia può ricondursi a tale fattispecie.</p> |
|--|--|---|

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| <b>COMMITTENTE</b><br>Sorgenia Renewables S.r.l.<br>Via Algardi, 4 - 20148 Milano (MI)<br>sorgeniarenewables@sorgenia.it                    | <b>OGGETTO</b><br>IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI<br>VILLAMASSARGIA  | <b>COD. ELABORATO</b><br>SR-VI-RC13 |
|  <b>iat</b> CONSULENZA<br>E PROGETTI<br>www.iatprogetti.it | <b>TITOLO</b><br>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA<br>Errore.<br>L'origine riferimento non è stata trovata. | <b>PAGINA</b><br>31 di 31           |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>3) le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica;</p> <p><b>(comma g)</b></p> | <p>Posa nuovo cavidotto di connessione alla RTN e di distribuzione interna.</p> | <p>Gli interventi di posa del nuovo cavidotto di connessione alla RTN e di distribuzione interna presentano un percorso obbligato in quanto vincolati alla viabilità esistente ed in progetto, dai fattori morfologici della zona e dalla diffusa presenza di aree vincolate.</p> <p>La posa di elettrodotti di vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto, in quanto opere connesse alla prevista centrale di produzione di energia rinnovabile, possono ricondursi, ad opere di interesse pubblico, giacché necessarie per l'utilizzazione di beni (in questo caso l'energia rinnovabile prodotta) da parte della collettività.</p> |
|---|---|--|