



Regione Sardegna  
 Provincia di Sassari  
 Comuni di Tergu, Nulvi, Sedini, Chiaramonti,  
 Ploaghe e Codrongianos



**Proposta di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Nulvi Tergu” esistente da 29,75 MW, con smantellamento degli attuali 35 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 15 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 99 MW**

Titolo:

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA

Numero documento:

Commissa	Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2 2 4 3 0 8	D	R	0 3 5 2	0 1

Proponente:

**FRI-EL**

FRI-EL ANGLONA S.R.L.  
 Piazza del Grano 3  
 39100 Bolzano (BZ)  
[fri-el\\_anglona@legalmail.it](mailto:fri-el_anglona@legalmail.it)  
 P.iva 02429050210

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



**PROGETTO ENERGIA S.R.L.**

Via Serra 6 83031 Ariano Irpino (AV)  
 Tel. +39 0825 891313  
[www.progettoenergia.biz](http://www.progettoenergia.biz) - [info@progettoenergia.biz](mailto:info@progettoenergia.biz)

SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI  
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES



Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
REVISIONI	00	20.07.2022	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	A. FIORENTINO S.P. IACOVIELLO	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO
	01	14.03.2024	AGGIORNAMENTO LAYOUT	C. ELIA	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO

**INDICE**

1. PREMESSA .....	3
2. SCOPO .....	3
3. UBICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....	4
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
4.1. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) .....	6
4.2. PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF) .....	7
5. RETICOLO IDROGRAFICO .....	8
6. VERIFICA CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DELLE OPERE .....	8
6.1. PREMESSA .....	8
6.2. IMPIANTO EOLICO .....	12
6.3. CAVIDOTTO M.T. ....	13
6.3.1. Attraversamento tipo 1 e 4 – Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) .....	14
6.3.1.1. Profondità di posa - TOC.....	16
6.3.2. Attraversamento tipo 3 – Attraversamento della viabilità esistente.....	16
6.4. IMPIANTO DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE.....	17
7. CONCLUSIONI .....	18
8. ALLEGATI .....	18

## 1. PREMESSA

La Società FRI-EL in data 23 gennaio 2023 ha presentato istanza di Valutazione di Impatto Ambientale al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, ai sensi dell'art.23 del D. Lgs. 152/2006, di un Progetto d'ammodernamento di un impianto eolico esistente "Parco Eolico Nulvi Tergu", con la contestuale installazione di n. 15 aerogeneratori (al posto dei 35 aerogeneratori attualmente esistenti) della potenza nominale unitaria di 6,6 MW ciascuno e delle relative opere di connessione.

Il presente documento costituisce una revisione dello Studio di compatibilità idrologica e idraulica, consegnata a gennaio 2023, che tiene conto dell'ottimizzazione del layout, a seguito della modifica del preventivo di connessione da parte del gestore di rete, prevedendo ammodernamento tecnico della esistente Stazione Elettrica di Utenza ubicata nel comune di Tergu (SS) e connessa, a sua volta, all'esistente CP 150/20 kV di Enel Distribuzione Spa di Tergu.

L'ottimizzazione del layout ha determinato una notevole riduzione dell'effetto antropico e un minor utilizzo di suolo. Nello specifico si riscontra:

- eliminazione della Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV, ubicata nel comune di Nulvi (SS);
- eliminazione del Cavidotto con livello di tensione 150 kV nei comuni di Nulvi (SS), Chiaramonti (SS), Ploaghe (SS) e Codrongianos (SS);
- eliminazione della Stazione Elettrica di Condivisione 150 kV, ubicata nel comune di Codrongianos (SS);
- il progetto di ammodernamento andrà ad interessare esclusivamente i comuni di Nulvi (SS) e Tergu (SS).

Inoltre, sono state effettuate alcune modifiche alla posizione degli aerogeneratori al fine di garantire una idonea distanza tra di essi, garantendo il rispetto di 5 volte il diametro del rotore lungo la direzione predominante del vento e 3 volte il diametro lungo la direzione perpendicolare a quella prevalente del vento.

Al fine di una più chiara ed immediata lettura, le modifiche indotte dall'ottimizzazione del layout rispetto quanto già presentato, saranno indicate con una diversa colorazione (blu).

## 2. SCOPO

Il Progetto in esame consiste nella realizzazione di un **ammodernamento complessivo (repowering) di un impianto eolico esistente**, sito nei comuni di Tergu (SS) e Nulvi (SS), realizzato con Concessione Edilizia (n. 24 del 2003 del comune di Tergu e n. 55 del 2003 del comune di Nulvi per il progetto definitivo e n. 16 del 2004 del comune di Tergu e n. 55 del 2004 del comune di Nulvi per la variante in corso d'opera del Parco eolico Nulvi-Tergu), di proprietà della società FRI.EL Anglona S.r.l.

L'impianto eolico esistente è costituito da 35 aerogeneratori (modello Vestas V52) con diametro di 52 m, altezza massima pari a 81 m e potenza di 850 kW per una potenza totale di impianto pari a 29,75 MW, realizzato nei comuni di Tergu e Nulvi, con opere di connessione ricadenti nel comune di Tergu (SS), dove il cavidotto in media tensione interrato raggiunge la Stazione Elettrica di Utenza 150/20 kV, a sua volta connessa all'esistente C.P. 150/20 kV di Enel Distribuzione Spa di Tergu. L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito "**Impianto eolico esistente**".

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, oggetto della presente valutazione, consta invece nell'installazione di 15 aerogeneratori con diametro di 170,0 m, altezza massima pari a 200,00 m e potenza unitaria massima di 6,6 MW, per una potenza totale pari a 99 MW, da realizzare nel medesimo sito. *Le opere connesse ed infrastrutture indispensabili sono ubicate nei comuni di Tergu, Nulvi e Sedini. L'esistente Stazione Elettrica di Utenza, sita nel comune di Tergu, sarà potenziata e, divenuta da 150/30 kV, sarà a sua volta connessa all'esistente ed adiacente C.P. di Enel Distribuzione S.p.A., sita nel medesimo comune. Il repowering descritto è definito nel seguito "**Progetto di ammodernamento**".*

Il presente documento costituisce lo Studio di Compatibilità Idrologica ed Idraulica, redatto al fine di valutare gli effetti previsti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.

Si premette che le uniche interferenze rilevate (analizzate nel proseguo) sono relative:

- al cavidotto M.T., interrato principalmente al di sotto della viabilità esistente, che attraversa il reticolo idrografico regionale,
- ad un tratto di viabilità da potenziare che interessa aree a pericolosità idraulica.

Si precisa che non è stato necessario effettuare uno studio idraulico per il calcolo delle portate di piena, in quanto, come si potrà desumere dai paragrafi che seguono, le modalità di attraversamento non interferiscono minimamente con la sezione dell'alveo fluviale.

### 3. UBICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il Progetto di ammodernamento è realizzato nell'ambito dello stesso sito in cui è localizzato l'Impianto eolico esistente, autorizzato ed in esercizio, dove per stesso sito si fa riferimento alla definizione del comma 3-bis dell'art. 5 del D. Lgs. N. 28/2011.

Nello specifico, il Parco eolico (aerogeneratori, piazzole e viabilità di accesso agli aerogeneratori) interessa i comuni di Nulvi (SS) e Tergu (SS), mentre le relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili interessano anche il comune di Sedini (SS). L'esistente Stazione Elettrica di Utenza, oggetto di ammodernamento tecnico, è ubicata nel comune di Tergu ed è connessa all'altrettanto esistente, ed adiacente, C.P. di Enel Distribuzione S.p.A., sita nel medesimo comune.

Il Parco eolico si colloca a nord del centro abitato di Nulvi e ad est del centro abitato di Tergu; i due centri abitati risultano distanti, rispettivamente, circa 1,8 km e 1,2 km dall'aerogeneratore più prossimo.

Si riporta di seguito lo stralcio della corografia dell'area di impianto e si rimanda all'elaborato cartografico "224308\_D\_D\_0120 Corografia di inquadramento" dove viene riportato l'intero progetto.

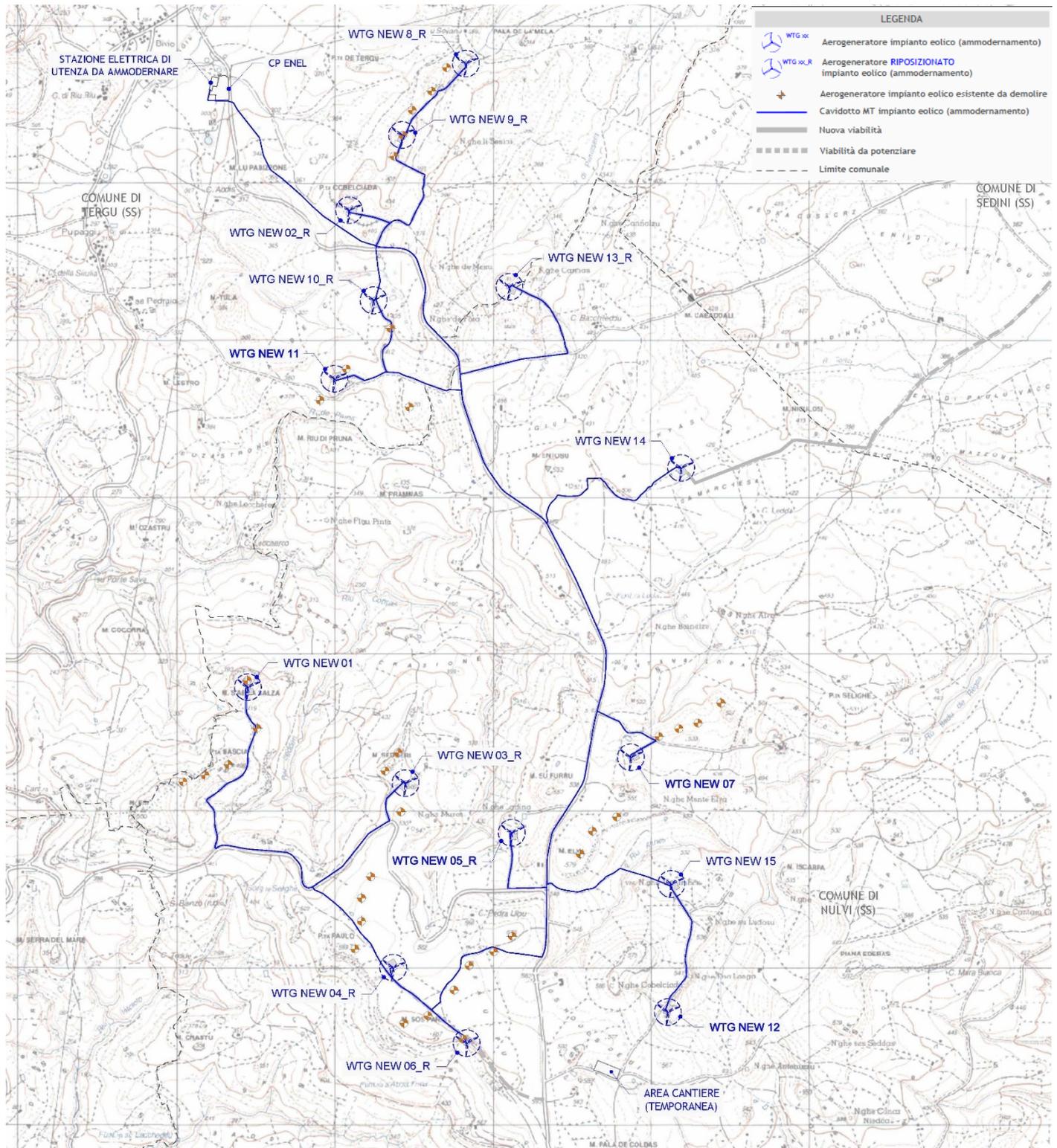


Figura 1 – Corografia d'inquadrimento, fuori scala

Si riportano di seguito le coordinate in formato UTM (WGS84) del **progetto di ammodernamento**, con i fogli e le particelle in cui ricade la fondazione degli aerogeneratori:

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 32		COORDINATE AEROGENERATORE GAUSS BOAGA - WEST		Identificativo catastale			Elevazione
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella	Z [m]
WTG NEW 01	476.380,0	4.519.595,0	1.476.409,6	4.519.603,4	NULVI	6	124	427,5
WTG NEW 02_R	477.019,0	4.522.631,0	1.477.048,5	4.522.639,5	TERGU	2 - Sez. B	394	390,5
WTG NEW 03_R	477.376,0	4.518.983,0	1.477.405,6	4.518.991,4	NULVI	10	10	508,8
WTG NEW 04_R	477.298,0	4.517.809,0	1.477.327,6	4.517.817,4	NULVI	10	145	575,9
WTG NEW 05_R	478.047,0	4.518.667,0	1.478.076,6	4.518.675,4	NULVI	10	8	513,9
WTG NEW 06_R	477.762,0	4.517.328,0	1.477.791,6	4.517.336,4	NULVI	14	137	597,0
WTG NEW 07	478.800,0	4.519.148,0	1.478.829,6	4.519.156,4	NULVI	8	123	525,5
WTG NEW 08_R	477.757,0	4.523.566,0	1.477.786,5	4.523.574,5	TERGU	2 - Sez. B	259	368,9
WTG NEW 09_R	477.354,0	4.523.111,0	1.477.383,5	4.523.119,5	TERGU	2 - Sez. B	253-302	410,5
WTG NEW 10_R	477.174,0	4.522.058,0	1.477.203,6	4.522.066,5	TERGU	4 - Sez. B	13-124	387,0
WTG NEW 11	476.926,0	4.521.559,0	1.476.955,6	4.521.567,5	TERGU	4 - Sez. B	207	403,0
WTG NEW 12	479.034,0	4.517.526,0	1.479.063,6	4.517.534,4	NULVI	11	244	544,5
WTG NEW 13_R	478.033,0	4.522.143,0	1.478.062,6	4.522.151,5	TERGU	3 - Sez. B	58	408,0
WTG NEW 14	479.118,0	4.520.990,0	1.479.147,6	4.520.998,5	NULVI	5	14	462,0
WTG NEW 15	479.056,0	4.518.341,0	1.479.085,6	4.518.349,4	NULVI	11	15-16	522,5

Tabella 1 – Coordinate in formato UTM (WGS84) degli aerogeneratori del progetto di ammodernamento, con i fogli e le particelle in cui ricade la fondazione

## 4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 4.1. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale della Sardegna, è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto legge n. 180/1998, con le relative fonti normative e di conversione, modifica e integrazione.

Il P.A.I. è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 con tutti i suoli elaborati descrittivi e cartografici. Il Piano rappresenta uno strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo ai fini della pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico individuato sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio regionale. Le perimetrazioni individuate dal P.A.I. delimitano le aree caratterizzate da elementi di pericolosità idrogeologica, dovute a instabilità di tipo geomorfologico o a problematiche di tipo idraulico, sulle quali si applicano le norme di salvaguardia contenute nelle NTA del Piano. Queste ultime si applicano anche alle aree a pericolosità idrogeologica le cui perimetrazioni derivano da studi di compatibilità geologica-geotecnica e idraulica predisposti ai sensi dell'art.8, comma 2 delle suddette NTA.

Il P.A.I. si applica nel bacino idrografico unico regionale della Regione Sardegna, corrispondente all'intero territorio regionale, comprese le isole minori, che ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n.45/57 del 30.10.1990 è suddiviso nei seguenti 7 sottobacini:

- Sub-bacino n.1 – Sulcis;
- Sub-bacino n.2 – Tirso;

- Sub-bacino n.3 – Coghinas-Mannu-Temo;
- Sub-bacino n.4 – Liscia;
- Sub-bacino n.5 – Posada-Cedrino;
- Sub-bacino n.9 – Sud-Orientale;
- Sub-bacino n.7 – Flumendosa-Campidano-Cixerri.

Successivamente all'approvazione del P.A.I. nel 2006, sono state approvate alcune varianti richieste dai Comuni o scaturite da nuovi studi o analisi di maggiore dettaglio nelle aree interessate.

Nell'ambito degli studi condotti in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici o di varianti agli stessi (Art.8, comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I.), vengono individuati i livelli di pericolosità idraulica o geomorfologica derivanti dalle indicazioni contenute in appositi studi di compatibilità idraulica, geomorfologica-geotecnica, predisposti in osservanza degli Artt. 24-25 delle Norme del P.A.I. Dall'approvazione dei suddetti studi da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino deriva l'applicazione delle aree classificate dal P.A.I. e delle relative norme.

Rispetto al P.A.I. approvato nel 2006, sono state approvate alcune varianti richieste dai Comuni o comunque scaturite da nuovi studi o analisi di maggior dettaglio nelle aree interessate. Una delle varianti più significative approvate in via definitiva riguarda il Progetto di variante generale e revisione del P.A.I. della Regione Sardegna denominato "studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nel sub-bacino n.3 Coghinas-Mannu-Temo". L'adozione definitiva dello studio di variante è avvenuta con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino, n. 1 del 16/07/2015.

#### **4.2. PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF)**

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, redatto ai sensi dell'art.17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n.183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art.17, comma 3 della L. 18 maggio 1989. Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, approvato in via definitiva con Delibera n.2 del 17.12.2015, ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali. Costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al P.A.I. in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni, il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali.

I corsi d'acqua sui quali viene studiata la delimitazione delle fasce fluviali riguardano le aste principali e gli affluenti. La delimitazione delle fasce di inondazione è effettuata in corrispondenza di portate di piena convenzionalmente stabilite in relazione al corrispondente tempo di ritorno. Le portate di massima piena annuali sono determinate in termini probabilistici corrispondenti a determinati valori del periodo di tempo di ritorno T, il quale fornisce una stima del valore di portata che può venire mediamente superato ogni T anni. L'articolazione delle aree inondabili in fasce viene eseguita attraverso la suddivisione in aree ad alta, media e bassa probabilità di inondazione seguendo l'articolazione prevista in fase di salvaguardia dal D.L. 180/98:

- Fascia A: aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=50 anni;
- Fascia B: aree esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=200 anni;
- Fascia C: aree esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=500 anni e, nel caso siano più estese, comprendenti anche le aree storicamente inondate e quelle individuate mediante analisi geomorfologica.

## 5. RETICOLO IDROGRAFICO

L'idrografia della Sardegna si presenta con i caratteri tipici delle regioni mediterranee: tutti i corsi d'acqua sono caratterizzati da un regime torrentizio dovuto alla stretta vicinanza tra i rilievi e la costa. Gli unici corsi d'acqua che presentano carattere perenne sono il Flumedosa, il Coghinas, il Liscia, il Temo ed il fiume Tirso, il più importante dei fiumi sardi.

[A scala di progetto](#), sono presenti corsi d'acqua, così come determinati dall'art. 30ter delle NTA del P.A.I.; tra questi, in particolare, si possono citare Riu Badde Cherchi, affluente del Riu di Primasera, affluente del Riu Silanus e Riu Alinos.

## 6. VERIFICA CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DELLE OPERE

### 6.1. PREMESSA

Al fine di effettuare una valutazione complessiva della pericolosità idraulica, è stata effettuata:

- l'analisi della cartografia allegata al Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino della Sardegna, di cui se ne riporta uno stralcio, contenente la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica.
- l'analisi della cartografia allegata al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) dell'Autorità di Bacino della Sardegna, di cui se ne riporta uno stralcio, contenente la delimitazione delle fasce fluviali, relative alle aste fluviali principali e agli affluenti.
- la ricognizione dei corsi d'acqua, così come individuata dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino regionale della Sardegna con deliberazione n.3 del 30.07.2015.





Piano Stralcio Fasce Fluviali

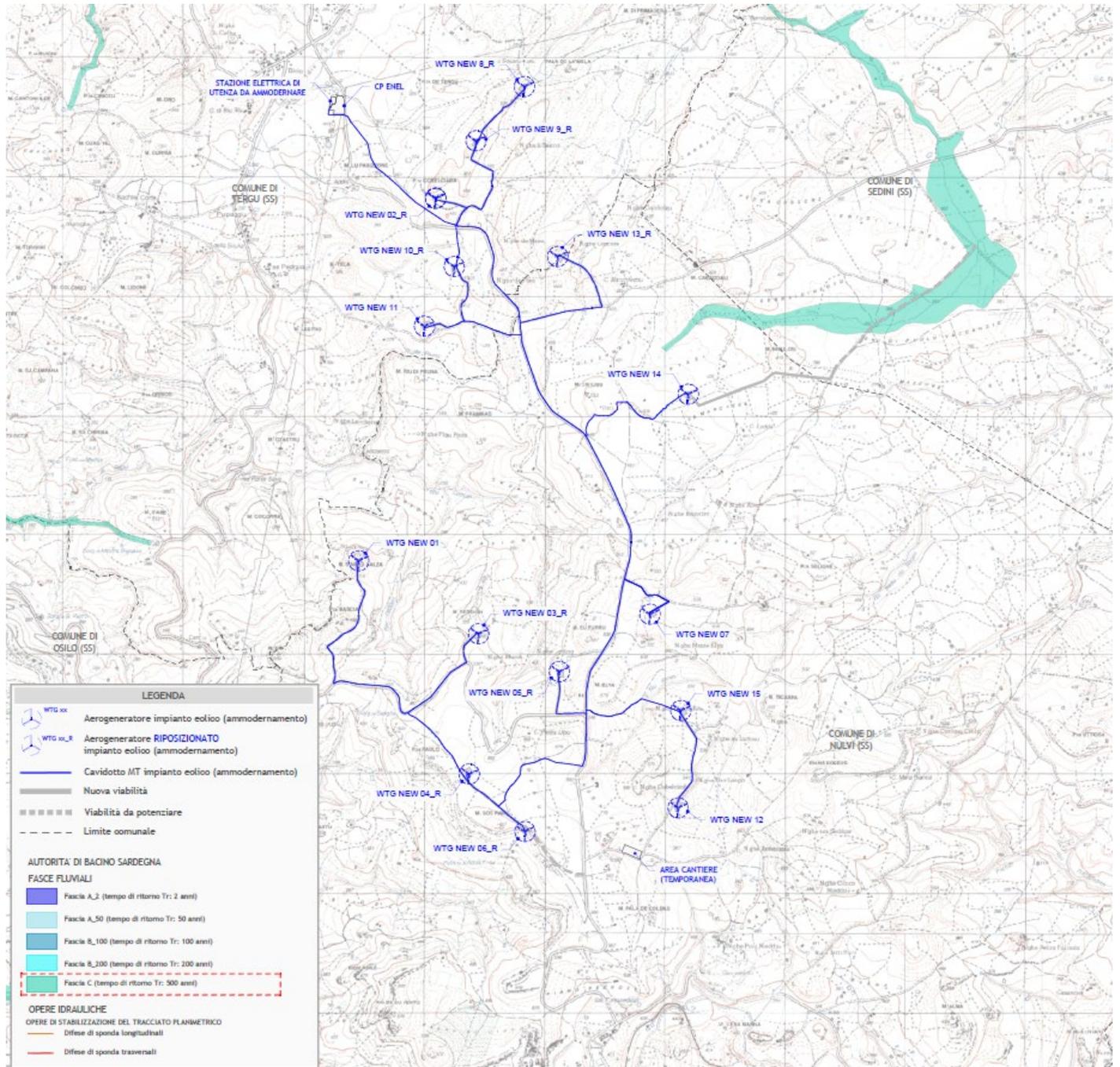


Figura 4 – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

Per ulteriori approfondimenti e per una più facile lettura si rimanda ai seguenti elaborati:

224308\_D\_D\_0139 Screening dei vincoli (Progetto di ammodernamento) - P.A.I. AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA - PERICOLO IDRAULICO;

224308\_D\_D\_0140 Screening dei vincoli (Progetto di ammodernamento) - P.A.I. AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA - PERICOLO IDRAULICO Art. 8;

224308\_D\_D\_0141 Screening dei vincoli (Progetto di ammodernamento) - P.A.I. AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA - FASCE FLUVIALI.

Per una ricognizione puntuale di tutte le intersezioni del Progetto con il reticolo idrografico, si rimanda, invece, ai seguenti elaborati grafici:

224308\_D\_D\_0201 Planimetria di progetto su CTR con indicazione dei tracciati delle reti esterne e localizzazione delle centrali – Foglio 1;

224308\_D\_D\_0202 Planimetria di progetto su CTR con indicazione dei tracciati delle reti esterne e localizzazione delle centrali – Foglio 2.

## 6.2. IMPIANTO EOLICO

Con il termine "parco eolico" si fa riferimento all'insieme di aerogeneratori, piazzole e nuova viabilità d'accesso all'impianto.

Dall'analisi della perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica, delle fasce fluviali e del reticolo idrografico regionale, si riscontra che:

- le aree occupate dal **parco eolico** non interessano le aree a pericolosità idraulica e non interferiscono con l'idrografia superficiale e relativa fascia di prima salvaguardia;
- un tratto di viabilità da potenziare, relativo all'aerogeneratore WTG 14, interessa aree a pericolosità idraulica moderata e molto elevata (rispettivamente Hi1 e Hi4). A tal proposito, si precisa che si tratta dell'adeguamento di un tracciato stradale già esistente, utilizzato esclusivamente per il transito dei mezzi per il trasporto delle strutture degli aerogeneratori. In generale, da progetto, su questi tratti di strade saranno effettuati esclusivamente adeguamenti temporanei, con ripristino dello stato dei luoghi alle condizioni ex ante, a trasporti avvenuti, e non si eseguiranno variazioni delle livellette e delle opere idrauliche esistenti.

Con riferimento al tratto di viabilità da potenziare, relativo all'aerogeneratore WTG 14, in assenza di studi idrologici-idraulici dei Comuni, nelle aree interne alla fascia su definita, sono consentiti gli interventi previsti dall'art. 27 e 27bis della NA.

Ai sensi dell'art. 27 comma 3 lett. e, l'intervento può essere consentito. A tal riguardo si evidenzia che, **ai sensi dell'art. 12 del Decreto Legislativo n°387/03:**

*1. Le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono **di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti.***

*3. La costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, come definiti dalla normativa vigente, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o dalle province delegate dalla regione, ovvero, per impianti con potenza termica installata pari o superiore ai 300 MW, dal Ministero dello sviluppo economico, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico, che costituisce, ove occorra, **variante allo strumento urbanistico.***

Inoltre, la scelta del tratto di strada in esame, per l'ingresso all'aerogeneratore WTG 14, è stata condizionata dal voler evitare di realizzare della nuova viabilità in corrispondenza di alcune unità residenziali sparse e dal voler sfruttare per quanto più possibile la viabilità esistente e laddove non possibile, dal voler seguire il percorso più breve, così da limitare il consumo di suolo.

È comunque da evidenziare che nella realizzazione di questo tratto di strada si adopereranno tutti gli accorgimenti atti ad annullare la potenziale interferenze con il corso d'acqua e relativa fascia di prima salvaguardia.

In particolare, il tratto di nuova viabilità seguirà la morfologia dell'area in esame, senza modificare l'andamento altimetrico. Inoltre, la viabilità non sarà finita con pavimentazione stradale bituminosa, bensì sarà resa transitabile esclusivamente con materiali drenanti naturali. In tal modo non si creerà un ostacolo al deflusso dell'acqua (seguendo la morfologia esistente del terreno) e non si modificherà in maniera significativa la natura del terreno.

### 6.3. CAVIDOTTO M.T.

Dall'analisi della perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica, delle fasce fluviali e del reticolo idrografico regionale, si riscontra che:

- il cavidotto M.T., interrato, interessa il reticolo idrografico regionale e relativa fascia di prima salvaguardia, di cui all'articolo 30ter delle NTA del P.A.I.

Di seguito, si riporta l'elenco delle sezioni di attraversamento in corrispondenza dei corsi d'acqua, di cui all'articolo 30ter delle N.T.A. del P.A.I., intercettati dal tracciato del cavidotto M.T. al servizio dell'impianto eolico in progetto. Per ciascuna sezione di attraversamento si riporta la relativa soluzione dell'interferenza.

ID. Sezione di attraversamento	Denominazione del corso d'acqua (Fonte IGM)	Ambito P.A.I.	Soluzione dell'interferenza
1a-1b	Affluente Riu Sedderi	Reticolo idrografico regionale e relativa fascia di salvaguardia (articolo 30ter delle N.T.A. del P.A.I.)	Tipo 3
12a-12b	Riu Alinos	Reticolo idrografico regionale e relativa fascia di salvaguardia (articolo 30ter delle N.T.A. del P.A.I.)	Tipo 1
18a-18b	Affluente Riu Silanus	Reticolo idrografico regionale e relativa fascia di salvaguardia (articolo 30ter delle N.T.A. del P.A.I.)	Tipo 3
19a-19b	Affluente Riu Silanus	Reticolo idrografico regionale e relativa fascia di salvaguardia (articolo 30ter delle N.T.A. del P.A.I.)	Tipo 1
26a-26b	Affluente Riu di Primasera	Reticolo idrografico regionale e relativa fascia di salvaguardia (articolo 30ter delle N.T.A. del P.A.I.)	Tipo 3
27a-27b	Affluente Riu di Primasera	Reticolo idrografico regionale e relativa fascia di salvaguardia (articolo 30ter delle N.T.A. del P.A.I.)	Tipo 1
27c-27d	Affluente Riu di Primasera	Reticolo idrografico regionale e relativa fascia di salvaguardia (articolo 30ter delle N.T.A. del P.A.I.)	Tipo 1
33a-33b	Riu Badde Cherchi	Reticolo idrografico regionale e relativa fascia di salvaguardia (articolo 30ter delle N.T.A. del P.A.I.)	Tipo 4
26a-26b	Affluente Riu Badde Cherchi	Reticolo idrografico regionale e relativa fascia di salvaguardia (articolo 30ter delle N.T.A. del P.A.I.)	Tipo 1

Tabella 2 – Elenco delle sezioni d'attraversamento in corrispondenza dei corsi d'acqua intercettati dal tracciato del cavidotto M.T.

In assenza di studi idrologici-idraulici dei Comuni, nelle aree interne alla fascia su definita, sono consentiti gli interventi previsti dall'art. 27 e 27bis della NA.

In particolare ai sensi dell'art. 27 co.3 lett.h) la realizzazione del cavidotto M.T. è consentita. Inoltre, per i cavidotti non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro

di ricoprimento e che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 50 cm. Tale condizione sarà garantita dal cavidotto M.T., così come mostrato nell'elaborato grafico 224308\_D\_D\_0302 Dettagli Costruttivi Cavidotto MT. Si precisa, infine, che ai sensi dell'art.12 del D. Lgs.387/2003, le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti.

Ciò detto circa la compatibilità dell'intervento, si procede, nel seguito con la descrizione delle modalità di posa più opportune per il cavidotto M.T. negli attraversamenti con il reticolo idrografico, così come schematizzate nel seguente elaborato grafico:

- 224308\_D\_D\_0302 Dettagli Costruttivi Cavidotto MT.

### **6.3.1. Attraversamento tipo 1 e 4 – Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)**

Per i tratti 12a-12b, 19a-19b, 27a-27b, 27c-27d, 26a-26b, la soluzione più idonea per l'attraversamento del cavidotto M.T. è quella di posare il cavidotto mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), così da sottopassare i corsi d'acqua senza alterare la funzionalità idraulica neanche in fase di cantiere.

La tecnica del Directional Drilling ovvero Trivellazione Orizzontale Controllata prevede la perforazione mediante una sonda teleguidata ancorata a delle aste metalliche. L'avanzamento avviene per la spinta a forti pressioni esercitata da acqua o miscele di acqua e polimeri totalmente biodegradabili: per effetto della spinta il terreno è compresso lungo le pareti del foro, e l'acqua è utilizzata anche per raffreddare l'utensile.

Questo sistema non comporta alcuno scavo preliminare in quanto necessita solo delle buche di partenza e di arrivo, evitando, quindi, la demolizione e il ripristino di eventuali sovrastrutture esistenti.

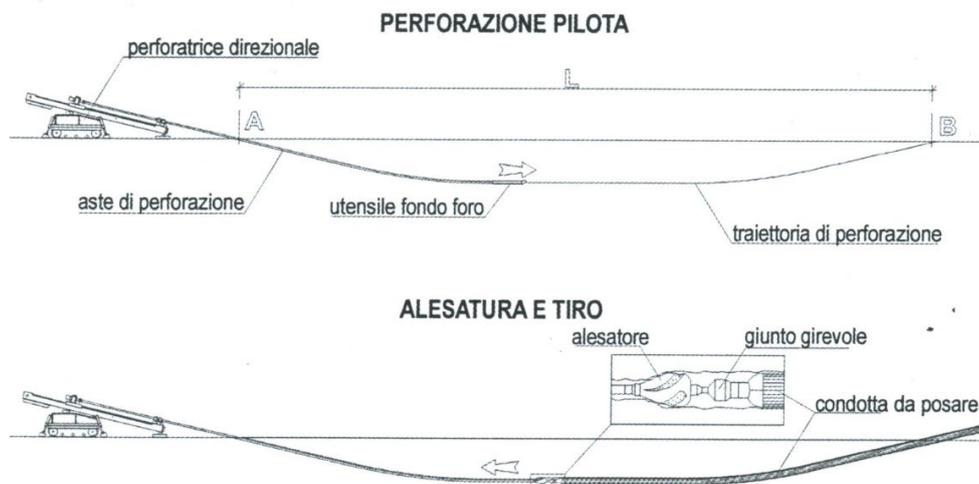
Le fasi principali del processo di TOC sono le seguenti:

- delimitazione delle aree di cantiere;
- realizzazione del foro pilota;
- alesatura del foro pilota e contemporanea posa dell'infrastruttura (tubazione).

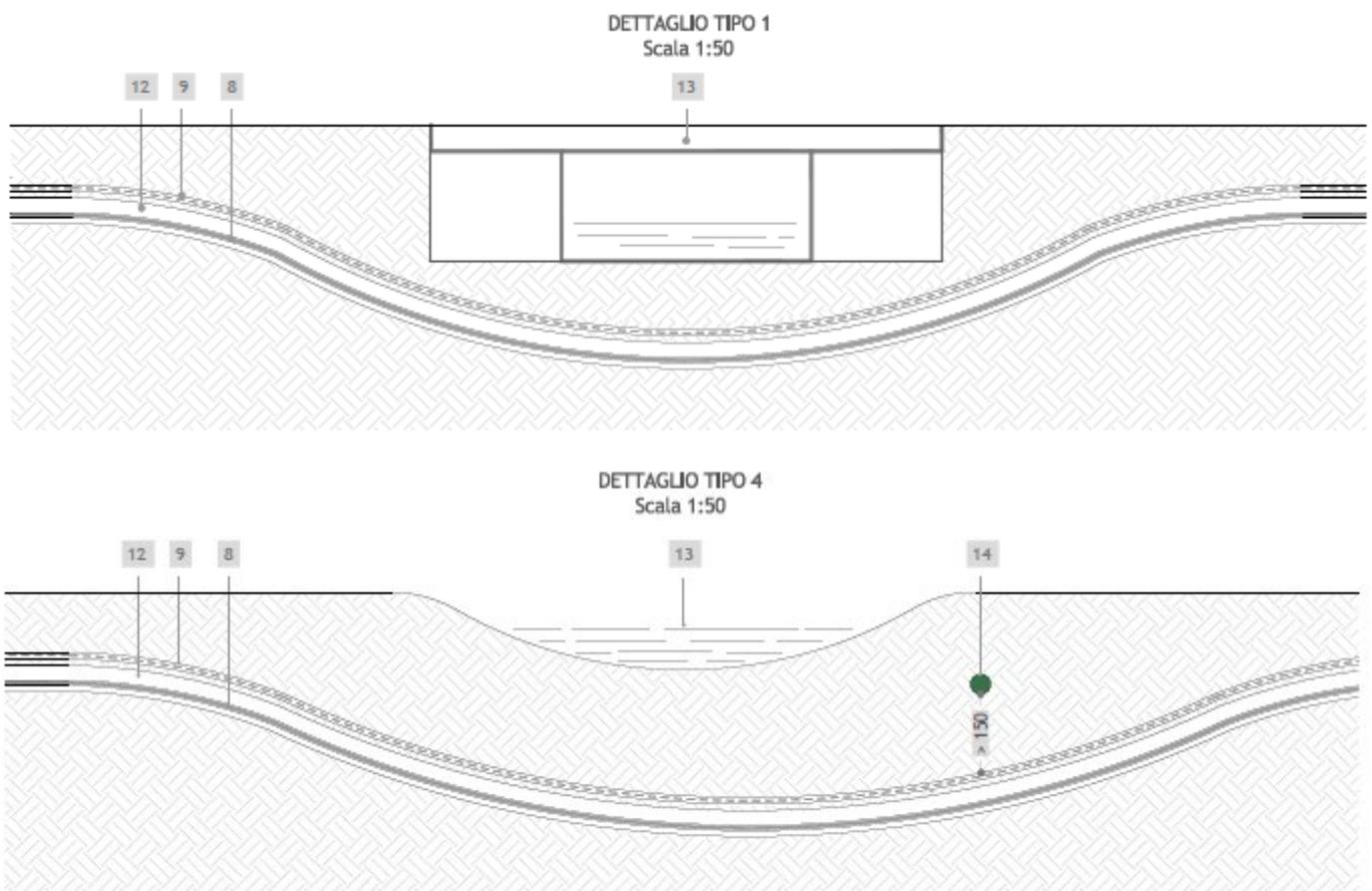
In corrispondenza della postazione di partenza in cui viene posizionata l'unità di perforazione, a partire da uno scavo di invito viene trivellato un foro pilota di piccolo diametro che segue il profilo di progetto, raggiungendo la superficie al lato opposto dell'unità di perforazione.

Il controllo della posizione della testa di perforazione, giuntata alla macchina attraverso aste metalliche che permettono piccole curvature, è assicurato da un sistema di sensori posti sulla testa stessa. Una volta eseguito il foro pilota viene collegato alle aste un alesatore di diametro leggermente superiore al diametro della tubazione, la quale deve essere trascinata all'interno del foro definitivo. Tale operazione viene effettuata servendosi della rotazione delle aste sull'alesatore e della forza di tiro della macchina, in modo da trascinare all'interno del foro un tubo, generalmente in PE, di idoneo spessore.

Le operazioni di trivellazione e di tiro sono agevolate dall'uso di fanghi o miscele di acqua-polimeri totalmente biodegradabili, utilizzati attraverso pompe e contenitori appositi che ne impediscono la dispersione nell'ambiente.



Tale intervento avverrà senza comportare interventi di rilevante trasformazione, né arature profonde e/o movimenti di terra che possano alterare in modo sostanziale e/o stabilmente il profilo degli alvei fluviali, né comporterà estrazione di materiali litoidi dalle aree fluviali, tale da modificarne le sezioni di deflusso. In particolare, gli interventi previsti non comporteranno l'asportazione di materiale inerte dagli alvei dei corsi d'acqua, dalle aree di golena esterne agli alvei e, più in generale, dalle fasce di riassetto fluviale, non determinando, pertanto, alcuna modifica dello stato fisico o dell'aspetto esteriore dei luoghi rispetto alla situazione attuale. In via esemplificativa, si riporta di seguito lo stralcio inerente alla modalità di posa in opera del [cavidotto M.T. \(tipo 1 e tipo 4\)](#) in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua analizzati.



LEGENDA DETTAGLI COSTRUTTIVI	
①	Tappetino di usura in conglomerato bituminoso sp. 4 cm
②	Binder in conglomerato bituminoso, sp. 10 cm
③	Misto cementato, sp. 15 cm
④	Riempimento in misto granulare vagliato
⑤	Nastro segnalatore in PVC
⑥	Piastra di protezione in PVC
⑦	Sabbia vagliata granulometria EN 13242: fine 0/4
⑧	Cavi elettrici tipo Airbag
⑨	Cavidotto Ø50 per fibra ottica in polietilene ad alta densità (PEAD)
⑩	Conduttore di terra
⑪	Terreno proveniente dagli scavi opportunamente vagliato
⑫	Cavidotto Ø160 in polietilene ad alta densità (PEAD) Fori realizzati con "Trivellazione orizzontale controllata"
⑬	Tombino/corso d'acqua esistente
⑭	Acquedotto esistente

Figura 3 – Modalità di posa in opera del cavidotto M.T. (tipo 1 e tipo 4)

### 6.3.1.1. Profondità di posa - TOC

Con riferimento alla tecnica di trivellazione orizzontale controllata (TOC) occorre stabilire la profondità di posa del cavidotto che garantisca la sicurezza dell'infrastruttura lineare per tutto il periodo d'esercizio nei confronti dei potenziali processi erosivi.

Per quanto attiene al fenomeno di scavo temporaneo durante le piene o "aratura di fondo", esso, di norma, raggiunge valori modesti, se inteso come generale abbassamento del fondo, mentre può assumere valori consistenti, localmente, se inteso come migrazione trasversale o longitudinale dei materiali incoerenti che lo compongono. Nel primo caso si tratta della formazione di canali effimeri, sotto l'azione di vene particolarmente veloci; nel secondo caso, tali approfondimenti possono derivare, durante il deflusso di massima piena, dalla formazione di dune disposte trasversalmente alla corrente fluida, che comportano un temporaneo abbassamento della quota d'alveo, in corrispondenza del cavo tra le dune stesse.

Per la verifica di tali potenziali effetti delle piene, ci si rifà agli studi di Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare alle possibili escavazioni un valore cautelativo, pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di deflusso ivi determinata. In particolare, venne dimostrato che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica; una generalizzazione prudenziale, proposta in Italia, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena. Pertanto, una stima del tutto prudenziale della profondità delle potenziali escavazioni del fondo (Z) è data, in corrispondenza della sezione di interesse, in ragione del 50% del battente idrometrico di piena ( $h_0$ ):

$$Z = 0,5 h_0$$

Volendo in via preliminare fissare il battente idrometrico di piena ( $h_0$ ) coincidente con la massima altezza del canale, si osserva che il reticolo idrografico attraversato dalle opere di connessione è caratterizzato da sezioni molto contenute.

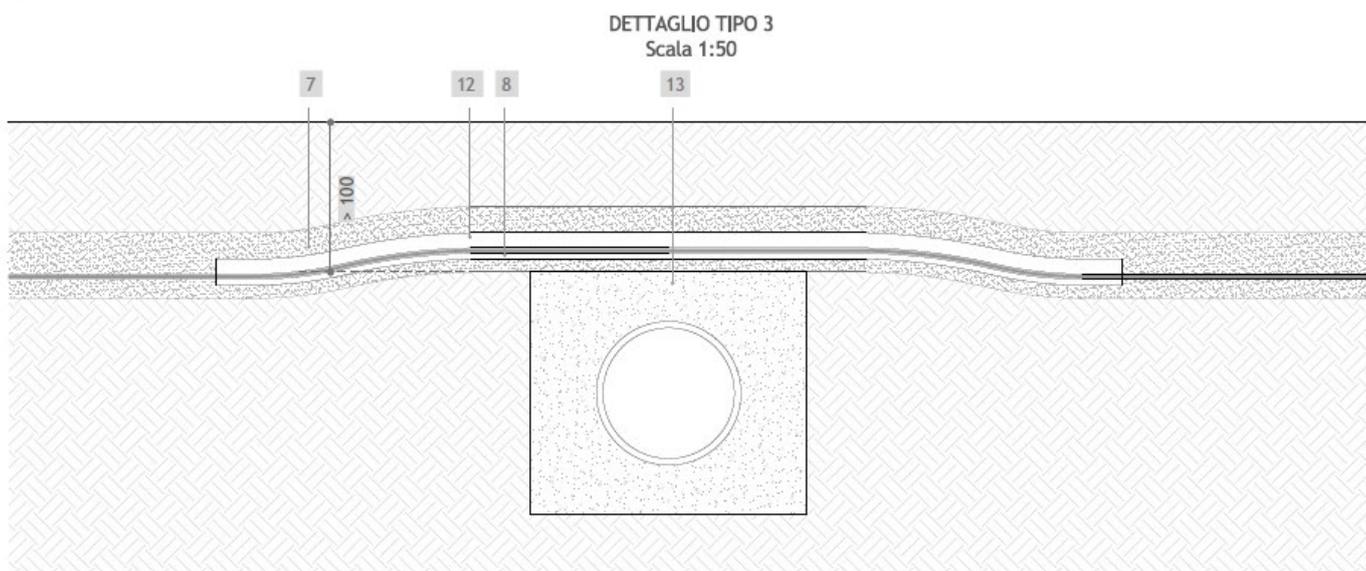
Pertanto, si fissa, a vantaggio di sicurezza, una distanza di **circa 2,0m** tra il fondo del canale naturale e l'estradosso del cavidotto.

### 6.3.2. Attraversamento tipo 3 – Attraversamento della viabilità esistente

Per i tratti 1a-1b, 18a-18b, 26a-26b, la soluzione più idonea per l'attraversamento del cavidotto M.T. in corrispondenza della viabilità esistente è quella di posare lo stesso all'estradosso del tombino, così come mostrato in figura 6.

Oltre a non comportare alcuna interferenza con la sezione di deflusso del corpo idrico, e quindi anche con il materiale inerte presente nell'alveo, nell'area di golena esterna e nella fascia di rispetto fluviale, tale tecnica, consente di proteggere il collegamento elettrico dagli effetti delle eventuali azioni di trascinamento della corrente idraulica.

In via esemplificativa, si riporta di seguito lo stralcio inerente alla modalità di posa in opera del cavidotto M.T. in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua analizzati.



LEGENDA DETTAGLI COSTRUTTIVI	
①	Tappetino di usura in conglomerato bituminoso sp. 4 cm
②	Binder in conglomerato bituminoso, sp. 10 cm
③	Misto cementato, sp. 15 cm
④	Riempimento in misto granulare vagliato
⑤	Nastro segnalatore in PVC
⑥	Piastra di protezione in PVC
⑦	Sabbia vagliata granulometria EN 13242: fine 0/4
⑧	Cavi elettrici tipo Airbag
⑨	Cavidotto Ø50 per fibra ottica in polietilene ad alta densità (PEAD)
⑩	Conduttore di terra
⑪	Terreno proveniente dagli scavi opportunamente vagliato
⑫	Cavidotto Ø160 in polietilene ad alta densità (PEAD) Fori realizzati con "Trivellazione orizzontale controllata"
⑬	Tombino/corso d'acqua esistente
⑭	Acquedotto esistente

Figura 6 – Modalità di posa in opera del cavidotto M.T. (tipo 3)

#### 6.4. IMPIANTO DI UTENZA E DI RETE PER LA CONNESSIONE

Dall'analisi della perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica, delle fasce fluviali e del reticolo idrografico regionale, si riscontra che:

- L'Impianto di Utenza e di Rete per la Connessione non interessano le aree a pericolosità idraulica e non interferiscono con l'idrografia superficiale e relativa fascia di prima salvaguardia.

Dunque per quest' opere previste in progetto sussistono le condizioni di sicurezza idraulica previste dalla normativa vigente.

## 7. CONCLUSIONI

Alla luce delle analisi effettuate nei capitoli precedenti è possibile affermare quanto segue.

Dall'analisi della perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica, delle fasce fluviali e del reticolo idrografico regionale, si riscontra che:

- le aree occupate dal parco eolico non interessano le aree a pericolosità idraulica e non interferiscono con l'idrografia superficiale e relativa fascia di prima salvaguardia;
- con riferimento al parco eolico, un tratto di viabilità da potenziare, relativo all'aerogeneratore WTG 14, interessa aree a pericolosità idraulica moderata e molto elevata (rispettivamente Hi1 e Hi4). A tal proposito, si precisa che si tratta dell'adeguamento di un tracciato stradale già esistente, utilizzato esclusivamente per il transito dei mezzi per il trasporto delle strutture degli aerogeneratori. In generale, da progetto, su questi tratti di strade saranno effettuati esclusivamente adeguamenti temporanei, con ripristino dello stato dei luoghi alle condizioni ex ante, a trasporti avvenuti, e non si eseguiranno variazioni delle livellette e delle opere idrauliche esistenti;
- il cavidotto M.T., interrato, interessa il reticolo idrografico regionale e relativa fascia di prima salvaguardia, di cui all'articolo 30ter delle NTA del P.A.I.

Con riferimento al tratto di viabilità da potenziare, relativo all'aerogeneratore WTG 14, in assenza di studi idrologici-idraulici dei Comuni, nelle aree interne alla fascia su definita, sono consentiti gli interventi previsti dall'art. 27 e 27bis della NA. Ai sensi dell'art. 27 comma 3 lett. e, l'intervento può essere consentito.

Con riferimento al cavidotto M.T., invece, in assenza di studi idrologici-idraulici dei Comuni, nelle aree interne alla fascia di salvaguardia, sono consentiti gli interventi previsti dall'art. 27 e 27bis della NA.

Nel presente studio, si sono analizzate le modalità di posa in opera del cavidotto M.T., tali da essere le più opportune per le varie sezioni d'attraversamento. È bene sottolineare che le soluzioni scelte sono tali da non comportare alcuna interferenza alla sezione libera di deflusso, e dunque anche al materiale inerte presente nell'alveo, e consentono, al tempo stesso, di proteggere il collegamento elettrico dagli effetti delle eventuali azioni di trascinarsi della corrente idraulica.

Pertanto, gli interventi previsti risultano compatibili con la normativa del P.A.I.

Pertanto, la verifica svolta circa la compatibilità delle opere in progetto rispetto alla tutela della sicurezza idraulica dell'area ha consentito di accertare, fatte salve le valutazioni in merito da parte dell'autorità competente, che il Progetto risulta compatibile con le condizioni idrologiche ed idrauliche del territorio in esame.

## 8. ALLEGATI

- 224308\_D\_D\_0120 Corografia d'inquadramento;
- 224308\_D\_D\_0139 Screening dei vincoli (Progetto di ammodernamento) - P.A.I. AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA - PERICOLO IDRAULICO
- 224308\_D\_D\_0140 Screening dei vincoli (Progetto di ammodernamento) - P.A.I. AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA - PERICOLO IDRAULICO Art. 8
- 224308\_D\_D\_0141 Screening dei vincoli (Progetto di ammodernamento) - P.A.I. AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA - FASCE FLUVIALI
- 224308\_D\_D\_0201 Planimetria di progetto su CTR con indicazione dei tracciati delle reti esterne e localizzazione delle centrali – Foglio 1;
- 224308\_D\_D\_0202 Planimetria di progetto su CTR con indicazione dei tracciati delle reti esterne e localizzazione delle centrali – Foglio 2;

- 224308\_D\_D\_0301 Dettagli Costruttivi Piazzole e Viabilità;
- 224308\_D\_D\_0302 Dettagli costruttivi cavidotto MT.

