

Regione MOLISE
Città di CAMPOBASSO
COMUNE di GUGLIONESI



PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO
DI UN IMPIANTO EOLICO DI POTENZA 31.5 MW NEL COMUNE
DI GUGLIONESI E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE
(art. 23, d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152)

Formato:

Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI

Scala:

Elaborato:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Revisione:

Codice elaborato:

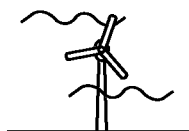
00

LWG02_A06

Il proponente:

LE.RO.DA. WIND S.r.l.

Piazza Alberico Gentili, 6 – 90143 PALERMO (PA)
07121980820
le.ro.da.windsrl@legalmail.it



LE.RO.DA. WIND

LE. RO. DA. WIND SRL
Piazza Alberico Gentili, 6 - 90143 Palermo
PA - 438351
07121980820

Il progettista:

dott. ing. ALESSIO ZAMBRANO

Via Bellini, 77 – 84081 BARONISSI (SA)
alessio.zambrano@ordingsa.it



	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	1 di 23

INDICE

PREMESSA	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 OPERE DI PROGETTO	7
2.1.1 Layout d'impianto	7
2.1.2 Aerogeneratori.....	7
2.1.3 Piazzole di montaggio/stoccaggio	7
2.1.4 Opere di fondazione	8
2.1.5 Cavidotto MT	8
2.1.6 Strade di accesso e viabilità al servizio del parco eolico	8
3 LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	9
3.1 Inquadramento delle opere nei territori di competenza dell'Autorità di Bacino	9
3.2 Compatibilità degli interventi rispetto al PAI	10
4 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO	13
4.1 Risoluzione delle interferenze	16
5 REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE	19
6 CENNI SUL FENOMENO DELL'EROSIONE.....	21
7 CONCLUSIONI	23

 LE.RO.DA. WIND	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	2 di 23

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 - Inquadramento delle opere di progetto su IGM.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2 - Inquadramento delle opere di progetto rispetto alla UoM Fiume Biferno e minori.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3 - Inquadramento delle opere di progetto rispetto alle aree a pericolosità idraulica perimetrata dal PAI</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4 - Individuazione planimetrica delle interferenze.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5 - Schema tipologico di risoluzione tramite TOC.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 6 - Sezione tipo del canale trapezoidale.....</i>	<i>20</i>

 LE.RO.DA. WIND	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	3 di 23

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1 - Coordinate degli aerogeneratori di progetto</i>	<i>5</i>
<i>Tabella 2 - Dati catastali relativi al layout d'impianto</i>	<i>6</i>
<i>Tabella 3 - Elenco delle interferenze idrauliche individuate.....</i>	<i>13</i>

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	4 di 23

PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, ed opere di connessione annesse, nel Comune di Guglionesi in località Colle Suzzi.

Il progetto si riferisce ad un impianto eolico di potenza totale di 31.5 MW, e si costituisce di:

- n. 7 aerogeneratori di potenza nominale 4.5 MW, di diametro di rotore 163 m e di altezza al mozzo 113 m, assimilabili al tipo Vestas V163;
- n. 1 cabina di raccolta a misura in media tensione a 30 kV;
- linee elettriche in media tensione a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione degli aerogeneratori alla cabina di raccolta e misura;
- una stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV utente;
- linee elettriche in media tensione a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione della cabina di raccolta e misura e la stazione elettrica di utente;
- una sezione di impianto elettrico comune con altri impianti produttori, necessaria per la condivisione dello stallo in alta tensione a 150 kV, assegnato dal gestore della rete di trasmissione nazionale (RTN) all'interno della futura stazione elettrica della RTN denominata "MONTECILFONE 380/150/36 kV";
- tutte le apparecchiature elettromeccaniche in alta tensione di competenza utente da installare all'interno della futura stazione elettrica della RTN "MONTECILFONE 380/150/36 kV", in corrispondenza dello stallo assegnato;
- una linea elettrica in alta tensione a 150 kV in cavo interrato per l'interconnessione della sezione di impianto comune e la futura stazione elettrica della RTN "MONTECILFONE 380/150/36 kV".

Titolare dell'iniziativa proposta è la società LE.RO.DA WIND S.r.l., avente sede legale in Piazza Alberico Gentili 6, 90143 Palermo, P.IVA 07121980820.

 LE.RO.DA. WIND	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	5 di 23

1 INTRODUZIONE

L'impianto eolico di progetto è situato tra i comuni di Guglionesi (CB), Montecilfone (CB) e Montenero di Bisaccia (CB), e si costituisce di n. 7 aerogeneratori, denominati rispettivamente da WTG01 a WTG07.

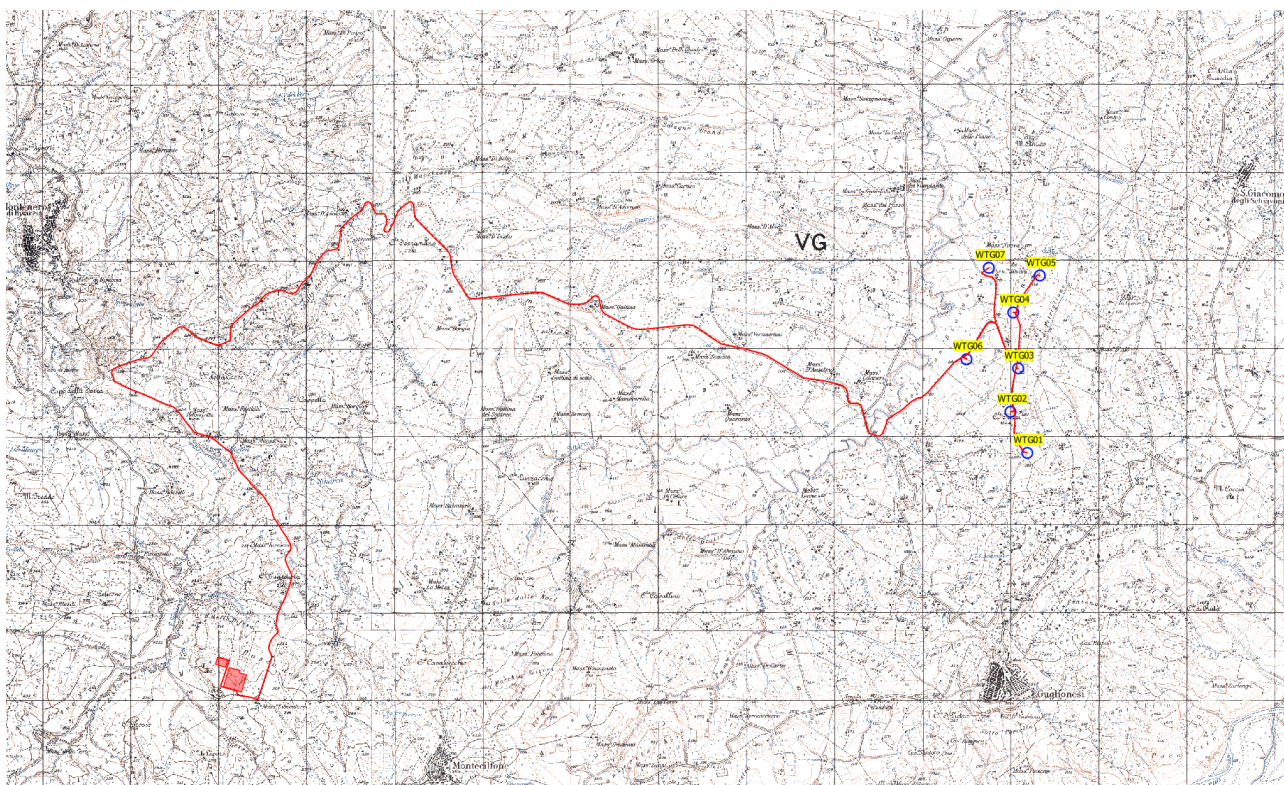


Figura 1 - Inquadramento delle opere di progetto su IGM

Di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori nel sistema UTM-WGS84.

Tabella 1 - Coordinate degli aerogeneratori di progetto

Aerogeneratore	Distanza verso est	Distanza verso nord
WTG01	493117.22 m E	4642625.01 m N
WTG02	492934.47 m E	4643092.28 m N
WTG03	493014.51 m E	4643583.26 m N
WTG04	492963.90 m E	4644219.63 m N
WTG05	493263.74 m E	4644636.81 m N
WTG06	492431.52 m E	4643690.48 m N
WTG07	492685.31 m E	4644728.42 m N

L'inquadramento catastale degli aerogeneratori di progetto è riportato di seguito.

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	6 di 23

Tabella 2 - Dati catastali relativi al layout d'impianto

Aerogeneratore	Comune	Foglio	Particella
WTG01	Guglionesi (CB)	44	42
WTG02	Guglionesi (CB)	43	92
WTG03	Guglionesi (CB)	30	20
WTG04	Guglionesi (CB)	30	1
WTG05	Guglionesi (CB)	21	36
WTG06	Guglionesi (CB)	29	75
WTG07	Guglionesi (CB)	20	39

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	7 di 23

2 OPERE DI PROGETTO

L'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, sito nei comuni di Guglionesi (CB), Montenero di Bisaccia (CB) e Montecilfone (CB) è composto da n. 7 turbine eoliche di grande taglia, della potenza di 5.6 MW ciascuna collegate alla RTN. Le turbine di progetto, di ultima generazione, consentono di produrre circa 91178,4 GWh/y, con l'installazione di soli sette aerogeneratori, limitando dunque il consumo di suolo.

2.1.1 Layout d'impianto

L'impianto eolico di progetto prevede la realizzazione di:

- n. 7 aerogeneratori;
- n. 7 cabine all'interno della torre di ogni aerogeneratore;
- n. 7 opere di fondazione su plinto per gli aerogeneratori;
- n. 7 piazzole di montaggio, con adiacenti piazzole temporanee di stoccaggio;
- opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- viabilità di progetto interna all'impianto e che conduce agli aerogeneratori;
- un cavidotto interrato interno, in media tensione, per il collegamento tra gli aerogeneratori;
- un cavidotto interrato esterno, in media tensione, per il collegamento del campo eolico alla futura stazione elettrica RTN.

2.1.2 Aerogeneratori

Per gli aerogeneratori di progetto si considera diametro di rotore 163 m e altezza al mozzo 113 m. Tra i modelli di aerogeneratore con le seguenti caratteristiche, si assimilano quelli di progetto al modello Vestas V163, e quindi con diametro 163 m e altezza al mozzo 113 m. Non si esclude, nelle fasi successive della progettazione, la possibilità di variare la tipologia di aerogeneratore, ferme restando le caratteristiche dimensionali indicate nel presente elaborato. Gli aerogeneratori sono connessi tra loro per mezzo del cavidotto interno in MT e le cabine interne alle torri.

2.1.3 Piazzole di montaggio/stoccaggio

Il montaggio degli aerogeneratori richiede la realizzazione di:

- una piazzola di montaggio rettangolare per ogni aerogeneratore;
- una piazzola di stoccaggio rettangolare pale (e altro) per facilitare l'assemblaggio e montaggio.

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	8 di 23

A montaggio ultimato solamente l'area sottostante le macchine sarà mantenuta piana e sgombra da piantumazioni, prevedendone il solo riporto di terreno vegetale per manto erboso, allo scopo di consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione.

2.1.4 Opere di fondazione

Per ogni aerogeneratore è prevista un'opera di fondazione su plinto. Tipicamente le opere di fondazioni sono di tipo diretto, non si esclude però la possibilità di ricorrere a fondazioni di tipo profondo (su pali) a seguito di indagini geologiche che evidenziano la mancata resistenza dei terreni superficiali.

2.1.5 Cavidotto MT

Il cavidotto MT è sia interno che esterno e consente di trasportare l'energia prodotta alla RTN. Esso è realizzato con cavi unipolari in tubo interrato ad una profondità non inferiore a 1,20 m.

2.1.6 Strade di accesso e viabilità al servizio del parco eolico

Gli interventi di realizzazione e sistemazione delle strade di accesso all'impianto si suddividono in due fasi:

Fase 1 – strade di cantiere (sistemazioni provvisorie): in questa fase è previsto l'adeguamento della viabilità esistente e la realizzazione dei nuovi tracciati stradali. La viabilità dovrà essere capace di permettere il transito nella fase di cantiere delle auto-gru necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore. L'adeguamento o la costruzione ex-novo della viabilità di cantiere garantirà il deflusso regolare delle acque e il convogliamento delle stesse nei compluvi naturali o artificiali oggi esistenti in loco.

Fase 2 – strade di esercizio (sistemazioni finali): prevede la regolarizzazione del tracciato stradale utilizzato in fase di cantiere, secondo gli andamenti precisati nel progetto della viabilità di esercizio. Prevede, altresì, il ripristino della situazione ante operam di tutte le aree esterne alla viabilità finale e utilizzate in fase di cantiere nonché la sistemazione di tutti gli eventuali materiali ed inerti accumulati provvisoriamente.

Nella fase di definizione del layout d'impianto, per la viabilità di accesso sono state previste principalmente strade di nuova realizzazione, che consentono di raggiungere i singoli aerogeneratori. Le strade esistenti adoperate per la viabilità, invece, saranno oggetto di adeguamenti stradali.

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	9 di 23

3 LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

3.1 Inquadramento delle opere nei territori di competenza dell'Autorità di Bacino

Le opere di progetto sono ubicate nella perimetrazione relativa al bacino idrografico del fiume Biferno e minori (UoM Bacino dei Fiumi Biferno e minori).

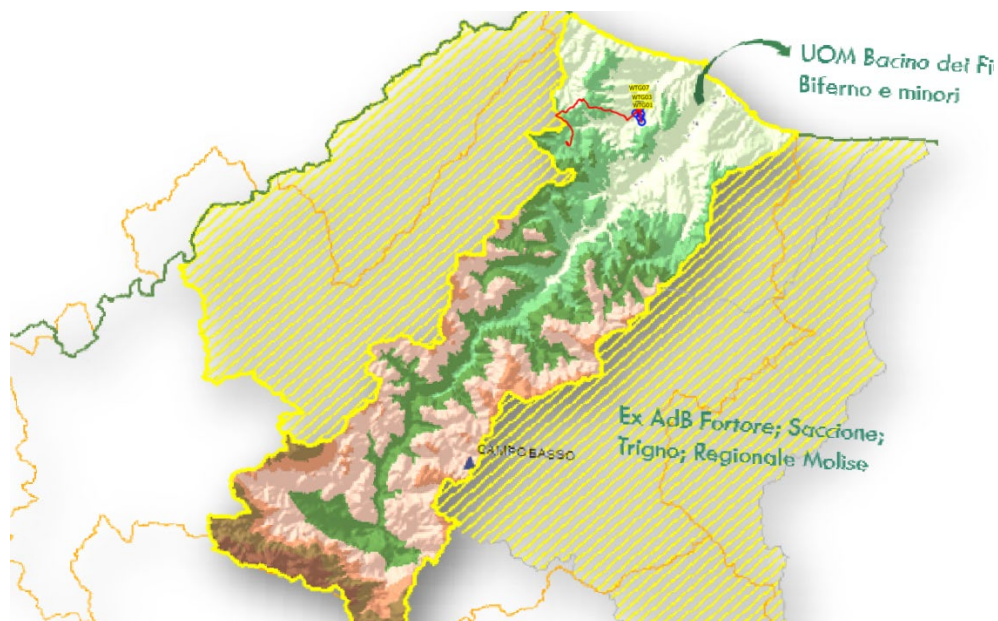


Figura 2 - Inquadramento delle opere di progetto rispetto alla UoM Fiume Biferno e minori

Il fiume Biferno rappresenta uno dei maggiori corsi d'acqua del Molise. Esso trae origine dalle sorgenti poste a circa 500 m.s.l.m. al piede del massiccio del Matese e taglia trasversalmente l'Appennino molisano per poi sfociare, dopo un percorso di circa 100 km, nel Mare Adriatico. Il suo bacino imbrifero si estende su di un'area di circa 1300 km² ed è impostato per il 70% su litologie marnoso-arenaceo-pelitiche a medio-bassa permeabilità che complessivamente hanno permesso un buon sviluppo della rete drenante. Tuttavia, il bacino occupa un'area ad elevata variabilità litologica e dall'assetto strutturale molto complesso. A grande scala, sulla base delle caratteristiche geolitologiche dei terreni affioranti, che condizionano anche l'assetto orografico, è possibile suddividerlo in tre grandi settori. Il settore maggiormente elevato del bacino è quello di testata, impostato prevalentemente su rocce carbonatiche e dolomitiche del Mesozoico-Terziario appartenenti all'Unità stratigrafico-strutturale del Matero-Monte Maggiore. Tale settore è caratterizzato dalla presenza di un'ampia depressione tettonica, la conca di Boiano, che divide il bacino in senso trasversale e separa

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	10 di 23

il massiccio del Matese a sud-ovest dai rilievi collinari a nord-est. Nel tratto iniziale, in Biferno attraversa la piana di Boiano che è caratterizzata da uno spesso riempimento fluvio-lacustre e scorre in un alveo monocursale mobile. Nel tratto successivo, quello mediano, il Biferno si immette nella sua valle in senso stretto, impostata su successioni di bacino mesozoico-terziarie e dal tipico profilo a V. Questo tratto è caratterizzato dalla presenza di sezioni vallive particolarmente strette ed incise, in cui l'alveo è confinato, che si alternano ad altre sezioni, ampie e svasate, dove il Biferno scorre in un alveo mobile impostato su di un fondovalle alluvionato. Solo nel tratto finale, posto a valle del lago artificiale di Guardialfiera, il Biferno inizia a scorrere in una valle molto più ampia e alluvionata che attraversa un paesaggio collinare impostato su terreni argillosi e pelitico-sabbiosi plio-quadernari dell'avanfossa appenninica, per poi raggiungere il mare tra Termoli e Campomarino.

3.2 Compatibilità degli interventi rispetto al PAI

Il Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Biferno e minori è stato adottato, ai sensi dell'art. 1-bis della Legge n. 365/2000, con deliberazione n. 87 del 28 ottobre 2005 del Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino dei fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore.

Il PAI si articola in Piano per l'assetto idraulico e Piano per l'assetto di versante, nel presente studio sarà preso in considerazione il solo aspetto idraulico, essendo quello di versante affrontato negli elaborati geologici specialistici. Le finalità del piano per l'assetto idraulico sono:

- l'individuazione degli alvei e delle fasce di territorio inondabili per piene con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni dei principali corsi d'acqua del bacino dei fiumi Biferno e minori;
- la definizione di una strategia di gestione finalizzata a salvaguardare le dinamiche idrauliche naturali, con particolare riferimento alle esondazioni e all'evoluzione morfologica degli alvei, a favorire il mantenimento ed il ripristino dei caratteri di naturalità del reticolo idrografico;
- la definizione di una politica di prevenzione e di mitigazione del rischio idraulico attraverso la formulazione di indirizzi e norme vincolanti relative ad una pianificazione del territorio compatibile con le situazioni di dissesto idrogeologico e la predisposizione di un quadro di interventi specifici, definito nei tipi di intervento, nelle priorità di attuazione e nel fabbisogno economico di massima.

Il PAI individua e perimetra a scala di bacino le aree inondabili per eventi con tempo di ritorno assegnato e le classifica in base al livello di pericolosità. Nello specifico, si individuano le seguenti tre classi di aree a diversa pericolosità idraulica:

 LE.RO.DA. WIND	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	11 di 23

- aree a pericolosità idraulica alta (PI3), aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;
- aree a pericolosità idraulica moderata (PI2): aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 e minore o uguale a 200 anni;
- aree a pericolosità idraulica bassa (PI1): aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 e minore o uguale a 500 anni.

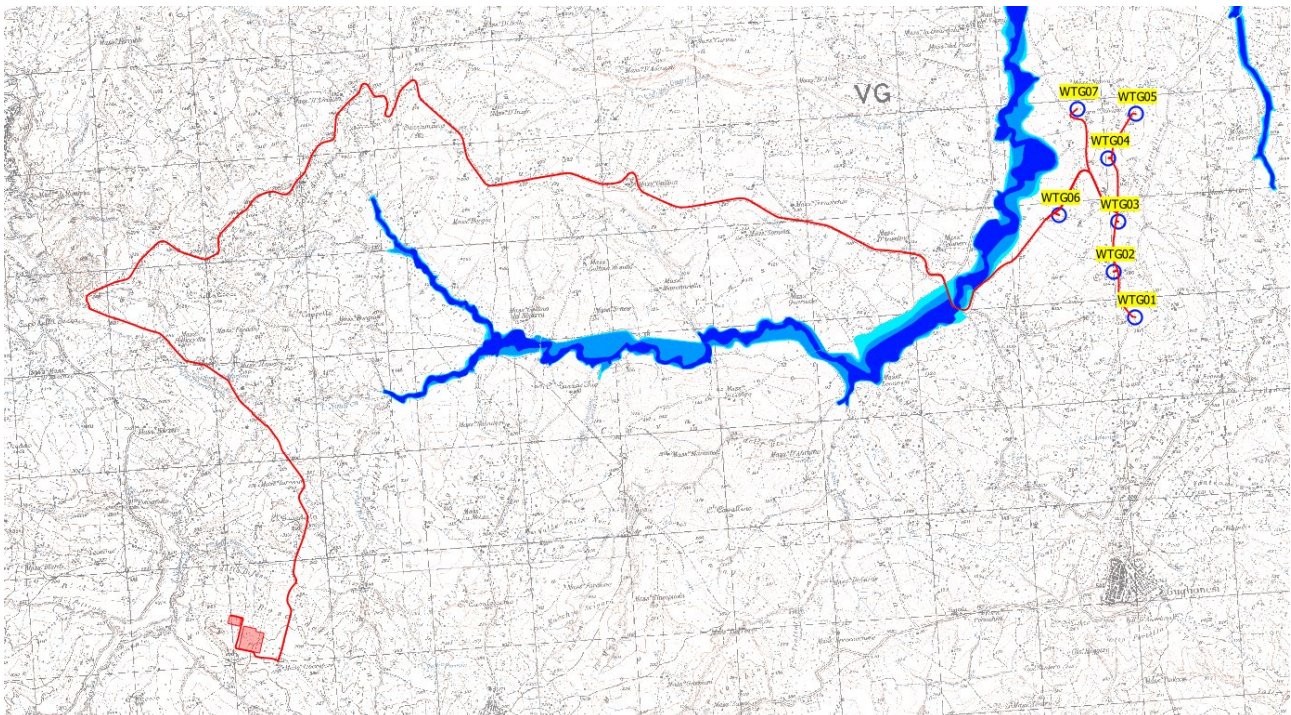


Figura 3 - Inquadramento delle opere di progetto rispetto alle aree a pericolosità idraulica perimetrate dal PAI

Come si può constatare dalla Figura 3, gli aerogeneratori sono ubicati al di fuori di aree a pericolosità idraulica. Il cavidotto, invece, per un tratto attraversa un'area a pericolosità idraulica, rappresentata dal Torrente Sinarca. In corrispondenza di tale tratto è presente un attraversamento stradale.

Ai sensi del D. Lgs. n. 387/2003, art. 12, 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, sono di pubblica utilità indifferibili ed urgenti. Secondo quanto dichiarato nell'art. 17 delle NTA del PAI vigente, "la realizzazione di opere pubbliche e/o dichiarate di pubblico interesse nella fascia di riassetto fluviale o nelle fasce di pericolosità può essere autorizzata dall'Autorità

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	12 di 23

competente in deroga ai conseguenti vincoli, previa acquisizione del parere favorevole del Comitato tecnico dell'Autorità di Bacino, a patto che:

- *si tratti di opere di pubbliche e/o dichiarate di pubblico interesse non delocalizzabili;*
- *non pregiudichino la realizzazione degli interventi del PAI;*
- *non concorrano ad aumentare il carico insediativo;*
- *siano realizzati con idonei accorgimenti costruttivi;*
- *risultino coerenti con le misure di protezione civile di cui al PAI e ai piani comunali di settore."*

Nel caso specifico il cavidotto rientra nelle opere di pubblica utilità, e la sua realizzazione non peggiorerà la condizione di pericolosità, essendo attraversato mediante tecnologia TOC.

Secondo l'art. 16 delle NTA del PAI, per i tratti fluviali non studiati "è stabilita una fascia di rispetto, misurata dai limiti dell'alveo attuale come definito all'art. 7 delle NTA, sulla quale si applica:

- a) 40 metri per il reticolo principale costituito dai corsi d'acqua Biferno, Cigno, Rio, Callora, Quirino e Sinarca;
- b) 20 metri per il reticolo minore (corsi d'acqua identificabili sulla cartografia IGM scala 1:25000 con propria denominazione);
- c) 10 metri per il reticolo minuto (restanti corsi d'acqua distinguibili sulla cartografia IGM scala 1:25000 ma privi di una propria denominazione).

Nello specifico, facendo riferimento a tale perimetrazione riportata su IGM 1:25000 nessuna delle opere di progetto interferisce con le aree inondabili sopracitate.

 LE.RO.DA. WIND	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	13 di 23

4 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Le interferenze con il reticolo sono state individuate tenendo conto della perimetrazione relativa alla IGM 1:25000 e la Carta Tecnica Regionale.

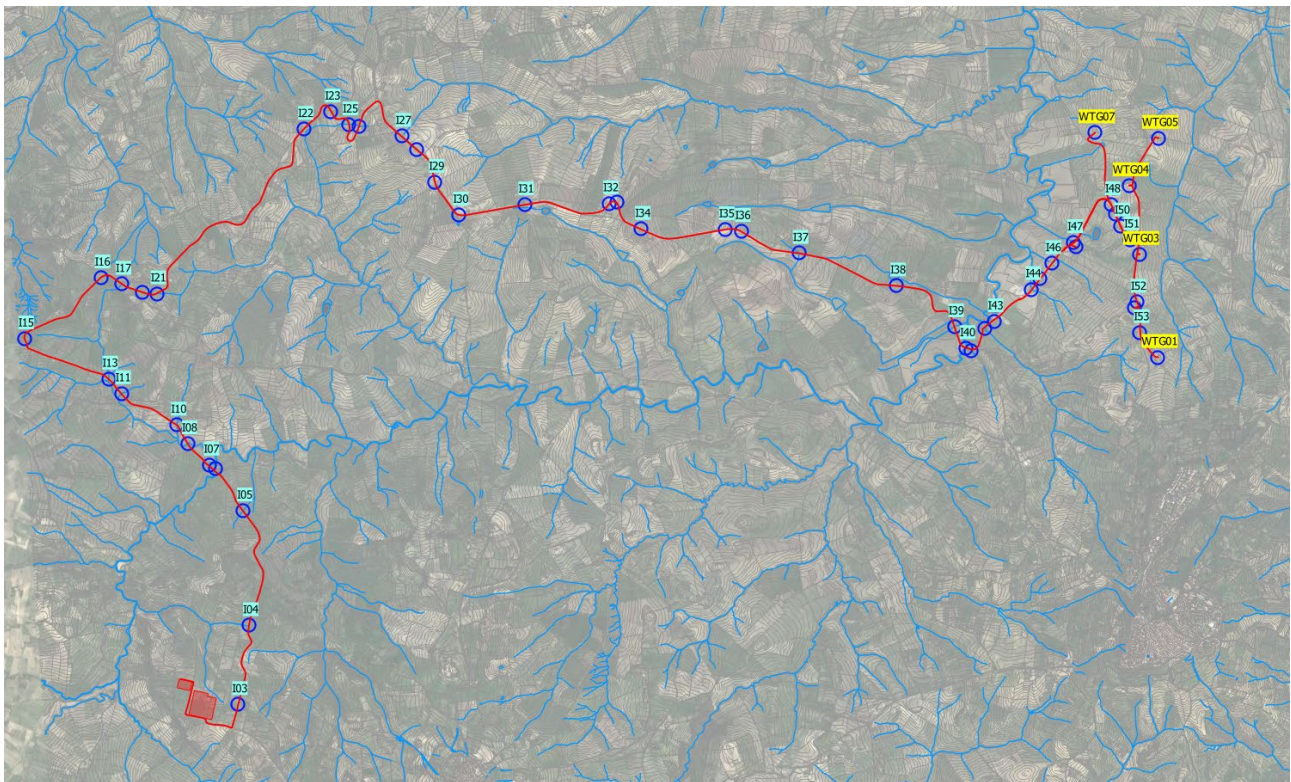


Figura 4 - Individuazione planimetrica delle interferenze

Di seguito si riportano le caratteristiche relative alle 45 interferenze riscontrate.

Tabella 3 - Elenco delle interferenze idrauliche individuate

Interferenza	Tipologia di alveo	Denominazione
I03	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I04	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I05	Corso d'acqua individuato da CTR con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I06	Corso d'acqua individuato da CTR e IGM con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada e tutelato ai sensi del D. Lgs. n. 42/2004	Torrente Sinarca
I07	Corso d'acqua individuato da CTR e IGM con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada e tutelato ai sensi del D. Lgs. n. 42/2004	Torrente Sinarca
I08	I37	Corso d'acqua individuato da CTR e IGM con opera di

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	14 di 23

Interferenza	Tipologia di alveo	Denominazione
		deflusso delle acque meteoriche su strada
I10	Corso d'acqua individuato da CTR e IGM con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Sorgente Solforosa
I11	Corso d'acqua individuato da CTR con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I13	Corso d'acqua individuato da CTR e IGM con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Fosso della Porcareccia
I15	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I16	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I17	Corso d'acqua individuato da CTR con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I19	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I21	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I22	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I23	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I25	Corso d'acqua individuato da CTR con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I26	Corso d'acqua individuato da CTR con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I27	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I28	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I29	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I30	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I31	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I32	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I33	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I34	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I35	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I36	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I37	Corso d'acqua individuato da CTR e IGM con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	15 di 23

Interferenza	Tipologia di alveo	Denominazione
I38	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I39	Corso d'acqua individuato da CTR e IGM con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I40	Corso d'acqua individuato da CTR e IGM con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada e tutelato ai sensi del D. Lgs. n. 42/2004	Vallone San Giovanni
I41	Corso d'acqua individuato da CTR e IGM con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I42	Corso d'acqua individuato da CTR e IGM con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I43	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I44	Corso d'acqua individuato da CTR e IGM con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I45	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I46	Corso d'acqua individuato da CTR con opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I47	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I48	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I49	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I50	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I51	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione
I52	Corso d'acqua di natura erosiva individuato da foto satellitari	Privo di denominazione
I53	Opera di deflusso delle acque meteoriche su strada	Privo di denominazione

Le diverse interferenze sono state analizzate singolarmente con l'obiettivo di individuare la metodologia di risoluzione considerata più idonea. Nella maggior parte dei casi si tratta di interferenze trasversali lungo la strada esistente, in corrispondenza delle quali sono presenti delle opere di canalizzazione delle acque meteoriche, per le quali si è optato per la classica modalità di posa interrata con il passaggio del cavidotto al di sopra o al di sotto dell'opera esistente, a seconda della profondità del pacchetto stradale.

Le interferenze più complesse, come ad esempio gli attraversamenti stradali (es. ponti), sono state risolte considerando la TOC come risoluzione. La trivellazione orizzontale controllata è una tecnica che prevede la posa del cavidotto lungo un profilo di trivellazione, accuratamente scelto in fase

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	16 di 23

progettuale esecutiva, mediante l'utilizzo di un foro pilota. La tecnica prevede la creazione del foro pilota mediante l'introduzione da un pozzo di ingresso di una colonna di aste con una lancia di perforazione posta in testa, che vengono guidate nella direzione e alla quota di progetto. La testa raggiunge un pozzetto di arrivo dove viene collegata ad un utensile alesatore, che ha la funzione di allargamento del foro, fino ad arrivare ad un diametro pari al 20-30% in più della dimensione del tubo da posare. Al termine delle operazioni, l'area di lavoro viene restituita allo status quo ante, mediante il ripristino dei punti di ingresso e di uscita. Il percorso di trivellazione è stato ipotizzato ad almeno 2 m dal punto più depresso dell'alveo, con degli angoli di inclinazione di circa 25°-30°. Si riporta di seguito un'immagine che rappresenta il tipologico relativo alla risoluzione dell'interferenza.

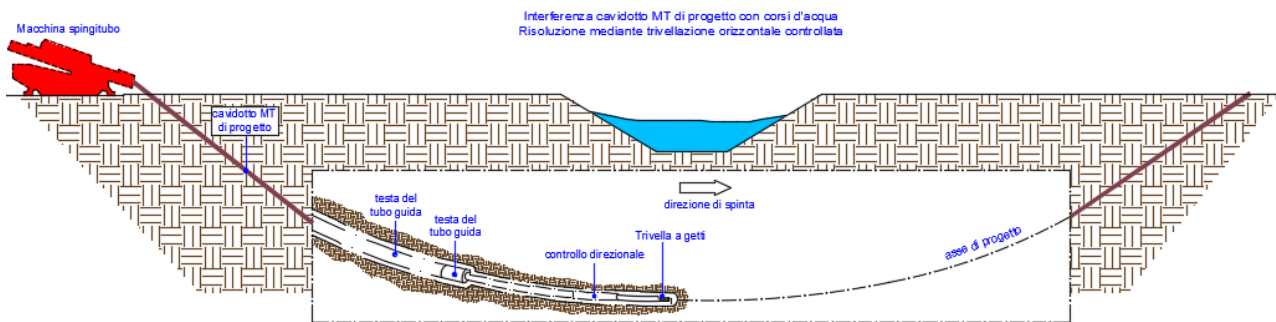


Figura 5 - Schema tipologico di risoluzione tramite TOC

4.1 Risoluzione delle interferenze

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva relativa alla risoluzione delle interferenze.

Interferenza	Risoluzione
I03	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I04	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I05	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I06	TOC
I07	TOC
I08	TOC
I10	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I11	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I13	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I15	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I16	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	17 di 23

Interferenza	Risoluzione
I17	TOC
I19	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I21	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I22	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I23	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I25	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I26	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I27	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I28	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I29	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I30	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I31	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I32	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I33	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I34	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I35	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I36	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I37	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I38	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I39	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I40	TOC
I41	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I42	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I43	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I44	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I45	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I46	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I47	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I48	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I49	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	18 di 23

Interferenza	Risoluzione
I50	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I51	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I52	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera
I53	Scavo su strada con il passaggio del cavidotto sopra o sotto l'opera

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	19 di 23

5 REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

La durabilità delle strade nel parco eolico è garantita da un efficace sistema idraulico di drenaggio delle acque meteoriche. Gli interventi da realizzarsi nell'area in esame sono stati sviluppati seguendo due obiettivi:

- garantire l'invarianza idraulica attraverso il mantenimento delle condizioni di "equilibrio idrogeologico" ante operam, le opere di progetto, infatti, determineranno un incremento trascurabile o nullo della portata di piena dei corpi idrici riceventi i deflussi superficiali originati dalle aree interessate dagli interventi;
- garantire un adeguato drenaggio, attraverso la regimentazione e il controllo delle acque che defluiscono lungo la viabilità interna.

Le opere di regimentazione consentono il recapito delle acque meteoriche nei loro impluvi naturali o nelle strade esistenti e impediscono che le stesse possano stazionare nell'area di impianto pregiudicandone l'utilizzo. Nel caso in esame sono stati individuati degli interventi che consentiranno la raccolta e lo smaltimento dell'acqua limitando allo stretto necessario le opere di sbancamento. Lo studio del sistema di regimentazione delle acque meteoriche tiene conto della naturale pendenza del sito. Nel caso di un impianto eolico il sistema di regimentazione è realizzato per le piazzole di montaggio e la viabilità di accesso agli aerogeneratori. Si consideri che le opere civili annesse agli aerogeneratori possono subire dei cambiamenti tra la fase di cantiere e la fase di esercizio, poiché ad esempio la viabilità di accesso potrebbe essere realizzata in modalità temporanea al solo fine di consentire il trasporto eccezionale delle pale in corrispondenza dei punti turbina per poi, in fase di esercizio, considerare una viabilità diversa per permettere la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto.

Per la regimentazione saranno realizzati dei canali di raccolta in terra in grado di convogliare le acque di scorrimento superficiale in punti predisposti al loro raccoglimento, o verso le linee di impluvio. In tal modo si eviterà la formazione di solchi vallivi, che potrebbero generare delle ripercussioni sulla corretta funzionalità dell'impianto.

Il dimensionamento e la verifica del canale perimetrale in terra costituente il fosso di guardia è da condurre secondo l'ipotesi di moto uniforme e attraverso la formula di Chezy:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

 LE.RO.DA. WIND	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	20 di 23

dove Q è la portata di riferimento, in $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$, n è il coefficiente di Manning, A è l'area della sezione bagnata, in m^2 , R è il raggio idraulico, i è la pendenza dell'alveo. Le dimensioni del canale, realizzato in scavo con sezione trapezoidale, dovranno essere progettate in funzione della portata di progetto, tipicamente riferita ad un valore del tempo di ritorno pari a 30 anni e con sponde inclinate di circa 26° , ricordando di maggiorare l'altezza massima di un valore del franco, tipicamente assunto come 5 cm. Saranno realizzati dei canali in materiale drenante di forma trapezoidale nel terreno.

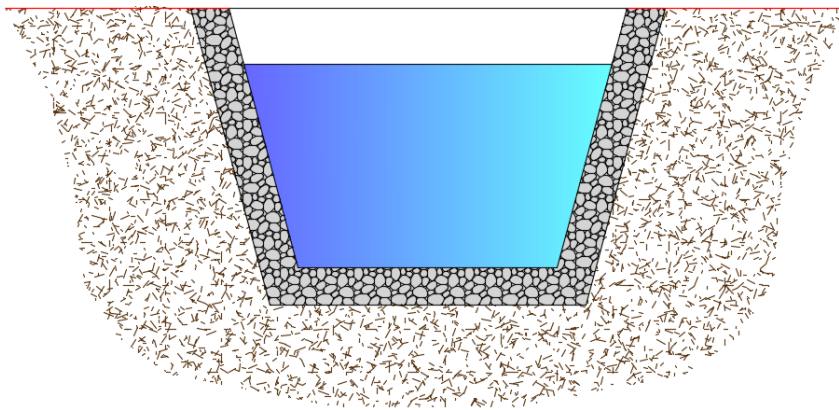


Figura 6 - Sezione tipo del canale trapezoidale

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	21 di 23

6 CENNI SUL FENOMENO DELL'EROSIONE

Una corrente idrica esercita un'azione di trascinarsi sui grani di materiale disposti sul contorno bagnato e, se questi non sono sufficientemente stabili, li sposta erodendo il letto fluviale mobile. L'erosione può provocare l'abbassamento del letto e/o il crollo delle sponde con allargamento e spostamento (migrazione) dell'alveo.

Si distinguono pertanto i seguenti fenomeni:

- erosione locale, dovuta principalmente ad eventi intensi associati a fenomeni di precipitazione eccezionale, essa si esplica in prossimità di singolarità idrauliche, come pile o spalle di ponti, ovvero salti e scivoli che comportano perturbazioni alla corrente, ove la turbolenza risulta particolarmente intensa. Il fenomeno ha un decorso rapidissimo e può portare alla rovina dell'opera in alveo nel corso di una sola piena;
- erosione generalizzata, dovuta alle piene ordinarie, essa si sviluppa quando la portata di sedimento immessa da monte non è sufficiente a saturare la capacità di trasporto della corrente idrica. La saturazione della capacità di trasporto avviene prelevando materiale d'alveo, ossia erodendo il letto, questa può procedere uniformemente o localmente ma in maniera graduale.

Il caso in esame, dove gli attraversamenti delle aree allagabili sono previsti lungo tratti indisturbati dell'alveo in modellamento attivo è da ricondurre all'erosione di tipo generalizzata.

L'erosione generalizzata dell'alveo, conseguente ad uno squilibrio complessivo tra l'apporto di sedimenti che giungono al corso d'acqua e la capacità erosiva della corrente, può essere analizzata con studi a scala di bacino e simulando i fenomeni di erosione e di deposito con modelli matematici. La profondità dell'erosione di un tronco d'alveo per carenza di apporto di materiale solido da monte può, invece, essere studiata in maniera piuttosto semplice per un canale circa prismatico e rettilineo, considerando che la sua sezione si deformerà, approfondendosi e/o allargandosi, fino a che l'azione di trascinarsi della corrente non diminuirà al di sotto del valore critico. Valutazioni più speditive consentono di ricavare la profondità di erosione δ come la differenza tra il tirante d'acqua h antecedente all'erosione ed il tirante d'acqua h_e a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h_e - h$$

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	22 di 23

Il tirante d'acqua h_e a fenomeno avvenuto si ricava dalle formule, del tutto empiriche e senza giustificazione teorica, dell'equilibrio dei canali a regine.

- La formula di Blench (1969) propone:

$$h_e = 0,379 q^{2/3} d_{50}^{-1/6} \text{ per sabbia e limo con } 6 \cdot 10^{-5} < d_{50} \text{ (m)} < 0,002 \text{ (1)}$$

$$h_e = 0,692 q^{2/3} d_{50}^{-1/12} \text{ per sabbia e ghiaia con } 0,002 < d_{50} \text{ (m)} \text{ (2)}$$

- La formula di Maza Alvarez ed Echavarria (1973) propone:

$$h_e = 0,365 q^{0,784} d_{50}^{-0,157} \text{ per sabbia e ghiaia con } d_{75} \text{ (m)} < 0,006 \text{ (3)}$$

Per il calcolo di q , intesa come la portata nell'unità di larghezza del canale, si utilizza il tirante e velocità forniti del modello idraulico lungo le sezioni stesse.

La morfologia del letto fluviale e gli effetti su di essa delle opere in alveo sono strettamente legati al trasporto dei sedimenti da parte della corrente per mezzo dei processi di:

- trasporto al fondo, tipico del movimento del materiale più grossolano, che si muove vicino al fondo per scorrimento, rotolamento, saltazione;
- trasporto torbido, che sposta i materiali più fini sospendendoli, per effetto della turbolenza, nel nucleo della corrente.

Parte degli inerti trasportati dalla corrente si ritrova anche nel materiale costituente il fondo del fiume, chiamato materiale di fondo o bed-material load. La portata di bed-material load dipende dalla portata liquida del fiume. Il materiale molto fine – limi e argille – apportato dagli affluenti ovvero eroso dal terreno delle sponde, dopo essere andato in sospensione non ritorna più al fondo nei cui depositi si trova depositato solo in minima parte, tale fenomeno è chiamato wash load. La composizione del letto fluviale si trova così alleggerita dalle parti più fini e quindi la granulometria del fondo risulta maggiore di quella del terreno originario. La portata di wash load dipende dalla quantità di materiali fini apportati dagli affluenti.

	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	CODICE	LWG02_A06
		REVISIONE	00
		PAGINA	23 di 23

7 CONCLUSIONI

Il progetto si inserisce in un contesto territoriale non particolarmente critico da un punto di vista idrologico e idraulico, infatti, non sussistono particolari fenomeni erosivi che evidenziano fenomeni di aggravio delle ipotetiche condizioni di allagamento. Inoltre, le infrastrutture interessate dal progetto sono adeguatamente progettate per il deflusso delle acque meteoriche, ciò consente di poter affermare la compatibilità delle opere da un punto di vista idrologico-idraulico.