

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI FOGGIA

Comune:
Castelluccio dei Sauri - Deliceto
Località " Cisterna - Posta Cisternola - Sterparo"

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA E RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE - 12 AEROGENERATORI -

Sezione 0:
RELAZIONI GENERALI

Titolo elaborato:
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

N. Elaborato: 0.7.1

Scala: varie

Committente

WIND ENERGY CASTELLUCCIO S.r.l.

Via Caravaggio, 125
65125 Pescara (PE)
PEC: windcastelluciosrl@legpec.it

Amministratore Unico
Fabio MARESCA

Progettazione



sede legale e operativa
San Giorgio Del Sannio (BN) via de Gasperi 61
sede operativa
Lucera (FG) S.S.17 loc. Vaccarella snc c/o Villaggio Don Bosco
P.IVA 01465940623
Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873



Progettista
Dott. Ing. Nicola FORTE



Rev.	Data	Elaborazione	Approvazione	Emissione	DESCRIZIONE	
00	Luglio 2019	GP sigla	PLM sigla	NF sigla	Emissione Progetto Definitivo	
		Nome File sorgente	GE.CDS01.PD.0.7.1.R01.doc	Nome file stampa	GE.CDS01.PD.0.7.1.R01.pdf	Formato di stampa A4

Sommaro

1	PREMESSA.....	4	
2	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO.....	7	
2.1	Generalità.....	7	
2.2	Ubicazione dell'opera	7	
2.3	Caratteristiche tecniche delle strade da realizzare	8	
2.4	Caratteristiche tecniche Piazzole di montaggio	10	
2.5	Area di cantiere e manovra	11	
2.6	Fondazioni degli aerogeneratori	11	
2.7	Cabina di raccolta.....	12	
2.8	Opere civili punto di connessione.....	12	
2.9	Caratteristiche tecniche cavidotto MT.....	12	
2.10	Caratteristiche tecniche cavidotto AT	13	
3	IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO	14	
4	AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA	15	
4.1	Ambito territoriale della AdB.....	15	
4.2	Sintesi delle Norme tecniche di attuazione del PAI dell'AdB Puglia	15	
4.3	Pericolosità idraulica e geomorfologica delle NTA del PAI	16	
4.4	Compatibilità idraulica degli interventi	16	
4.5	Interferenze delle opere con il reticolo idrografico individuato dalla carta IGM 1:25000 , CTR e carta idrogeomorfologica	16	
5	INTERFERENZE DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO	ESISTENTE.....	18
5.1	Interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico individuato dalla carta IGM 1:25000	18	
5.2	Interferenza degli Aerogeneratori	18	
5.3	Interferenze della viabilità a servizio del parco eolico.....	18	
5.4	Interferenze della linea elettrica MT.....	19	
6	BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN	PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO.....	22
6.1	Inquadramento generale dell'assetto dell'area	22	
6.2	Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici	22	
6.3	Caratteristiche dei bacini idrografici.....	23	
6.4	Caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche delle aree di intervento e dei bacini idrografici	27	
6.5	Inquadramento PAI e stabilità dell'area	29	
6.6	Piano di tutele delle acque	29	
7	STUDIO IDROLOGICO	31	

7.1	Generalità VAPI Puglia.....	31
7.2	Analisi idrologica VAPI Puglia	31
7.3	Analisi regionale delle piogge in Puglia	32
7.4	Determinazione delle curve di possibilità pluviometrica.....	36
8	COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI INTERVENTI	38
8.1	Stima della piena indice: modello razionale AdB Puglia	38
8.2	Valutazione del fattore probabilistico di crescita delle portate AdB Puglia.....	39
8.3	Valutazione delle piene indice e delle portate di piena dei bacini sottesi alle sezioni di calcolo AdB Puglia	40
8.4	Metodologia utilizzata per le verifiche idrauliche	42
8.5	Descrizione interferenze e verifiche idrauliche	42
8.5.1	Verifica idraulica interferenza I00.....	43
8.5.2	Verifica idraulica attraversamento I01.....	45
8.5.3	Verifica idraulica attraversamento I02.....	46
8.5.4	Verifica idraulica attraversamento I03.....	47
8.5.5	Verifica idraulica attraversamento I04.....	49
8.5.6	Verifica idraulica attraversamenti I05 e I06.....	50
8.5.7	Descrizione modalità di attraversamento I07	52
8.5.8	Verifica idraulica attraversamento I08.....	52
8.5.9	Verifica idraulica attraversamento I09.....	53
8.5.10	Verifica idraulica attraversamento I10.....	55
8.5.11	Verifica idraulica attraversamento I11 e I12	56
8.5.12	Verifica idraulica attraversamento I13.....	57
8.5.13	Verifica idraulica attraversamento I14.....	58
8.5.14	Verifica idraulica attraversamento I15.....	59
8.5.15	Verifica idraulica attraversamento I16 e I17	60
8.5.16	Descrizione interferenza I18.....	61
8.5.17	Descrizione interferenza I19.....	62
8.5.18	Considerazioni sulla sicurezza idraulica per le aree di cantiere	63
8.6	Calcolo erosione.....	65
8.7	Attraversamenti del cavidotto interno ed esterno eseguiti con TOC in corrispondenza delle aree tutelate connesse a reticoli cartografati su IGM	67
9	CONCLUSIONI.....	69

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 3 di 69
---	---	---	--

ALLEGATI:

ALLEGATO 1 – 0.7.2 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000

ALLEGATO 2 – 0.7.3 - Confronto tra i reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM scala 1:25000, CTR, carta idrogeomorfologica e ortofoto al fine di evidenziare le differenze del percorso del reticolo idrografico tra carta IGM e CTR

ALLEGATO 3 – 0.7.4 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e CTR con individuazione dei punti di interferenza delle opere di progetto con i reticoli idrografici

ALLEGATO 4 – 0.7.5 – Layout di progetto su carta IGM con individuazione delle interferenze delle opere di progetto con i reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e CTR

ALLEGATO 5 – 0.7.6 – Layout di progetto con individuazione di bacini idrografici

ALLEGATO 6 – 0.7.7 – Particolari dei punti di attraversamento e delle interferenze con i reticoli idrografici con indicazione dell'area allagabile determinata con $Tr=200a$ anni e indicazione delle modalità di attraversamento

ALLEGATO 7 – 0.7.8 – Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras in corrispondenza di ogni sezione di calcolo

ALLEGATO 7- 0.7.8 -Layout di progetto con individuazione delle aree allagabili con $Tr=200$ anni e sezioni di calcolo nel sistema UTM WGS 84 su supporto digitale (Cd room)

ALLEGATO 8 – 0.7.9 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras in corrispondenza di ogni sezione di calcolo - Modello Hec-Ras su supporto digitale (Cd room)

	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 4 di 69</p>
---	---	---	--

1 PREMESSA

Obiettivo dell'iniziativa imprenditoriale a cui è legato il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico costituito da 12 aerogeneratori ognuno da 3,60 MW da installare nel comune di Castelluccio dei Sauri (FG) in località "Cisterna", "Posta Cisternola", "Sterparo" e con opere di connessione ricadenti anche nel comune di Deliceto (FG). Proponente dell'iniziativa è la società Wind Energy Castelluccio Srl.

Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato (detto "cavidotto interno") che collegherà l'impianto alla cabina di smistamento di progetto prevista in prossimità della Strada Provinciale SP104 su territorio di Deliceto (FG). Dalla cabina di smistamento è prevista la posa di un cavidotto interrato (detto "cavidotto esterno") per il collegamento dell'impianto alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 KV di progetto. Il "cavidotto esterno" segue per un primo tratto piste interpoderali, successivamente segue la SP120, quindi strade locali e strade a servizio di impianti eolici esistenti fino alla sottostazione. La sottostazione di trasformazione è prevista in prossimità della stazione elettrica RTN "Deliceto" esistente e, tramite un cavidotto interrato in alta tensione, si collegherà al futuro ampliamento della stessa stazione RTN. L'intera area interessata dalle opere ricade nel territorio di competenza della AdB Puglia. (rif. elab. 0.7.2). Ai fini del presente studio idraulico sono state individuate le interferenze che le opere in progetto hanno con i reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica redatta dalla AdB Puglia.

Di seguito sono descritte le varie fasi del lavoro di ricostruzione del quadro conoscitivo, con particolare riferimento all'uso del suolo, alla sua permeabilità e alla determinazione dei bacini idraulici afferenti le sezioni di chiusura in corrispondenza degli attraversamenti per la valutazione delle relative portate e quindi della verifica degli stessi.

In particolare, si forniranno approfondimenti utili a chiarire alcuni aspetti progettuali in rapporto all'assetto idraulico del territorio, come l'insistenza di alcune opere nelle aree golenali e nelle fasce di pertinenza fluviale del reticolo idrografico e si descriveranno le modalità di attraversamento. Gli studi effettuati sono stati eseguiti con tempo di ritorno di 200 anni in regime di moto permanente e sono volti a caratterizzare le relazioni che si possono stabilire tra le opere in progetto e l'assetto idraulico delle aree, in modo da renderli reciprocamente compatibili secondo quanto prescrive il criterio di conformità al PAI vigente, in relazione alle condizioni di "sicurezza idraulica".

Le immagini a seguire mostrano l'inquadramento delle opere in progetto su cartografia IGM 1:25000 dove in blu sono individuati i reticoli idrografici e con l'indicazione **Ixx** (in magenta) i punti di interferenza. Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola allegata elaborato n. 0.7.5.

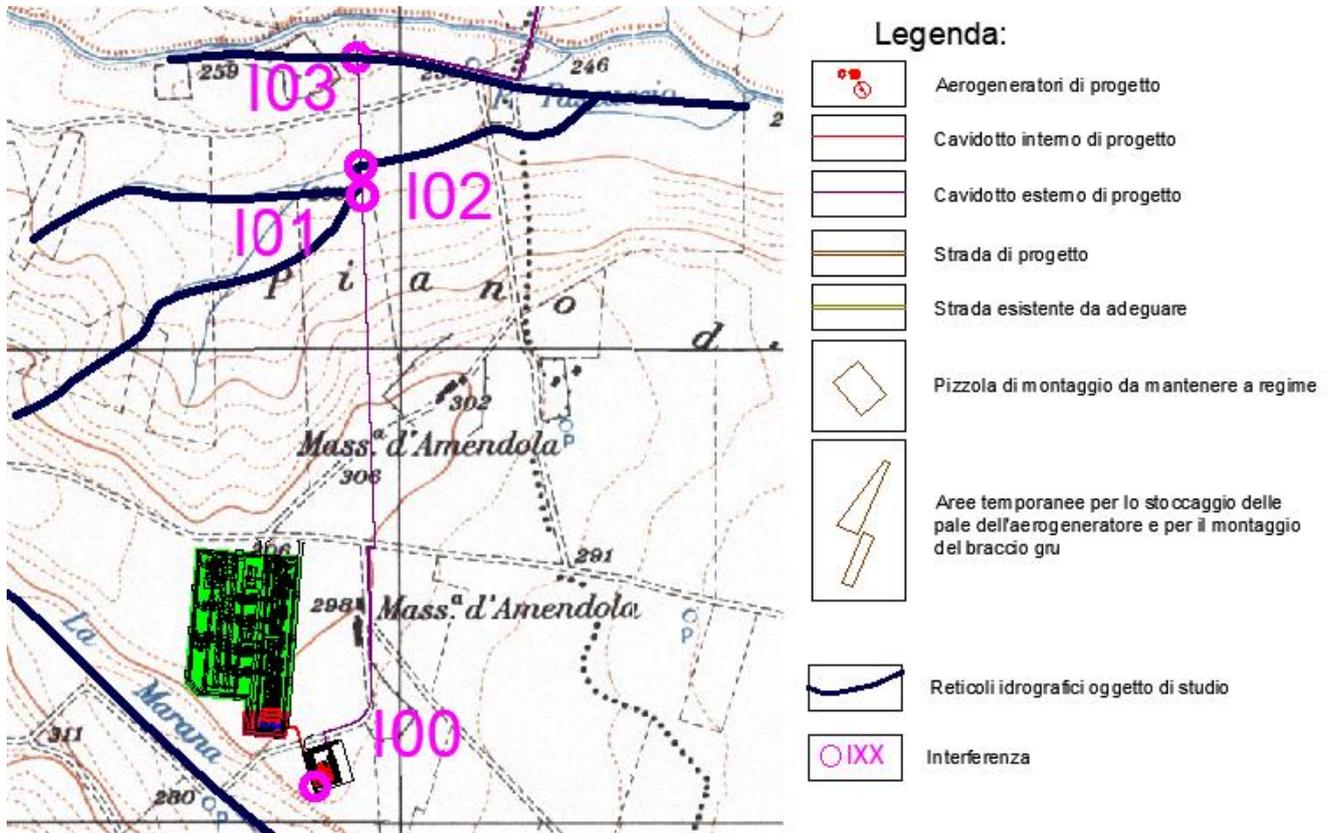


Figura 1 - Stralcio del layout di progetto su IGM 1:25000 con individuazione reticoli idrografici e interferenze I00, I01, I02 e I03

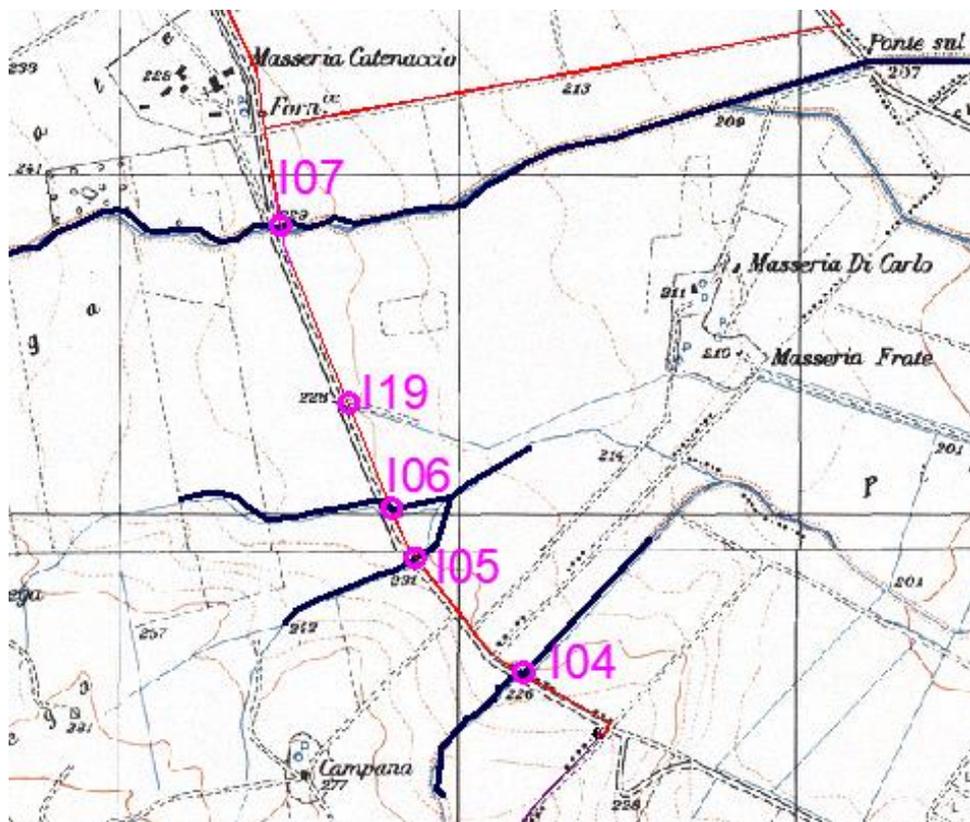


Figura 2 - Stralcio Layout di progetto su IGM 1:25000 con individuazione reticoli idrografici e interferenze I04, I05, I06, I07 e I19

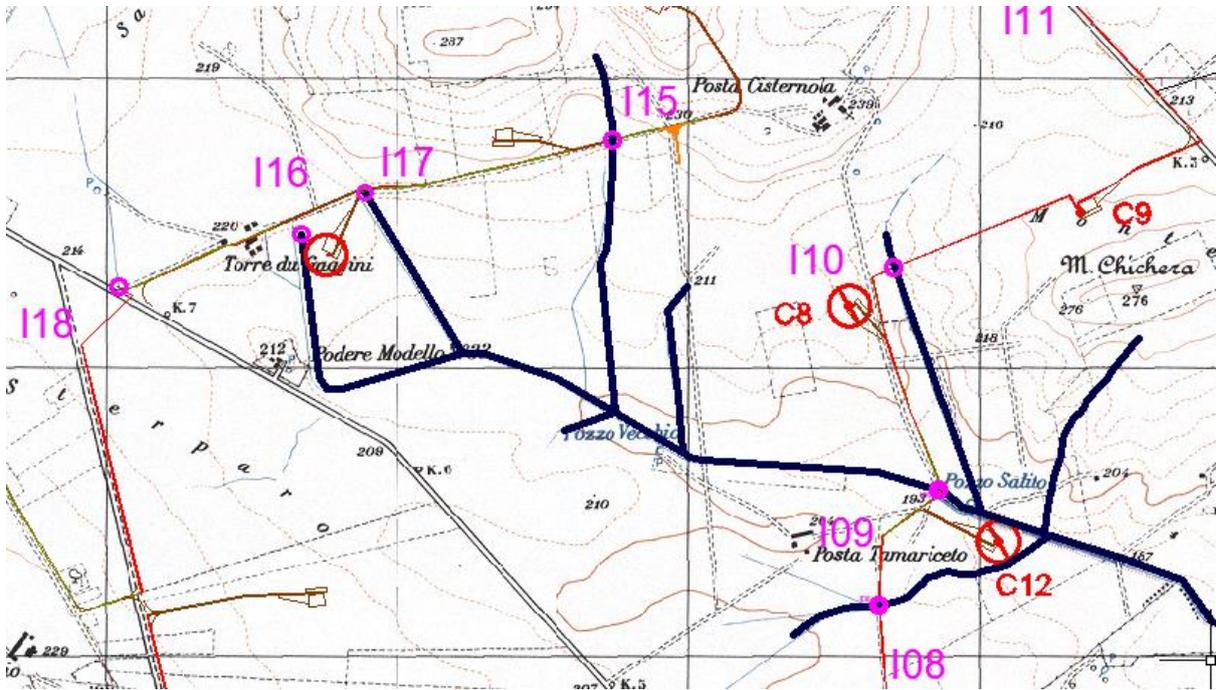


Figura 3 - Stralcio Layout di progetto su IGM 1:25000 con individuazione reticoli idrografici e interferenze I08, I09, I10, I15, I16, I17 e I18

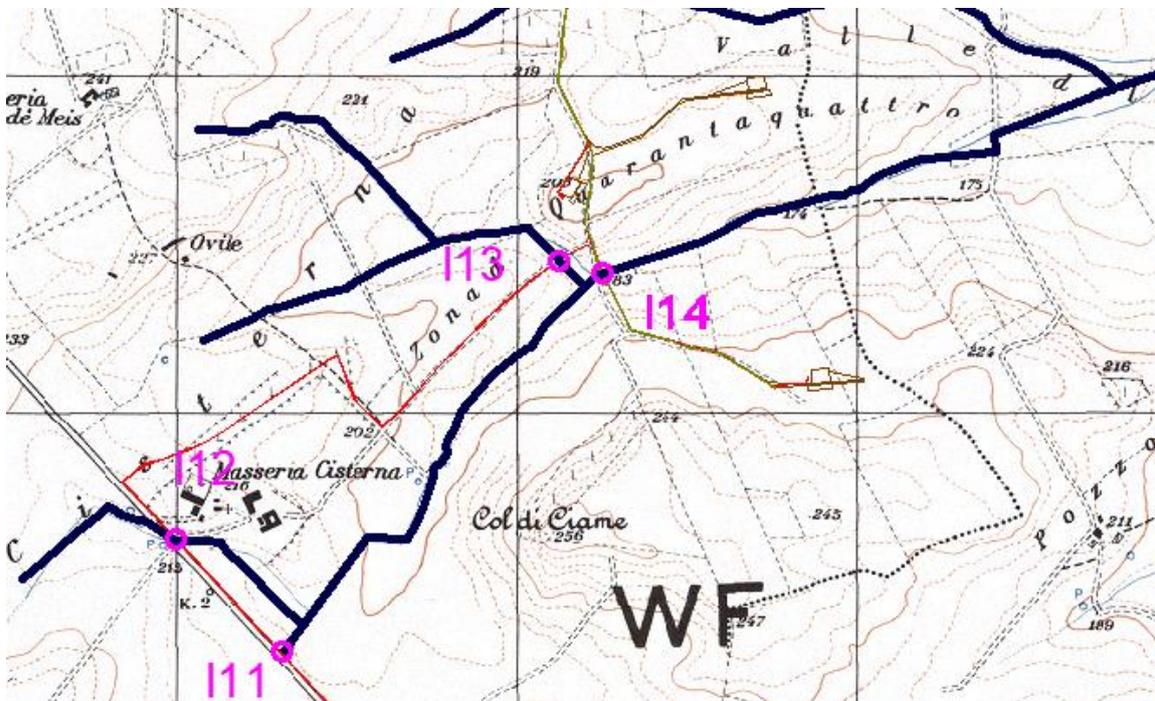


Figura 4 - Stralcio Layout di progetto su IGM 1:25000 con individuazione reticoli idrografici e interferenze I11, I12, I13, e I14

	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 7 di 69</p>
---	---	---	--

2 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

2.1 Generalità

L'impianto eolico di progetto interessa il territorio dei comuni di Castelluccio dei Sauri (FG) in località "Cisterna", "Posta Cisternola", "Sterparo" e con opere di connessione ricadenti anche nel comune di Deliceto (FG).

L'intervento prevede:

- L'installazione di n. 12 aerogeneratori modello Servion M140 avente altezza al mozzo 110 m e diametro del rotore 140 m ognuna di potenza pari a 3,6 MW
- L'installazione di n. 12 cabine di trasformazione poste all'interno della torre di ogni aerogeneratore;
- Realizzazione di opere di fondazione degli aerogeneratori;
- Realizzazione di n. 12 piazzole di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio;
- Realizzazione di opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- Realizzazione di due aree temporanee di cantiere e manovra;
- Realizzazione di nuova viabilità per una lunghezza complessiva di circa 5215 m;
- Adeguamento della viabilità esistente per una lunghezza complessiva di 5767 m
- Una cabina di raccolta/smistamento;
- Un cavidotto interrato interno in media tensione per il trasferimento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori alla cabina di raccolta/smistamento (lunghezza circa 20830 m);
- Un cavidotto interrato esterno in media tensione per il trasferimento dell'energia prodotta dalla cabina di raccolta/smistamento alla stazione di trasformazione di utenza 30/150 kV da realizzarsi nel comune di Deliceto (FG) (lunghezza di circa 4470 m)
- Una sottostazione di trasformazione da realizzarsi in prossimità della Stazione RTN "Deliceto";
- Un cavidotto interrato AT a 150 kV lungo 115 m per il collegamento della sottostazione di trasformazione con il futuro ampliamento della stazione RTN "Deliceto".

2.2 Ubicazione dell'opera

Gli aerogeneratori di progetto ricadono tutti sul territorio comunale di Castelluccio dei Sauri in località "Cisterna", "Posta Cisternola", "Sterparo", su un'area posta a Sud/Sud-Est del centro urbano ad una distanza di circa 1,7 km in linea d'aria.

Il tracciato del cavidotto esterno attraversa il territorio di Deliceto. La sottostazione di trasformazione ricade sul territorio di Deliceto.

Dal punto di vista cartografico l'intervento si inquadra sui seguenti fogli IGM in scala 1:25000:

- 174-I-NE (Bovino)
- 174 IV-SE (Deliceto)
- 175 IV-NO (Castelluccio dei Sauri)
- 175 IV-SO (Ascoli Satriano)

	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 8 di 69</p>
---	---	---	--

Rispetto alla cartografia dell'IGM in scala 1:50000, l'intervento si inquadra sul foglio:

- 420 Troia

Dal punto di vista catastale, la base degli aerogeneratori ricade sulle seguenti particelle del comune di Castelluccio dei Sauri:

- Aerogeneratore C1 foglio 13 p.49
- Aerogeneratore C2 foglio 13 p. 273
- Aerogeneratore C3 foglio 16 p. 51
- Aerogeneratore C4 foglio 15 p. 35
- Aerogeneratore C5 foglio 18 p. 95
- Aerogeneratore C6 foglio 18 p. 299
- Aerogeneratore C7 foglio 18 p. 28
- Aerogeneratore C8 foglio 19 p. 102
- Aerogeneratore C9 foglio 17 p. 13
- Aerogeneratore C10 foglio 13 p. 24
- Aerogeneratore C11 foglio 19 p. 48
- Aerogeneratore C12 foglio 19 p. 17

Il cavidotto interno attraversa i seguenti fogli catastali:

- Comune di Castelluccio dei Sauri: foglio 13 – 15 – 16 – 17 – 18 - 19
- Comune di Deliceto: fogli 3 – 4

Il cavidotto esterno attraversa i seguenti fogli catastali:

- Comune di Deliceto: fogli 4 – 28 - 42

La cabina di raccolta ricade sul foglio 4 particella 78 del comune di Deliceto.

La sottostazione di trasformazione ricade su foglio 42 particella 533 del comune di Deliceto.

L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e dalla relative fasce di asservimento è riportato nel Piano Particellare di Esproprio allegato al progetto.

2.3 Caratteristiche tecniche delle strade da realizzare

Ai fini della realizzazione dell'impianto si renderanno necessari interventi di adeguamento della viabilità esistente in taluni casi consistenti in sistemazione del fondo viario, adeguamento della sezione stradale e dei raggi di curvatura, ripristino della pavimentazione stradale con finitura in stabilizzato ripristinando la configurazione originaria delle strade. In altri casi gli interventi saranno di sola manutenzione.

Le strade di nuova realizzazione, che integreranno la viabilità esistente, si svilupperanno per quanto possibile al margine dei confini catastali, ed avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire la morfologia propria del terreno evitando eccessive opere di scavo o di riporto.

Si prevede di realizzare tratti di nuova viabilità per una lunghezza complessiva di circa 5215 m e di adeguare circa 5767 m di strade asfaltate o sterrate esistenti. La viabilità esistente interna all'area d'impianto è costituita principalmente da strade sterrate o con finitura in massiciata.

Durante la fase di cantiere 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 autogru necessarie ai sollevamenti ed ai montaggi dei vari componenti dell'aerogeneratore, oltre che dei mezzi di trasporto dei componenti stessi dell'aerogeneratore. La sezione stradale avrà una larghezza variabile al fine di permettere senza intralcio il transito dei mezzi di trasporto e di montaggio necessari al tipo di attività che si svolgeranno in cantiere. Sui tratti in rettilineo è garantita una larghezza minima di 4,50 m. Le livellette stradali seguono quasi fedelmente le pendenze attuali del terreno. E' garantito un raggio planimetrico di curvatura minimo di 50,00 m.l. 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.

Le opere connesse alla viabilità di cantiere saranno costituite dalle seguenti attività:

- Tracciamento stradale: pulizia del terreno consistente nello scoticamento per uno spessore medio di 50 cm;
- Formazione della sezione stradale: comprende opere di scavo e rilevati nonché opere di consolidamento delle scarpate e dei rilevati nelle zone di maggiore pendenza;
- Formazione del sottofondo: è costituito dal terreno, naturale o di riporto, sul quale viene messa in opera la soprastruttura, a sua volta costituita dallo strato di fondazione e dallo strato di finitura;
- Posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;
- Realizzazione dello strato di fondazione: è il primo livello della soprastruttura, ed ha la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, deve essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40 cm.
- Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli poiché non è previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 3 cm, mentre natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione.

Inoltre durante la fase di cantiere l'andamento della strada sarà regolarizzata e la sezione della carreggiata utilizzata in fase di cantiere sarà di circa 4,50 ml, mentre tutti i cigli dovranno essere conformati e realizzati secondo le indicazioni della direzione lavori, e comunque riutilizzando terreno proveniente dagli scavi seguendo pedissequamente il tracciato della viabilità di esercizio. Le opere connesse alla viabilità di esercizio saranno costituite dalle seguenti attività:

- Sagomatura della massicciata per il drenaggio spontaneo delle acque meteoriche;
- Modellazione con terreno vegetale dei cigli della strada e delle scarpate e dei rilevati;
- Ripristino della situazione ante operam delle aree esterne alla viabilità di esercizio, delle zone utilizzate durante la fase di cantiere;
- Nei casi di presenza di scarpate o di pendii superiori ad 1/ 1,5 m si prederanno sistemazioni di consolidamento attraverso interventi di ingegneria naturalistica, in particolare saranno previste solchi con fascine vive e piante, gradinate con impiego di foglia caduca radicata (nei terreni più duri) e cordonate.

2.4 Caratteristiche tecniche Piazzole di montaggio

Per consentire il montaggio dell'aerogeneratore è prevista la realizzazione di una piazzola di montaggio di dimensioni 55 m x 40 m con adiacente piazzola di stoccaggio di dimensioni 15 m x 70 m. Inoltre, per ogni torre, è prevista la realizzazione delle opere temporanee per il montaggio del braccio gru, costituite da piazzole ausiliare dove si posizioneranno le gru di supporto e una pista lungo la quale verrà montato il braccio della gru principale. L'immagine a seguire riporta lo schema previsto per il montaggio degli aerogeneratori in fase di cantiere.

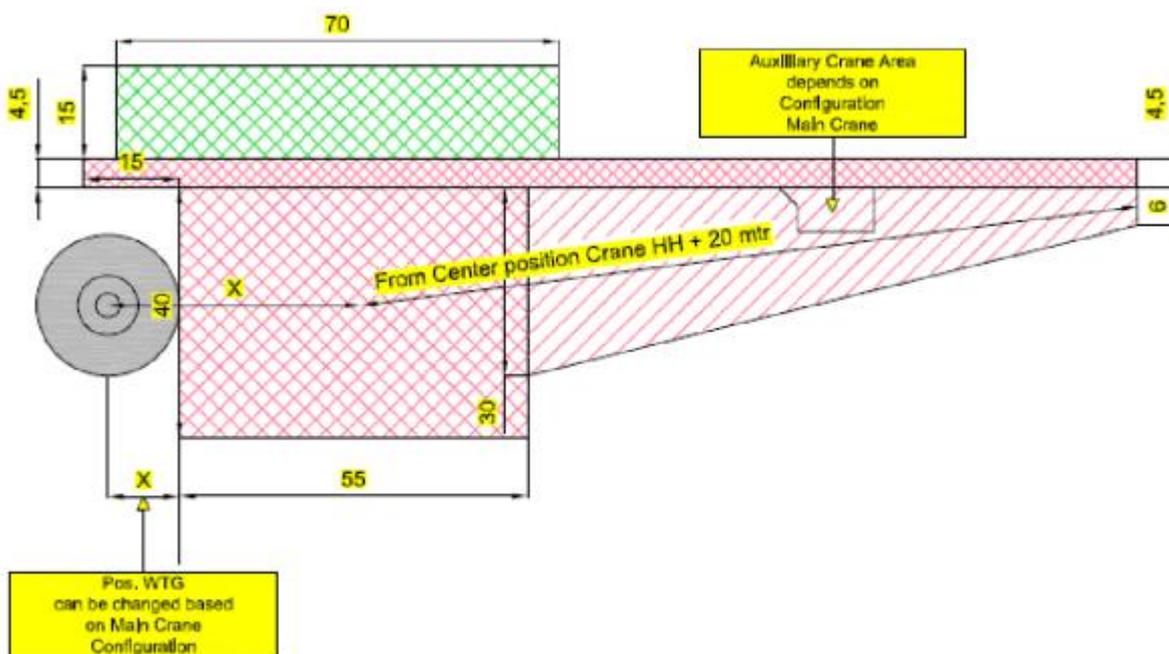


Figura 5 – Schema piazzola in fase di cantiere per il montaggio dell'aerogeneratore

Le piazzole di stoccaggio e le aree per il montaggio gru saranno temporanee e, al termine dei lavori, saranno completamente restituite ai precedenti usi agricoli. La piazzola di montaggio, ove è previsto l'appoggio della gru principale, verrà realizzata secondo le seguenti fasi:

- Asportazione di un primo strato di terreno dello spessore di circa 50 cm che rappresenta l'asportazione dello strato di terreno vegetale;
- Asportazione dello strato inferiore di terreno fino al raggiungimento della quota del piano di posa della massicciata stradale;

	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 11 di 69</p>
---	---	---	---

- Qualora la quota di terreno scoticato sia ad una quota inferiore a quella del piano di posa della massicciata stradale, si prevede la realizzazione di un rilevato con materiale proveniente da cave di prestito o con materiale di risulta del cantiere;
- Compattazione del piano di posa della massicciata;
- Posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;
- Realizzazione dello strato di fondazione o massicciata di tipo stradale, costituito da misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, che dovrà essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40 cm.
- Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 3 cm.

Una procedura simile verrà seguita anche per la realizzazione delle piazzoline ausiliari. Al termine dei lavori la piazzola di montaggio verrà mantenuta anche per la gestione dell'impianto mentre le piazzoline montaggio gru verranno totalmente dismesse e le aree verranno restituite ai precedenti usi agricoli. In analogia con quanto avviene all'estero non sarà realizzata nessuna opera di recinzione delle piazzole degli aerogeneratori, né dell'intera area d'impianto. Ciò è possibile in quanto gli accessi alle torri degli aerogeneratori e alla cabina di raccolta sono adeguatamente protetti contro eventuali intromissioni di personale non addetto.

2.5 Area di cantiere e manovra

In prossimità degli aerogeneratori C11 e C9 è prevista la realizzazione di un'area di cantiere dove si svolgeranno le attività logistiche di gestione dei lavori e dove verranno stoccati i materiali e le componenti da installare oltre al ricovero dei mezzi di cantiere. Le aree saranno divise tra l'appaltatore delle opere civili ed elettriche e il fornitore degli aerogeneratori. L'area di cantiere sarà realizzata mediante la pulizia e lo spianamento del terreno e verrà finita con stabilizzato. Le due aree, ognuna di circa 5100mq, saranno temporanee e al termine del cantiere verranno dismesse.

2.6 Fondazioni degli aerogeneratori

In via preliminare si prevede di realizzare un plinto diretto in calcestruzzo gettato in opera di forma circolare composto da un plinto di base e un colletto superiore. Il plinto di base ha diametro di 19,60 m, con altezza minima (all'esterno) di 1,20 m e altezza massima (al centro) di 2,60 m. Il colletto superiore cilindrico avrà diametro di 5,60 m ed altezza 0,70 m. Si rimanda in ogni caso al progetto esecutivo per maggiori dettagli e per la definizione precisa della forma e della tipologia di fondazione per ogni torre.

	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 12 di 69</p>
---	---	---	---

2.7 Cabina di raccolta

La cabina di raccolta si pone come interfaccia tra l'impianto eolico e la sottostazione. Il progetto prevede una cabina di raccolta del tipo prefabbricato di dimensioni 15 x 10 x 3,14 m.

2.8 Opere civili punto di connessione

La posizione della sottostazione è stata scelta in considerazione del preventivo di connessione che prevede il collegamento dell'impianto in antenna a 150 kV presso il futuro ampliamento della Stazione Elettrica della RTN a 380/150 kV di Deliceto. Il sito della sottostazione è stato scelto in modo da limitare la lunghezza del collegamento AT. Inoltre, è stata preferita la localizzazione della sottostazione in prossimità delle stazioni di altri produttori esistenti o in progetto.

2.9 Caratteristiche tecniche cavidotto MT

Il cavidotto MT per il collegamento del parco eolico alla cabina di raccolta (cavidotto interno) segue la viabilità esistente e la viabilità di progetto e solo per brevi tratti attraversa i terreni agricoli. L'ultimo tratto del cavidotto interno segue il tracciato della SP104 in prossimità della quale è prevista la cabina di raccolta/smistamento.

Il "cavidotto esterno" si sviluppa a partire dalla cabina di raccolta e per circa 1300 m segue il tracciato di piste locali, per circa 520 m segue il tracciato della SP120, per circa 2150 m percorre la viabilità a servizio di impianti eolici esistenti. Successivamente attraversa la strada comunale "Deliceto - Ascoli Satriano" e segue per circa 500 m la viabilità locale (contrada Piano d'Amendola) fino alla sottostazione di trasformazione.

Laddove il tracciato del cavidotto attraversa corsi d'acqua e linee di impluvio o attraversa a rete dei tratturi, la viabilità esistente o i sottoservizi, le modalità di realizzazione prevedranno la TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), tecnica di posa che garantisce il mantenimento della morfologia e dello stato esteriore dei luoghi.

Il cavidotto MT seguirà le modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17, sarà costituito da cavi unipolari (ad elica visibile) direttamente interrati, ovvero modalità di posa tipo M, ad eccezione degli attraversamenti di opere stradali e o fluviali richieste dagli enti concessionari, per i quali sarà utilizzata una tipologia di posa che prevede i cavi unipolari in tubo interrato, modalità di posa N, mediante l'uso della tecnica con trivellazione orizzontale controllata. La posa verrà eseguita ad una profondità di 1.20 m in uno scavo di profondità 1.30-1.50 m (la seconda profondità è da considerarsi in terreno agricolo) e larghezza alla base variabile in base al numero di conduttori presenti. La sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, sarà la seguente:

- Strato di sabbia di 10 cm;
- Cavi posati a trifoglio di sezione 95, 185, 300, 630 direttamente sullo strato di sabbia;
- Posa della lastra di protezione supplementare;
- Ulteriore strato di sabbia per complessivi 20 cm;
- Posa di tritubo in PEAD del diametro esterno di 50 mm per inserimento di una linea in cavo di telecomunicazione (Fibra Ottica);
- Riempimento con il materiale di risulta dello scavo di 70÷90 cm;
- Nastro segnalatore (a non meno di 20 cm dai cavi);

	<p align="center">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 13 di 69</p>
---	--	---	---

- Riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale ove necessario, secondo le indicazioni riportate nelle concessioni degli enti proprietari.

Lungo tutto lo scavo dei collegamenti tra gli aerogeneratori e tra questi e la cabina di raccolta sarà posata una corda in rame nudo di sezione 50 mm² per la messa a terra dell'impianto.

2.10 Caratteristiche tecniche cavidotto AT

Il collegamento tra la stazione elettrica WIND ENERGY CASTELLUCCIO s.r.l e lo stallo 150 kV "arrivo produttore" della stazione 150/380 kV di Deliceto (FG), sarà realizzato mediante una linea interrata composta da una terna di cavi a 150 kV in alluminio con isolamento in XLPE (ARE4H1H5E 87/150 kV).

Il cavidotto AT di collegamento in una prima parte del tracciato, verrà su percorso in massiccità, secondo le modalità valide per le reti di distribuzione elettrica riportate nella norma CEI 11-17, ovvero modalità di posa tipo "M" con protezione meccanica supplementare. Per la posa del cavidotto si dovrà predisporre uno scavo a sezione ristretta della larghezza di 0.70 m, per una profondità tale che il fondo dello scavo risulti ad una quota di -1.70 m dal piano campagna. Al termine dello scavo si predispongono i vari materiali, partendo dal fondo dello stesso, nel modo seguente:

- disposizione di uno strato di 10 cm di cemento magro a resistività termica controllata 1.2 Km/W;
- posa dei conduttori di energia, secondo le specifiche di progetto;
- posa delle lastre di cemento armato di protezione sui due lati;
- disposizione di uno strato di riempimento per cm 40 di cemento magro a resistività termica controllata;
- posa del tri-tubo in PEAD del diametro di 50 mm per l'inserimento del cavo in fibra ottica;
- copertura con piastra di protezione in cemento armato vibrato prefabbricato secondo le specifiche di progetto;
- rete in PVC arancione per segnalazione delimitazione cantiere;
- riempimento con materiale riveniente dallo scavo opportunamente vagliato per cm 70;
- posa del nastro segnalatore in PVC con indicazione cavi in alta tensione ;
- riempimento con materiale riveniente dallo scavo fino alla quota di progetto;

	<p align="center">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 14 di 69</p>
---	---	---	---

3 IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO

Gli approfondimenti sull'assetto idraulico delle aree in esame saranno svolti con riferimento a tutte le opere elencate al paragrafo precedente e ricadenti all'interno del territorio di competenza dell'AdB Puglia e interferenti con il reticolo idrografico. Non saranno trattati i tratti di strade esistenti che saranno utilizzati esclusivamente per il transito dei mezzi per il trasporto delle strutture degli aerogeneratori su cui 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.

Dalla consultazione degli elaborati grafici (allegato 1 - rif. elab.0.7.2) si può notare la presenza di un diffuso reticolo idrografico nelle aree interessate dal progetto del parco eolico.

A tutt'oggi, non tutte le fasce di pertinenza sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI dell'Autorità di Bacino dell'AdB Puglia; è uso consolidato presso l'Autorità di Bacino della Puglia, intendere "reticolo idrografico" al quale applicare i relativi articoli delle NTA del PAI stesso, tutto quanto rappresentato come tale su cartografia IGM in scala 1:25000.

Si anticipa che al fine di ridurre al minimo le interferenze tra le opere in progetto e i reticoli idrografici che insistono sul territorio, si è ritenuto in prima istanza di dover procedere alla individuazione puntuale dei reticoli, alla definizione dei relativi bacini e delle portate con tempo di ritorno pari a 200 anni nelle sezioni di chiusura.

Da queste informazioni sono state individuate le modalità di attraversamento. Si sottolinea che le interferenze con il reticolo idrografico sono state valutate esclusivamente per le opere di nuova realizzazione consistenti in tratti di strada di nuova realizzazione, piazzole di montaggio aerogeneratori, cavidotto MT di collegamento.

Per i tratti di strada esistenti da adeguare non è stata eseguita alcuna considerazione in quanto non si andranno ad eseguire interventi sulle opere idrauliche già esistenti e non si varierà il regime idraulico attuale.

Di seguito si illustrano le fasi previsti per la redazione dello studio:

- reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000, carta idrogeomorfologica, rilievi aerofotogrammetrici della nuova cartografia CTR 1:5000 della Regione Puglia, ortofoto);
- individuazione e caratterizzazione dei bacini idrografici che abbracciano i rami del reticolo idrografico che interferiscono con le opere di progetto ricadenti all'interno del territorio di competenza dell'AdB Puglia;
- studio della pluviometria con i tempi di ritorno di 200 anni, di riferimento per le condizioni di sicurezza idraulica, tramite procedure di regionalizzazione proprie del progetto VAPI Puglia in modo da determinare il valore delle portate per tempi di ritorno di 200 anni.
- Individuazione delle aree interessate dal transito dei deflussi bicentenari in regime di moto permanente con tempo di ritorno di 200 anni utilizzando il software Hec-Ras.

	<p>STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 15 di 69</p>
---	---	--	--

4 AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA

4.1 Ambito territoriale della AdB

L'intervento in progetto ricade nei comuni di Castelluccio dei Sauri e Deliceto, in provincia di Foggia. I comuni sono inseriti nell'elenco di competenza della AdB della Puglia. Nel presente studio si affronteranno le interferenze del reticolo idrografico con le opere in progetto ed in particolare:

- Aerogeneratori: C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12
- Strade esistenti e di nuova realizzazione
- Collegamento elettrico tra gli aerogeneratori fino alla cabina elettrica di raccolta (cavidotto interno);
- Collegamento elettrico tra cabina di raccolta e stazione elettrica di utenza (cavidotto esterno), comprese opere di allaccio.

4.2 Sintesi delle Norme tecniche di attuazione del PAI dell'AdB Puglia

Le norme Tecniche di attuazione (NTA) del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Puglia N.39 del 30/11/2005. Le Norme Tecniche di Attuazione (NTA), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, dettano norme per le aree di cui ai seguenti articoli:

- Art.6: Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali;
- Art.7: aree ad alta pericolosità idraulica;
- Art.8: aree a media pericolosità idraulica;
- Art.9: aree a bassa pericolosità idraulica;
- Art.10: fasce di pertinenza fluviale (metri 75 in destra e in sinistra idraulica così come definito dal com.3).

Le aree a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.) risultano arealmente individuate nelle "Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico" allegata al PAI, mentre la individuazione delle aree definite "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" (art. 6) e "Fasce di pertinenza fluviale" (art. 10) segue i criteri riportati rispettivamente negli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI.

In merito alle aree "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" l'art. 6 definisce che quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI e le condizioni morfologiche non ne consentono la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m;

Per quanto riguarda le "Fasce di pertinenza fluviale", l'art. 10 definisce che quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato al PAI, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermina all'area golenale, come individuata nell'art. 6, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

Il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI. Attualmente l'Autorità di Bacino della Puglia intende per "reticolo idrografico" tutto quanto rappresentato come tale su cartografia IGM in scala 1:25000. Considerando la vetustà della cartografia IGM in ordine

all'evoluzione morfologica dei siti, sia antropica che naturale, l'individuazione dei reticoli idrografici interessati dalle opere in progetto è stata ottenuta considerando oltre la cartografia IGM 1:25000 anche la carta idrogeomorfologica, la cartografia CTR e le ortofoto della Regione Puglia. Inoltre, le informazioni sono state integrate da sopralluoghi e rilievi in sito per individuare l'effettiva entità dei reticoli idrografici interessati.

4.3 Pericolosità idraulica e geomorfologica delle NTA del PAI

Dalla perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica e geomorfologica del PAI dell'AdB Puglia si evince che parte delle opere in progetto ricadono in aree perimetrate a pericolosità geomorfologica PG1.

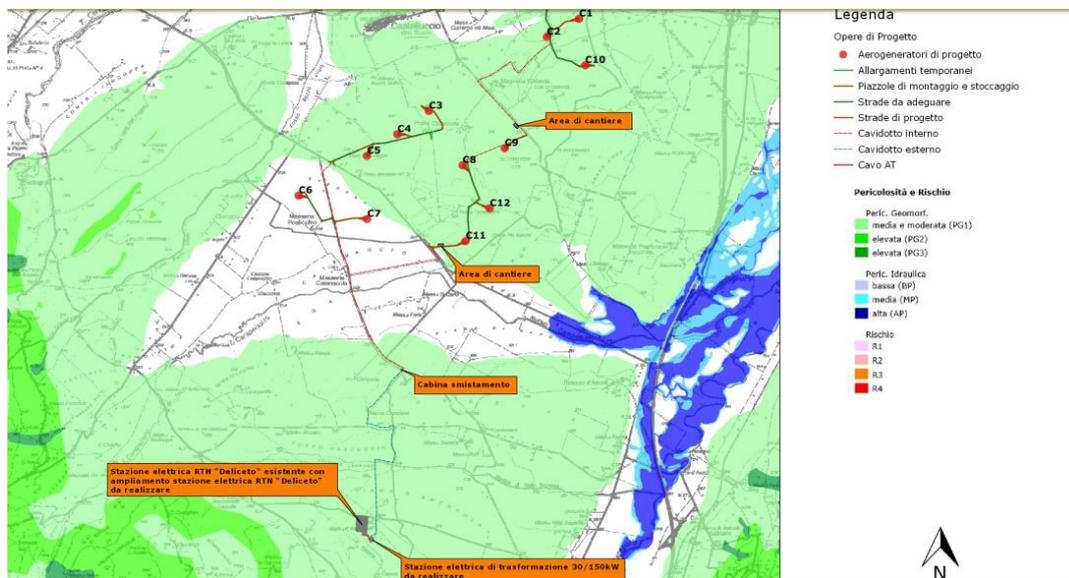


Figura 6 - Inquadramento dell'area di intervento con le aree a pericolosità individuate dal PAI dell'AdB Puglia

4.4 Compatibilità idraulica degli interventi

Le NTA dell'AdB della Puglia, all'art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale", sanciscono che è necessario verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica; il comma 2 dell'art. 10 così recita:

2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino.

L'art. 36 delle NTA definisce la sicurezza idraulica come:

condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.

4.5 Interferenze delle opere con il reticolo idrografico individuato dalla carta IGM 1:25000 , CTR e carta idrogeomorfologica

Alcune delle opere e porzioni di esse previste in progetto interferiscono con alcuni elementi del reticolo idrografico e relative fasce di pertinenza fluviale di cui agli artt. 6 e 10 della NTA del PAI.

Nell'individuazione dei reticoli idrografici si è fatto riferimento alla carta IGM 1:25000 confrontandola con la CTR e carta idrogeomorfologica dell'AdB Puglia. Nella fase d'individuazione delle interferenze delle opere in progetto con

i reticoli idrografici si sono riscontrate delle differenze sostanziali del percorso del reticolo idrografico in prossimità delle interferenze indicate con i nomi I01-I02-I03 che riguardano il tracciato del cavidotto esterno, e in prossimità dell'interferenza denominata I08 e I18 che riguardano il cavidotto interno e una strada da realizzare. Le figure seguenti riportano il percorso del reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 (di colore ciano) e quello rilevato da CTR e carta idrogeomorfologica (di colore blu) sovrapposti su ortofoto; la tavola 0.7.3 riporta la sovrapposizione oltre che su ortofoto anche su IGM.

Dalla sovrapposizione si rileva una sostanziale differenza tra il percorso rinvenuto da carta IGM rispetto a quello rinvenuto carta idrogeomorfologica a causa molto probabilmente di interventi di bonifica eseguiti negli anni. Per eseguire il calcolo delle aree allagabile in regime di moto permanente con Tr 200 anni si è fatto riferimento al reticolo idrografico riportato su carta idrogeomorfologica che riporta molto più fedelmente lo stato dei luoghi. Di seguito è riportato il confronto dei reticoli idrografici rinvenuti da IGM e carta idrogeomorfologica e riportati su ortofoto con individuazione delle interferenze. Per il dettaglio si faccia riferimento all' elaborato GE.CDS01.PD.0.7.3.

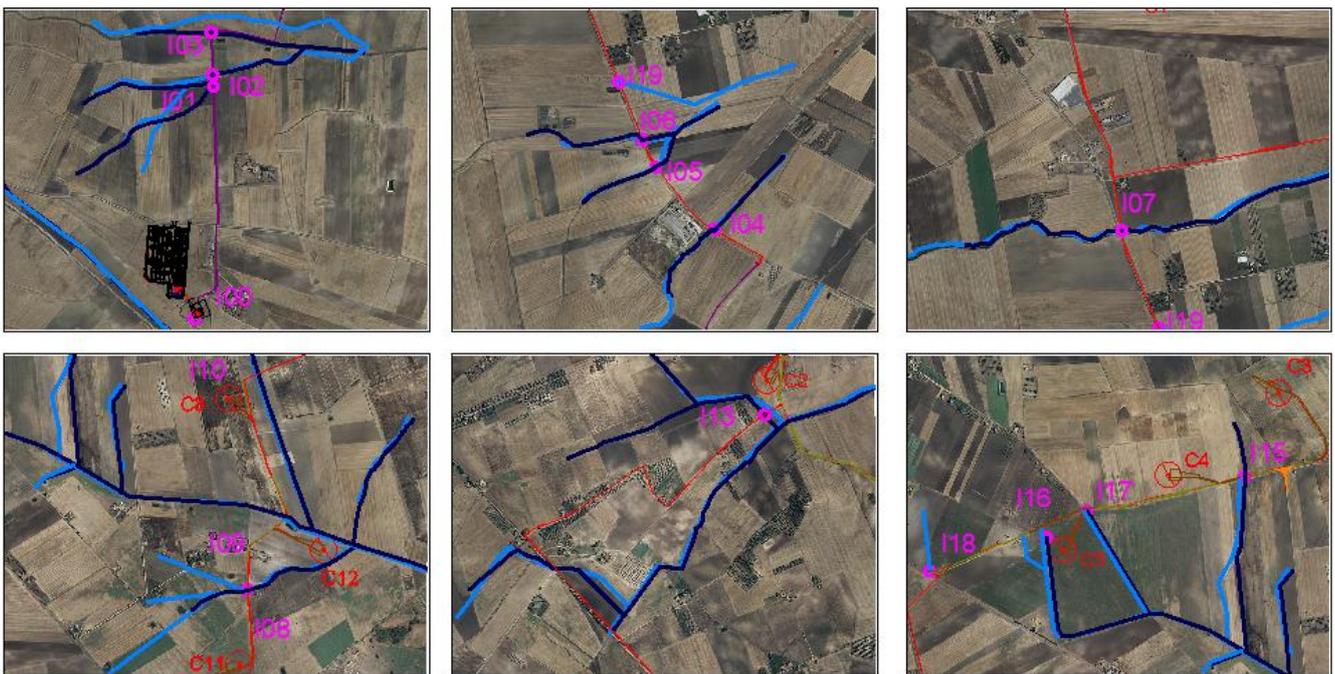


Figura 7 - Confronto tra reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM, CTR e carta idrogeomorfologica

5 INTERFERENZE DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO ESISTENTE

5.1 Interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico individuato dalla carta IGM 1:25000

Alcune delle opere e porzioni di esse, previste nel progetto in esame, interferiscono con alcuni elementi del reticolo idrografico e relative fasce di pertinenza fluviale di cui agli artt. 6 e 10 della NTA del PAI.

L'allegato 1 (rif. elab. 0.7.2) mostra il layout della opere in progetto su carta IGM in scala 1:25.000 e l'individuazione dei reticoli idrografici interferenti con le opere di progetto; l'allegato 3 (rif. elab. 0.7.4) mostra il layout di progetto su carta IGM in scala 1:25.000 con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM così come definiti dagli artt. 6 e 10 delle N.T.A. del P.A.I. dell'AdB Puglia.

Di seguito sono descritte le interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico ricadenti all'interno del territorio di competenza dell'AdB Puglia.

5.2 Interferenza degli Aerogeneratori

Gli aerogeneratori C2, C5, C8 e C12 interessano la fascia di pertinenza fluviale così come definita dagli artt. 6 e 10 delle N.T.A. del P.A.I dell'Adb Puglia di alcuni reticoli idrografici esistenti.

Di seguito sono riportate in tabella le coordinate degli aerogeneratori di progetto nel sistema UTM-WGS84.

Tabella 1- Coordinate e tipologia degli aerogeneratori

ID WTG Wind Farm	UTM WGS84 Long. Est [m]	UTM WGS 84 Lat. Nord [m]	Altitudine s.l.m. [m]	Modello aerogeneratore considerato nella simulazione	Potenza [KW]	Altezza al mozzo s.l.t. [m]
C01	543680	4572790	189,4	SENVION M140	3600	110
C02	543071	4572444	190,0	SENVION M140	3600	110
C03	540854	4571043	260,0	SENVION M140	3600	110
C04	540260	4570602	229,7	SENVION M140	3600	110
C05	539688	4570193	210,0	SENVION M140	3600	110
C06	538402	4569440	225,0	SENVION M140	3600	110
C07	539693	4568996	215,8	SENVION M140	3600	110
C08	541485	4570014	209,9	SENVION M140	3600	110
C09	542279	4570339	230,3	SENVION M140	3600	110
C10	543792	4571909	210,6	SENVION M140	3600	110
C11	541543	4568579	196,7	SENVION M140	3600	110
C12	541999	4569196	190,0	SENVION M140	3600	110

5.3 Interferenze della viabilità a servizio del parco eolico

L'impianto è servito in parte da nuova viabilità e in parte da viabilità esistente. La nuova viabilità da realizzare non interseca mai il reticolo idrografico, mentre la viabilità esistente, percorsa dal tracciato dei caviodotti, interseca il reticolo idrografico nei punti di interferenza indicati come **I08, I09, I14 e I15**. Per gli alvei fluviali in modellamento

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 19 di 69
---	---	---	---

attivo e le relative fasce di pertinenza su cui gravano le interferenze sono state condotte verifiche idrauliche in modo da accertarsi della compatibilità dell'opera in progetto.

Per quanto riguarda la viabilità esistente interessata esclusivamente dal transito dei mezzi e sui cui si prevedono solo puntuali interventi di sistemazione del piano viario, non è stata eseguita alcuna verifica idraulica.

5.4 Interferenze della linea elettrica MT

In fase di progettazione, per la linea elettrica MT per il collegamento degli aerogeneratori alla stazione di trasformazione, si è tenuto in debito conto delle fasce di rispetto fluviale pervenendo alla individuazione di un tracciato della linea MT che interferisce il meno possibile con il reticolo idrografico esistente. Tuttavia, è inevitabile che opere che hanno un esteso sviluppo lineare, quali le linee elettriche interrato, non intersechino in alcun punto il reticolo idrografico. Gli elaborati 0.7.2 e 0.7.5 mostrano le interferenze del cavidotto con il reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM 1:25000.

Gli attraversamenti del cavidotto sul reticolo idrografico verranno eseguiti sempre in TOC prevedendo i punti di infissione del cavo all'esterno della fascia di pertinenza fluviale.

Lungo le sezioni ove il cavidotto segue parallelamente le linee di impluvio essi verranno messi in opera sempre all'esterno delle aree allagabili in modo da assicurare la sicurezza nei confronti di fenomeni di esondazione.

Le tabella seguente riportata le interferenze con il reticolo idrografico e le aree di tutela interessate.

Tabella 2 - Tabella inerente l'individuazione e la tipologia di interferenze

CODICE Interferenza/ attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	AdB interessata e area di tutela interessata
I00	Reticolo idrografico denominato "La Manara" rinvenuto da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000.	La Manara	Stazione di trasformazione	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I01	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000. Ai fini dello studio idraulico si è fatto riferimento al tracciato riportato sulla carta idrogeomorfologica in quanto rispondente allo stato dei luoghi (rif. elab. 0.7.7)	Linea di impluvio	Cavidotto esterno MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I02	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000. Ai fini dello studio idraulico si è fatto riferimento al tracciato riportato sulla carta idrogeomorfologica in quanto rispondente allo stato dei luoghi (rif. elab. 0.7.7)	Canale	Cavidotto esterno MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I03	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000. Ai fini dello studio idraulico si è fatto riferimento al tracciato riportato sulla carta idrogeomorfologica in quanto	Vallone Legnano	Cavidotto esterno MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

CODICE Interferenza/ attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	AdB interessata e area di tutela interessata
	rispondente allo stato dei luoghi (rif. elab. 0.7.7)			
I04	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000. (rif. elab. 0.7.7)	Canale	Cavidotto esterno MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I05	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Canale	Cavidotto esterno MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I06	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Canale	Cavidotto esterno MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I07	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Canale	Cavidotto esterno MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I08	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Canale	Cavidotto interno MT, strada esistente da adeguare e aerogeneratore C12 interno all'alveo in modellamento attivo	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I09	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Canale	Cavidotto interno MT, strada esistente da adeguare e aerogeneratore C12 interno all'alveo in modellamento attivo	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I10	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 Ai fini dello studio idraulico si è fatto riferimento al tracciato riportato sulla carta idrogeomorfologica in quanto rispondente allo stato dei luoghi (rif. elab. 0.7.7)	Linea di impluvio	Cavidotto interno MT e una porzione della piazzola di stoccaggio dell'aerogeneratore C8 ricade nella fascia di pertinenza fluviale	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I11	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Capofosso	Cavidotto interno MT	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

CODICE Interferenza/ attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	AdB interessata e area di tutela interessata
I12	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Linea di impluvio	Cavidotto interno MT,	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I13	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Linea di impluvio	Cavidotto interno MT, inoltre, la fondazione dell'aerogeneratore C2, una porzione della piazzola di montaggio e una porzione della piazzola di stoccaggio ricadono nella fascia di pertinenza fluviale	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I14	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Canale	Cavidotto interno MT e strada da adeguare	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I15	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Linea di impluvio	Cavidotto interno MT e strada esistente da adeguare	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I16	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Capofosso	Strada da realizzare	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I17	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Capofosso	Strada da realizzare	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I18	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Impluvio	Cavidotto e allargamento stradale da realizzare	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I19	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000 (rif. elab. 0.7.7)	Capofosso	Cavidotto interno	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

6 BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

6.1 Inquadramento generale dell'assetto dell'area

L'impianto eolico ricade nel bacino del torrente Cervaro.

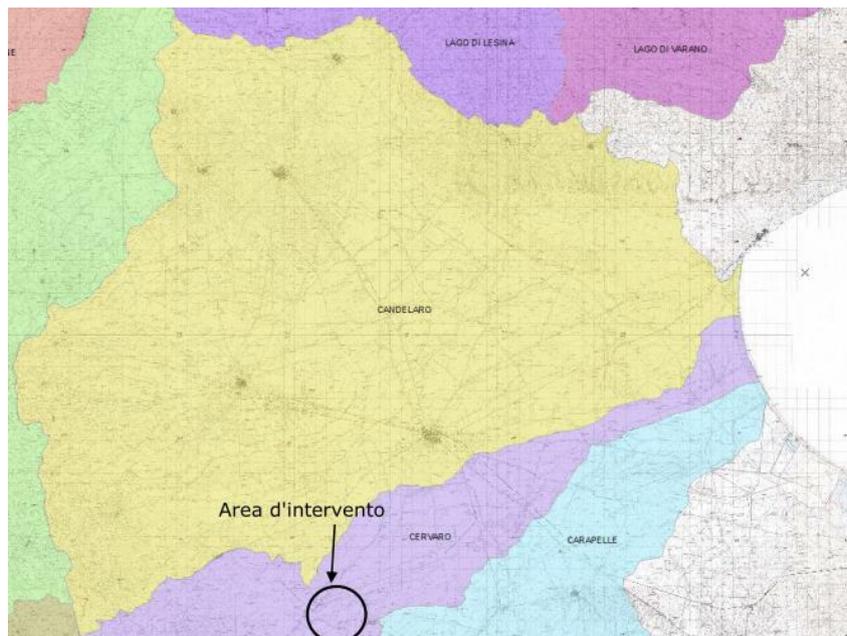


Figura 8 - Individuazione dell'area d'impianto con individuazione del bacino del Torrente Cervaro

6.2 Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici

A partire da un ampio territorio, si sono delimitati i bacini di studio, in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che possa avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste.

La figura 10 mostra i bacini idrografici individuati ed aventi la medesima numerazione dei punti di interferenza ricadenti all'interno del territorio di competenza dell'AdB Puglia per i quali si sono determinate le portate per un $T_r=200$ anni (Allegato 2 -rif.elab. 0.7.3). Si precisa che i bacini sono stati definiti per tutti quei reticoli idrografici sui quali gravano le interferenze e per le quali ai fini della sicurezza si necessita di una verifica idraulica.

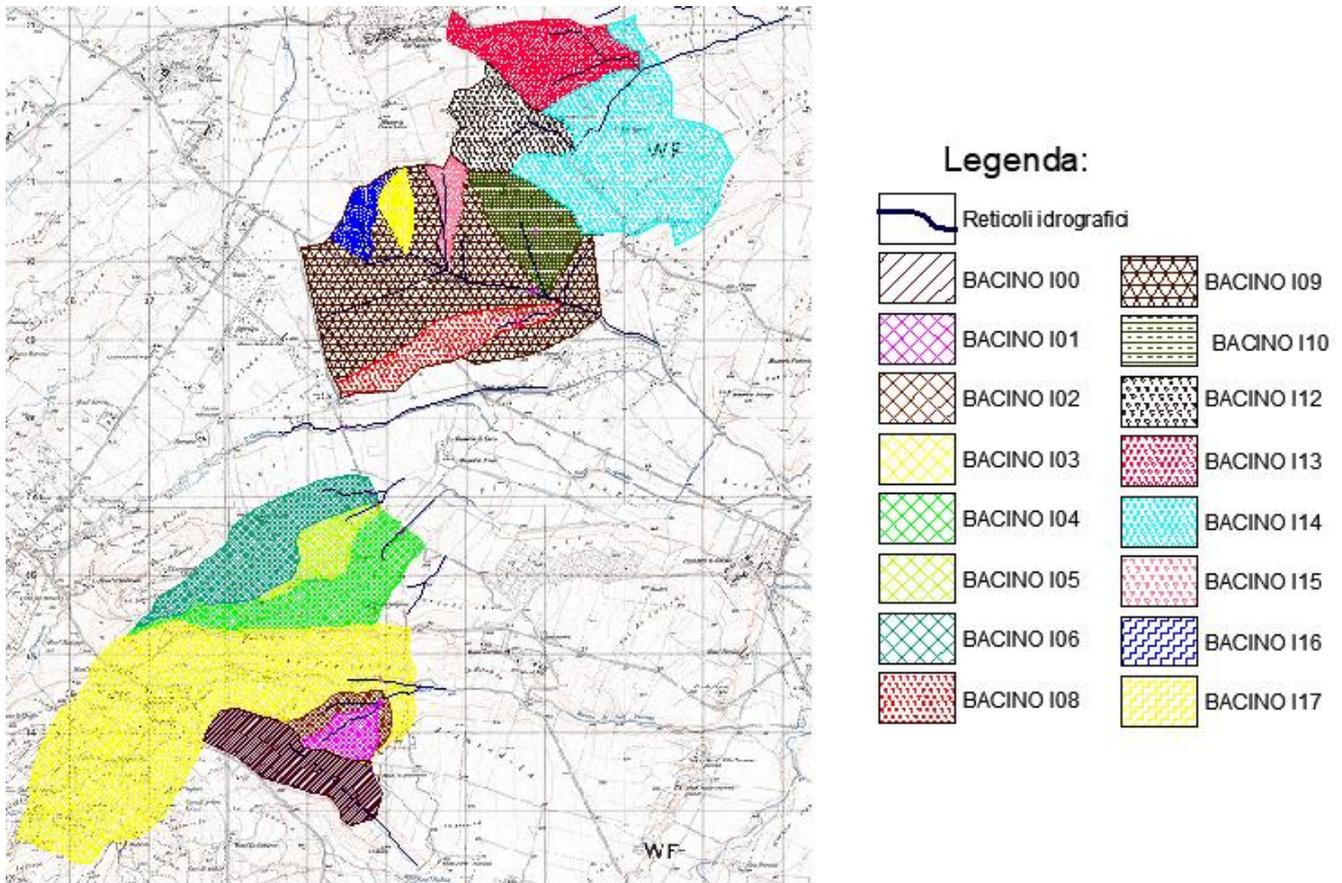


Figura 9 - Inquadramento dei bacini idrografici sottesi ai punti di interferenza su carta IGM 1:25000

Le caratteristiche fisiografiche dei bacini così definiti (nell'ordine: superficie, pendenza media dei versanti, quota minima, massima e media s.l.m., lunghezza totale dell'asta alla cresta spartiacque) sono riportate nelle tabelle a seguire .

6.3 Caratteristiche dei bacini idrografici

Tabella 3 - Parametri geomorfologici del bacino I00.

Bacino idrografico I00		
Superficie	1.3847	Kmq
Quota max	352	m
Quota sez. chiusura	261	m
Quota media	306.5	m
Lunghezza asta principale	1420	m
Dislivello	91	m
Pendenza media	0.08	

Tabella 4: – Parametri geomorfologici del bacino I01.

Bacino idrografico I01		
Superficie	0.29	Kmq
Quota max	321.20	m
Quota sez. chiusura	260.30	m
Quota media	290.75	m
Lunghezza asta principale	960	m
Dislivello	60.90	m
Pendenza media	0.06	

Tabella 5: - Parametri geomorfologici del bacino I02.

Bacino idrografico I02		
Superficie	0.81	Kmq
Quota max	321.20	m
Quota sez. chiusura	252.50	m
Quota media	286.85	m
Lunghezza asta principale	1236	m
Dislivello	68.70	m
Pendenza media	0.06	

Tabella 6: – Parametri geomorfologici del bacino I03.

Bacino idrografico I03		
Superficie	8.26	Kmq
Quota max	691.40	m
Quota sez. chiusura	243.90	m
Quota media	467.65	m
Lunghezza asta principale	5830	m
Dislivello	447.50	m
Pendenza media	0.08	

Tabella 7 - Parametri geomorfologici del bacino I04.

Bacino idrografico I04		
Superficie	1.88	Kmq
Quota max	431.30	m
Quota sez. chiusura	228.60	m
Quota media	545.6	m
Lunghezza asta principale	3950	m
Dislivello	202.70	m
Pendenza media	0.05	

Tabella 8 - Parametri geomorfologici del bacino I05.

Bacino idrografico I05		
Superficie	0.63	Kmq
Quota max	370	m
Quota sez. chiusura	228	m
Quota media	299	m
Lunghezza asta principale	1982	m
Dislivello	142	m
Pendenza media	0.07	

Tabella 9 - Parametri geomorfologici del bacino I06

Bacino idrografico I06		
Superficie	1.8	Kmq
Quota max	431.30	m
Quota sez. chiusura	226	m
Quota media	328.65	m
Lunghezza asta principale	3771	m
Dislivello	205.30	m
Pendenza media	0.05	

Tabella 10 - Parametri geomorfologici del bacino I08

Bacino idrografico I08		
Superficie	1.047	Kmq
Quota max	229	m
Quota sez. chiusura	189.90	m
Quota media	209.45	m
Lunghezza asta principale	979.76	m
Dislivello	39.1	m
Pendenza media	0.04	

Tabella 11 - Parametri geomorfologici del Bacino I09

Bacino idrografico1 per I09		
Superficie	5.33	Kmq
Quota max	283.7	m
Quota sez. chiusura	185.2	m
Quota media	209.1	m
Lunghezza asta principale	3230	m
Dislivello	47.76	m
Pendenza media	0.015	

Tabella 12 - Parametri geomorfologici del bacino I10

Bacino idrografico I10		
Superficie	1.18	Kmq
Quota max	256	m
Quota sez. chiusura	189.6	m
Quota media	222.8	m
Lunghezza asta principale	1000	m
Dislivello	66.40	m
Pendenza media	0.066	

Tabella 13 - Parametri geomorfologici bacino I12

Bacino idrografico I12		
Superficie	1.27	Kmq
Quota max	269	m
Quota sez. chiusura	204	m
Quota media	236.5	m
Lunghezza asta principale	1037.05	m
Dislivello	35	m
Pendenza media	0.06	

Tabella 14 - Parametri geomorfologici bacino I13

Bacino idrografico I13		
Superficie	1.65	Kmq
Quota max	262.6	m
Quota sez. chiusura	182.4	m
Quota media	222.5	m
Lunghezza asta principale	1397	m
Dislivello	80.2	m
Pendenza media	0.06	

Tabella 15 - Parametri geomorfologici bacino I14

Bacino idrografico I14		
Superficie	3.876	Kmq
Quota max	258	m
Quota sez. chiusura	177.3	m
Quota media	217.65	m
Lunghezza asta principale	1850	m
Dislivello	80.7	m
Pendenza media	0.043	

Tabella 16 - Parametri geomorfologici del bacino I15

Bacino idrografico I15		
Superficie	0.369	Kmq
Quota max	287	m
Quota sez. chiusura	204	m
Quota media	245.5	m
Lunghezza asta principale	1251	m
Dislivello	83	m
Pendenza media	0.066	

Tabella 17 - Parametri geomorfologici del bacino I16

Bacino idrografico I16		
Superficie	0.387	Kmq
Quota max	287	m
Quota sez. chiusura	212	m
Quota media	249.5	m
Lunghezza asta principale	547	m
Dislivello	75	m
Pendenza media	0.137	

Tabella18 - Parametri geomorfologici del bacino I17

Bacino idrografico I17		
Superficie	0.2976	Kmq
Quota max	287	m
Quota sez. chiusura	233	m
Quota media	260	m
Lunghezza asta principale	652	m
Dislivello	54	m
Pendenza media	0.083	

6.4 Caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche delle aree di intervento e dei bacini idrografici

L'area in esame è compresa nei Fogli 174 "ARIANO IRPINO" e 175 "CERIGNOLA" della Carta Geologica d'Italia (vedi *allegato n. 2*), nel settore meridionale dei Monti della Daunia, in Località Posta Cisternola - Cisterna - Sterparo, in agro del Comune di Castellucci dei Sauri (FG) e in Località Catenaccio – Risega – Portolicchio – Pozzo Pascuccio – Le Tagliate - Posta dei Monaci – Masseriola - Piano D'Amendola, in agro del Comune di Deliceto (FG). I fogli IGM in scala 1:25.000 interessati sono F° 174 I N.E.– F° 174 I S.E. - F° 175 IV S.O.

L'area presa in esame è interessata, per la maggior parte, dall'affioramento delle alluvioni terrazzate (**Qt3**), dei conglomerati poligenici (**Qc1**) e delle argille grigio-azzurre (**PQa**). Subordinatamente emergono depositi dei conglomerati (**Pp**), sabbie (**Ps**) e alluvioni recenti e attuali (**Q**). Le alluvioni recenti e attuali (**Q**) occupano

prevalentemente l'alveo e i fianchi del T. Cervaro, T. Carapelle e T. Carapellotto e dei Canali Fosso Valle del Forno e Fosso Pozzo Vitolo. Sono formati in generale da ciottolame arrotondato, eterometrico e poligenico. I depositi alluvionali terrazzati (**Qt3**), abbastanza diffusi nel settore settentrionale dell'area studiata, individuano il cosiddetto "materasso alluvionale della Capitanata". I conglomerati poligenici (**Qc1**), ad elementi di medie e grandi dimensioni a volte cementati, con intercalazioni di sabbie e arenarie, riguardano il settore meridionale e un piccolo lembo situato al centro dell'area. Le argille grigio-azzurre (**PQa**), con giacitura generalmente orizzontale, assai diffuse a quote più basse, rispetto ai conglomerati e le sabbie, occupano la zona centrale. I depositi conglomeratici di base (**Pp**) si rinvengono al di sotto delle argille grigio-azzurre Preappennine. Si tratta di depositi, poligenici, fortemente cementati con ciottoli costituiti in prevalenza da elementi arenaci e di calcari marnosi ed a volte da ciottoli di rocce eruttive. Sopra i conglomerati si rinvengono depositi sabbiosi (**Ps**) di colore giallo bruno con lenti ciottolose localmente fossilifere e saltuariamente con livelli di argille grigie. Essi mostrano giacitura suborizzontale con lieve pendenza verso Est ed il loro spessore varia da luogo a luogo.

La *tettonica generale*, piuttosto articolata, è caratterizzata dalla presenza di pieghe, pieghefaglie e faglie trascorrenti (stile appenninico) a vergenza NE. Tale stile influenza notevolmente la rete idrografica superficiale, fenomeno evidenziato dall'allineamento delle valli principali secondo i motivi tettonici preminenti. Le formazioni geologiche che compongono la struttura del settore della Catena Preappenninica sono riferibili a terreni formatosi, credibilmente, tra l'Oligocene ed il Miocene superiore, sui quali sono poggiati i sedimenti clastici (trasgressivi) plio-pleistocenici dell'avanfossa. Tali formazioni sono state interessate da fasi tettoniche, ascrivibili al Miocene e al Pliocene, che hanno determinato strutture complesse caratterizzate dalla presenza da estese monoclinali fagliate, complicate da pieghe di varie dimensioni, da anticlinali e sinclinali, con rapporti di sovrapposizione e contatti, sia stratigrafici sia tettonici, diversi e variabili da zona a zona.

Dal punto di vista *geomorfologico generale* l'area si trova nella fascia, di medio-bassa collina, di raccordo tra i rilievi appenninici e la vasta pianura del Tavoliere tra i rilievi collinari a NE di Deliceto e a S-SE di Castelluccio dei Sauri, sulle pendici dei Monti della Daunia, ai margini orientali dell'Appennino meridionale. La morfologia dei luoghi è tipica delle aree collinari caratterizzate da sagome dolci, in relazione alla natura prevalentemente argillosa dei terreni (con litologia facilmente erodibile), associate a forme più aspre in corrispondenza dei rilievi formati da formazioni più resistenti (arenarie, calcari e brecce), in relazione alla natura dei terreni e alle azioni subite dagli agenti geodinamici, primo fra tutti quello tettonico. In dettaglio la zona in oggetto è contraddistinta dalla presenza di una serie di dorsali, allungate in direzione all'incirca SSO-NNE interessate dall'azione erosiva di alcuni corsi d'acqua, facenti parte del bacino idrografico del T. Carapellotto e del Vallone Legnano, e dei Canali Fosso Valle del Forno e Fosso Pozzo Vitolo, affluenti di sinistra del T. Carapelle.

I corsi d'acqua, attivi soprattutto nella stagione invernale, presentano un profilo delle valli a forma di "V" ampia, dai fianchi alti e poco inclinati. Le quote più alte sono dell'ordine di 500 m, rispetto ai fondo valle ove queste si aggirano intorno a 200 m s.l.m., con pendenze tra i 5° e i 15°, con quote comprese tra i 500 m ed i 200 m s.l.m..

Dal punto di vista **Idrologico** la zona è incisa dal T. Carapellotto e dal Vallone Legnano, e dai canali Fosso Valle del Forno e Fosso Pozzo Vitolo, corsi d'acqua facenti parte del bacino idrografico del T. Carapelle e da una serie di tributari minori (fossi e canali), dal profilo a forma di "V" ampia, dai fianchi alti e poco inclinati, solitamente attivi soprattutto nella stagione invernale. Le alluvioni recenti e attuali (Q), i depositi fluviali terrazzati (Qt3), i conglomerati (Qc1) e le sabbie (Ps) presentano solitamente una discreta permeabilità per porosità. Considerato che questi terreni

	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 29 di 69</p>
---	---	---	---

poggiano in generale sulle sottostanti argille marnose (PQa), praticamente impermeabili, si ha la formazione di falde acquifere e sorgenti di emergenza o di sbarramento sparse un po' ovunque. Le falde più superficiali si possono rinvenire a profondità variabili da – 3.00 metri dal p.c. fino a profondità superiori a – 22.00 metri dal p.c.. Nell'area dell'impianto in progetto non esistono zone interessate da rischio idraulico, così come è rilevabile, anche dalla cartografia del *Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) dell'AdB della Puglia*.

6.5 Inquadramento PAI e stabilità dell'area

Stando alla cartografia del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) dell'AdB Puglia, le opere in progetto, rientrano in un'area classificata come "PG1" ossia "aree a Pericolosità Geomorfologica Media e Moderata". Morfologicamente, buona parte dell'Area Parco e dell'Area Cavidotto in Progetto attraversano aree più ondulate tipiche delle aree collinari caratterizzate da sagome dolci, con blande ondulazione e con pendenze variabili dai 5° ai 15°, in relazione alla natura dei terreni e alle azioni subite dagli agenti geodinamici, primo fra tutti quello tettonico. Si presentano ampiamente pianeggianti e piatte, con inclinazione di 1°- 3° verso E-SE. Mentre, morfologicamente, l'Area Sottostazione e l'Area Cabina di Consegna si presentano ampiamente pianeggianti e piatte, con inclinazione di 1°- 3° verso E-SE. Pur tuttavia, i rilievi geologici di superficie non hanno evidenziato segni morfologici e fenomeni di erosione e scalzamento dei fianchi degli alvei, tanto da poter parlare di una marcata stabilità generale dell'area, così come anche l'omogeneità geolitologica dei terreni affioranti né è una garanzia. In ultima analisi, quindi, l'opera in progetto non determina turbativa all'assetto idrogeologico del suolo, né condiziona la stabilità del versante.

Solo alcuni interventi ricadono in aree a Vincolo Idrogeologico ai sensi del RDL 3267/1923, nello specifico alcuni tratti del cavidotto interrato su viabilità esistente costeggiano aree a Vincolo Idrogeologico, interessando solo marginalmente tale ambito, ubicate in agro del Comune di Deliceto. Pur tuttavia, i rilievi geologici di superficie non hanno evidenziato segni morfologici e fenomeni di erosione e scalzamento dei fianchi degli alvei, tanto da poter parlare di una marcata stabilità generale dell'area, così come anche l'omogeneità geolitologica dei terreni affioranti né è una garanzia. Inoltre, i movimenti di terra che interessano le aree indicate corrispondono alle opere di scavo necessarie alla posa in opera del cavidotto, previsto su strade esistenti, e successivo reinterro con lo stesso materiale precedentemente scavato, risultano estremamente contenuti, senza aggravio dei carichi in superficie né tantomeno modifica della morfologia e relativo deflusso superficiale e profondo delle acque.

In ultima analisi, quindi, da quanto descritto in precedenza sulle condizioni geomorfologiche e geolitologiche e idrogeologiche delle aree di intervento e sulla stabilità delle aree stesse, si può asserire che gli interventi, così come previsti e descritti negli elaborati di progetto, non comporteranno turbativa all'assetto idrogeologico del suolo, né condizioneranno la stabilità del versante.

6.6 Piano di tutele delle acque

Il Piano di Tutela delle Acque, approvato con DCR 230/2009, modifica ed integra il Progetto di Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia adottato con con Delibera di Giunta Regionale n. 883/07 del 19 giugno 2007 pubblicata sul B.U.R.P. n. 102 del 18 Luglio 2007. Lo strumento del Piano di Tutela delle Acque è individuato dalla Parte Terza, Sezione II del D.Lgs. 152/2006 recante norme in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, come strumento prioritario per il raggiungimento e il mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale per i corpi idrici

significativi superficiali e sotterranei e degli obiettivi di qualità per specifica destinazione, nonché della tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico. Nell'ambito della redazione del Piano di Tutela delle acque è stato condotto uno studio con la finalità di individuare, in determinate porzioni del territorio regionale, specifiche aree caratterizzate dalla coesistenza di condizioni morfostrutturali e idrogeologiche, di particolare vulnerabilità, meritevoli di tutela perché di strategica valenza per l'alimentazione dei corpi idrici sotterranei. La sintesi cartografica di questa fase di analisi è riportata nella TAV. A allegata al Piano di Tutela, ovviamente completa di tutte e quattro le tipologie di zonizzazione A,B,C e D (zone di protezione speciale idrogeologica) per le quali il Piano propone strumenti e misure di salvaguardia. Come si evince dalla figura seguente, le opere di progetto sono esterne alle zone di protezione speciale idrogeologica individuate dal Piano Tutela della Acque.

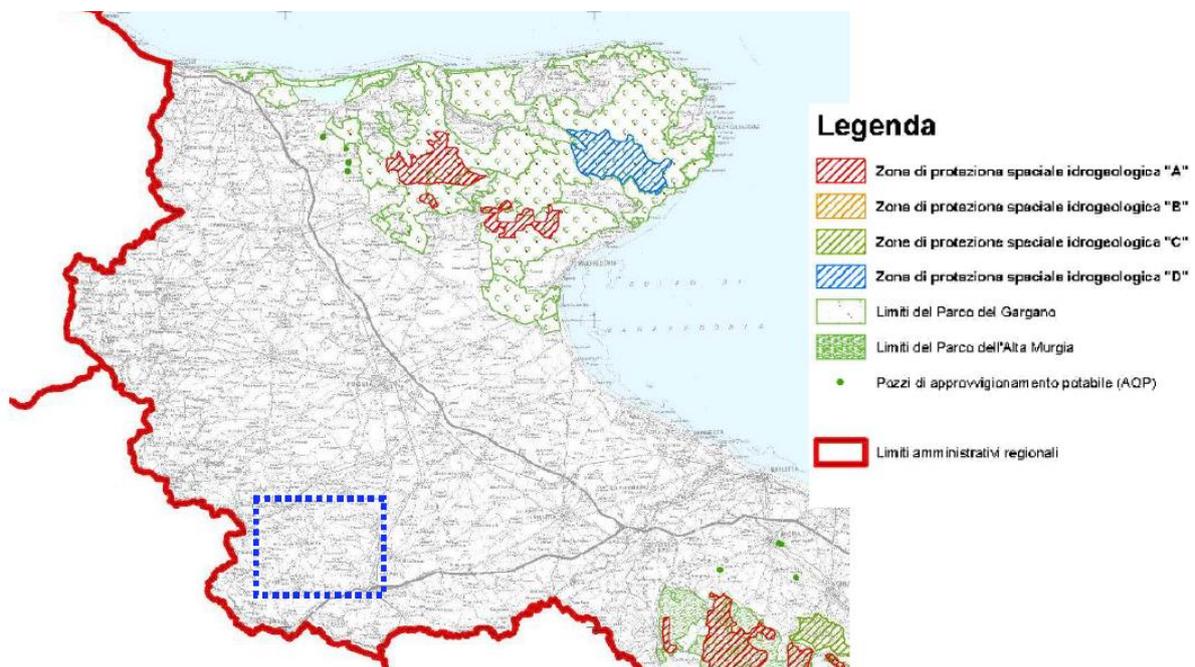


Figura 10 – Zone di protezione speciale idrogeologica individuate nel Piano Tutela delle Acque – Nel riquadro blu l'area di intervento

	<p>STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 31 di 69</p>
---	---	--	--

7 STUDIO IDROLOGICO

7.1 Generalità VAPI Puglia

Effettuato lo studio morfologico, la metodologia da utilizzare per le analisi idrologiche deve essere individuata in base alle peculiarità del bacino e del reticolo idrografico che lo drena. L'analisi idrologica ha come obiettivo la valutazione delle portate di piena e dei relativi volumi che, per prefissati tempi di ritorno, interessano il bacino idrografico e, di conseguenza, il territorio e tutti gli elementi vulnerabili in esso presenti.

In congruenza con le finalità dello studio, si deve fare riferimento ad eventi con tempi di ritorno di 200 anni, attraverso i quali si stabiliscono le condizioni di sicurezza idraulica. Il D.P.C.M. 29.09.1998, in materia di difesa del suolo, stabilisce che *"Ove possibile è consigliabile che si traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, dalle elaborazioni eseguite dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, oppure dai rapporti tecnici del progetto Va. Pi. messo a disposizione dal G.N.D.C.I. - C.N.R."*.

Il progetto VAPI sulla valutazione delle piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, si prefigge l'obiettivo di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali. Scopo di tale rapporto è quello di fornire uno strumento ed una guida ai ricercatori ed ai tecnici operanti sul territorio, per comprendere i fenomeni coinvolti nella produzione delle portate di piena naturali e per effettuare previsioni sui valori futuri delle piene in una sezione di un bacino naturale con il minimo possibile di incertezza. La metodologia propria del progetto Va.Pi. effettua la regionalizzazione delle piogge su sei zone omogenee, in cui è stata suddivisa la Puglia, con formulazioni diverse per ognuna di esse.

Il presente studio idrologico è stato condotto rifacendosi alle procedure individuate dal Gruppo Nazionale Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per la *"Valutazione delle Piene in Puglia"* (a cura di Vito Antonio Copertino e Mauro Fiorentino, 1994), nel seguito, denominato **"VAPI Puglia"**, che, nella sua stesura originaria, era concentrato al territorio a nord del fiume Ofanto e che, in fase successiva, è stato allargato all'intero territorio regionale nell'ambito degli studi per l'**Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale** (a cura del Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica del Politecnico di Bari, 2001). La procedura adottata e i calcoli effettuati sono ampiamente descritti nei paragrafi successivi. Per quanto concerne, invece, la valutazione dei deflussi naturali del corso d'acqua in esame si è fatto ricorso all'analisi comparata dei risultati derivati dall'applicazione di alcuni modelli di trasformazione afflussi-deflussi. In particolare si sono utilizzate i risultati rivenienti dall'applicazione a scala regionale di due diversi approcci che si sono sinteticamente definiti con il nome di modello empirico e modello razionale e le cui peculiarità e limiti di applicabilità saranno dettagliatamente illustrati nel seguito.

I valori derivati dall'applicazione delle due metodologie su descritte sono stati successivamente confrontati con i risultati ottenuti dall'applicazione di formule semplificate basate sulla stima, di carattere geomorfologico, dei tempi di concentrazione propri del bacino.

7.2 Analisi idrologica VAPI Puglia

L'analisi idrologica dell'area in oggetto è stata condotta utilizzando il metodo VAPI elaborato dal Gruppo Nazionale Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per

	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 32 di 69</p>
---	---	---	---

l'Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale (a cura del Dipartimento di Ingegneria delle Acque del Politecnico di Bari, 2001).

I valori dei tempi di ritorno (**TR**) utilizzati per la definizione delle curve di possibilità climatica e, di conseguenza, per la stima degli eventi di piena sono 5, 10, 25, 50, 100, 200 e 500 anni.

7.3 Analisi regionale delle piogge in Puglia

L'approccio più moderno per lo studio degli eventi estremi in idrologia viene condotto con un insieme di procedure atte a trasferire l'informazione idrologica, è noto come "*analisi regionale*".

Alla base di un modello di regionalizzazione vi è la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico, che spiega la distribuzione della variabile idrologica di interesse nello spazio e nel dominio di frequenza statistica.

La scelta del tipo di modello richiede la conoscenza di alcuni aspetti fondamentali legati alle risorse dedicabili allo studio, alla qualità dell'informazione disponibile e alla precisione richiesta dai risultati. Pertanto, la struttura del modello richiede la costruzione del risolutore numerico e un'attenta identificazione dei parametri di taratura.

Numerosi studi sono stati condotti in Inghilterra, negli Stati Uniti ed in Italia su questi modelli a più parametri, noti in letteratura con gli acronimi GEV (Jenkinson, 1955), Wakeby (Houghton 1978) e TCEV (Rossi e Versace, 1982; Rossi et al. 1984).

Quest'ultima sigla deriva dall'espressione inglese *Two Component Extreme Value*, che rappresenta la distribuzione di probabilità corrispondente ad un certo evento estremo, sia che provenga dalla distribuzione statistica di eventi ordinari sia che provenga da quella degli eventi straordinari. A tal fine occorre sottolineare che la principale fonte di incertezza deriva proprio dagli eventi estremamente intensi che hanno caratteristiche di rarità in ogni sito e aleatorietà per quel che riguarda il sito ove potranno verificarsi nel futuro. Ciò implica che, se in un punto eventi straordinari di un certo tipo non si siano verificati storicamente, questo non è garanzia di sicurezza sulla loro non occorrenza nel futuro.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei parametri del modello probabilistico utilizzato, in modo da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero di stazioni della rete di misura. In seguito, dopo una breve indicazione circa i dati disponibili per lo studio, si procede a fornire i risultati delle varie fasi della procedura di regionalizzazione del territorio pugliese settentrionale, territorio nel quale ricade il bacino oggetto di studio. I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del compartimento di Bari del S.I.I., le cui stazioni formano la rete di misura delle precipitazioni su tutto il territorio regionale con un'elevata densità territoriale. Le osservazioni pluviometriche, utilizzate per la regionalizzazione, interessano il periodo dal 1940 al 2000 in tutte le stazioni di studio, con almeno quindici anni di misure, dei massimi annuali delle precipitazioni giornaliere ed orarie. Le serie sono variabili da un minimo di 19 ad un massimo di 47 dati per un numero totale di stazioni pari a 66, tutte appartenenti alla Puglia centromeridionale.

Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere, è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa variabile segua la legge di Poisson. Il modello proposto ammette che le due componenti,

quella straordinaria e ordinaria, appartengano a popolazioni diverse, anche se è ammessa la loro interferenza attraverso un processo poissoniano.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, quindi risultano costanti i due parametri θ^* e Λ^* ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro Λ_1 che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento.

La preventiva suddivisione dell'area di studio in zone e sottozone omogenee è stata effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere, di cui si dispone del maggior numero di informazioni. La procedura prevede che si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali possano ritenersi costanti i valori dei parametri θ^* e Λ^* . Questi parametri non possono essere stimati da un numero ristretto di serie di dati, per cui l'analisi parte dalla possibilità di considerare le 66 stazioni come appartenenti ad un'unica zona al primo livello. I risultati ottenuti dall'analisi del I° livello e II° livello di regionalizzazione sono stati ricavati con riferimento ad un'ipotesi di invarianza dei parametri θ^* e Λ^* .

L'analisi del primo livello suggerisce la presenza di un'unica zona omogenea comprensiva di tutte le stazioni della regione. Analogamente alla procedura operata al primo livello di regionalizzazione, la successiva verifica dell'ipotesi di un'unica zona omogenea è stata effettuata attraverso il confronto delle distribuzioni di frequenza cumulata dei valori osservati del coefficiente di variazione CV e di quelli generati, ottenendo un ottimo risultato che convalida ulteriormente l'ipotesi di intera regione omogenea con un valore costante di Λ_1 . Alla luce di tali risultati, è stato possibile assumere realistica l'ipotesi di un'unica zona omogenea al primo e al secondo livello di regionalizzazione. Nel riquadro a seguire (tabella 15) si riportano i valori numerici dei parametri di interesse per lo studio.

	θ^*	Λ^*	Λ_1
Puglia settentrionale	2.3515	0.7721	44.629

Tabella 19: Parametri d'interesse.

La distribuzione regionale della probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata $X_{d,TR}$ viene espressa in funzione di una quantità K_{TR} , detta *fattore probabilistico di crescita*, funzione del periodo di ritorno T_R e indipendente dalla durata.

Tale fattore è, in generale, funzione del tempo di ritorno T_R ed è definito dal rapporto seguente:

$$K_T = \frac{X_{d,T}}{\mu(X_{d,T_R})}$$

essendo $X_{d,TR}$ il massimo annuale di precipitazione per assegnata durata e tempo di ritorno.

	<p align="center">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 34 di 69</p>
---	--	---	---

La curva di distribuzione di probabilità di tale rapporto ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della distribuzione di probabilità della $X_{d,TR}$. Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea previamente identificata, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno T_R ed il fattore di crescita K_{TR} , potendo ritenere trascurabile la variabilità del fattore di crescita con la durata. Infatti, calcolando, nelle stazioni disponibili, le medie pesate dei coefficienti di asimmetria e dei coefficienti di variazione alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria.

L'indipendenza dalla durata di K_{TR} autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

Sulla scorta dei valori regionali dei parametri θ^* , Λ^* e $\Lambda 1$, è possibile calcolare la curva di crescita per la Puglia settentrionale, anche se tale fattore può essere calcolato in funzione di T_R attraverso la approssimazione asintotica della curva di crescita, che ha la seguente forma:

$$K_{TR} = a + b * \ln(T_R)$$

in cui i parametri a e b sono esprimibili in funzione dei valori regionali di θ^* , Λ^* e $\Lambda 1$.

Per la Puglia settentrionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, quindi, la seguente:

$$K_T = 0.5648 + 0.415 * \ln T_R$$

Per la Puglia centro-meridionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, invece, la seguente:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 * \ln T_R$$

anche se va rimarcato come l'utilizzo di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per $T < 50$ anni e superiori al 5% per $T < 100$ anni.

I valori di K_T utilizzati nel caso in esame sono riportati nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)	50	200	500	5	10	25	100
K(T) Zona 1-2-3-4	2,188	2,764	3,144	1,233	1,520	1,901	2,476
K(T) Zona 5-6	2,181	2,897	3,370	0,991	1,349	1,823	2,539

Tabella 20: Valori di K_T al variare della zona e del tempo di ritorno.

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali. Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_d) = ad^n$$

essendo **a** ed **n** due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di *curva di probabilità pluviometrica*.

Per l'intera regione pugliese si hanno le seguenti zone omogenee di 3° livello:

- nell'area della Puglia settentrionale, il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera $\mu(Xg)$ e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori $\mu(Xg)$ e le quote sul mare **h**:

ZONA 1-3	$\mu(h,t) = at^{(ch+D+\ln a - \ln a)/\ln 24}$
ZONA 2-4	$\mu(h,t) = at^n$

Tabella 21: Correlazione tra $\mu(Xg)$ e la durata di precipitazione

in cui **C** e **D** sono parametri che dipendono dall'area omogenea;

- nell'area centro-meridionale della Puglia, il VAPI fornisce l'individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota sul livello medio mare per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese - Murgia Centrale e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale;



Figura 11 - Regione Puglia: zone omogenee al 3° livello.

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, è generalizzata nella forma:

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, è generalizzata nella forma:

$$\mu(X_d) = a d^{(Ch+D+\ln \alpha - \ln a)/\ln 24}$$

in cui **a** è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_d)$ relativi alle serie con $N \geq 10$ anni ricadenti in ciascuna zona omogenea e $\alpha = xg/x24$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e quelle di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità.

Per la Puglia il valore del coefficiente α è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; **C** e **D** rappresentano invece i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare. Per le zone individuate, i valori dei parametri sono riportati nel riquadro a seguire (tabella 28).

Zona	α	<i>a</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>N</i>
1	0,89	28,66	0,000503	0,720	-
2	0,89	22,23	-	-	0,247
3	0,89	25,325	0,000531	0,696	-
4	0,89	24,7	-	-	0,256
5	0,89	28,2	0,0002	0,628	-
6	0,89	33,7	0,0022	0,666	-

Tabella 22: - Coefficienti del terzo livello di regionalizzazione

Quindi, per ottenere l'altezza di precipitazione della zona di interesse si deve moltiplicare il fattore di crescita (K_T) per la precipitazione media:

$$h = K_T \cdot \mu(X_d)$$

I bacini idrografici determinati ricadono all'interno della zona 3.

La legge di possibilità pluviometrica da adottare quindi risulta la seguente:

$$\mu(X_d) = a \cdot t^{\frac{(C \cdot h + D + \ln \alpha - \ln a)}{3.178}} = 25.325 \cdot t^{(0.579466 + 0.000531 \cdot h)/3.178}$$

con h = altezza media del bacino considerato (m)

7.4 Determinazione delle curve di possibilità pluviometrica

Le procedure di regionalizzazione descritte in precedenza hanno consentito, quindi, di determinare le curve di possibilità climatiche al variare del tempo di ritorno.

In particolare tutti i bacini ricadono nella Zona 3.

Il rapporto VAPI Puglia assegna alla Zona 3 la seguente legge di variazione dei valori medi delle altezze di pioggia dei massimi annuali in funzione della durata dell'evento:

ZONA 3

$$\mu(X_d) = a \cdot t^{\frac{(C \cdot h + D + \ln \alpha - \ln a)}{3.178}} = 25.325 \cdot t^{(0.579466 + 0.000531 \cdot h)/3.178}$$

con h = altezza media del bacino considerato (m)

Nelle figura seguente (figura 13) è riportata la curva di possibilità pluviometrica relativa alla zona 3.

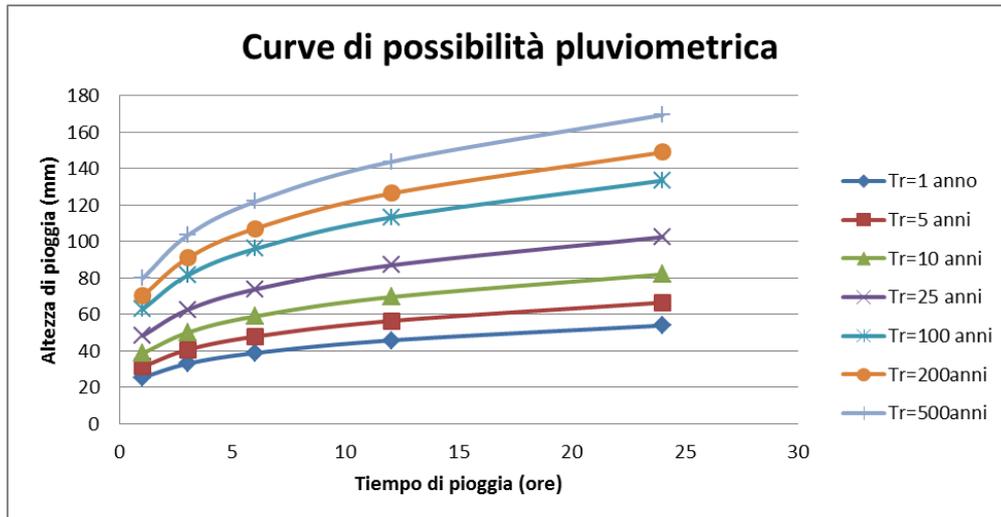


Figura 12 - Curve di possibilità pluviometriche per la zona 3 della Puglia

	<p>STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 38 di 69</p>
---	--	--	--

8 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI INTERVENTI

Per la verifica idraulica delle opere descritte nei paragrafi precedenti è stata seguita la procedura sintetizzata di seguito. Per ciascuna delle sezioni di attraversamento si è determinato:

- il bacino idrografico sotteso da ogni sezione di attraversamento;
- il valore della portata media secondo la metodologia suggerita dal rapporto GNDC – VAPI Puglia - utilizzando il Modello Razionale;
- il valore della portata per periodi di ritorno di 200 anni;
- il tirante idrico nella sezione attraversata in corrispondenza degli eventi di piena con $T_r = 200$ anni utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS in regime di moto permanente.

Si precisa che le sezioni di calcolo sono state ricavate dalla cartografia CTR della Regione Puglia che meglio fornisce la morfologia del territorio rispetto alla cartografia IGM 1:25000. Le sezioni ottenute dal DTM sono state integrate ed associate con rilievi metrici eseguiti in sito necessari per individuare più in particolare l'effettiva entità del reticolo idrografico.

Tutte le informazioni acquisite sono state sintetizzate nei paragrafi seguenti per ogni attraversamento. L'allegato 6 - rif. elab. 0.7.7 riporta per ogni interferenza con il reticolo idrografico la modalità di attraversamento, la geometria del reticolo idrografico attraversato, lo stato dei luoghi e le modalità di attraversamento.

8.1 Stima della piena indice: modello razionale AdB Puglia

In genere ad eventi di pioggia brevi ed intensi corrispondono, di solito, deflussi di piena, nella sezione terminale del bacino, dovuti essenzialmente allo scorrimento delle acque sui versanti e nei canali della rete idrografica. Il bilancio idrologico del bacino, durante i fenomeni di piena, può pertanto essere schematizzato considerando che fra i volumi di ingresso e quelli di uscita si stabilisce una relazione per effetto della concomitante trasformazione subita dai due sottosistemi che costituiscono il bacino: sui versanti, un'aliquota delle precipitazioni totali viene persa a causa del fenomeno dell'infiltrazione; nella rete idrografica l'aliquota delle piogge efficaci derivanti dai versanti viene invasata e trasportata nella sezione di sbocco a costituire l'idrogramma di piena, che si manifesta con un certo ritardo nei confronti del pluviogramma che lo ha generato.

Il rapporto tra tali volumi (volume di piena e precipitazioni totali), in un prefissato intervallo di tempo, si definisce coefficiente probabilistico di piena C^* . Tale coefficiente può essere assunto a caratterizzare la risposta del bacino nei riguardi delle perdite per infiltrazione nelle seguenti ipotesi:

- la formazione del deflusso superficiale avviene per eccesso di infiltrazione ovvero con prevalente meccanismo hortoniano, non lineare ma a soglia alla scala puntuale;
- la capacità di infiltrazione è fortemente variabile, in maniera casuale, da un punto all'altro del bacino; ciò rende la trasformazione globale del bacino, da pioggia totale a pioggia efficace più lineare;
- il coefficiente C^* schematizza, con una relazione di proporzionalità diretta, la relazione capacità di infiltrazione areale
- intensità di pioggia areale, che viene linearizzata nel campo dei valori di intensità di pioggia di interesse.

Il comportamento della rete idrografica, considerata alla stregua di un operatore lineare, è noto quando si conosca la risposta ad un ingresso impulsivo unitario detto anche IUH (Instantaneous Unit Hydrograph). Nell'ipotesi di

	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 39 di 69</p>
---	---	---	---

adottare un pluviogramma rettangolare, l'idrogramma di piena corrispondente ha ordinata al colmo proporzionale all'intensità di pioggia per mezzo di un coefficiente di attenuazione di piena $S(d)$ (Wood & Hebson, 1986) che ha la seguente espressione analitica:

$$S(d) = \int_{t_p-d}^d u(\tau) d\tau$$

ove $\mu(\tau)$ è IUH del bacino, mentre t_p l'istante in cui avviene il picco, misurato a partire dal momento di inizio della pioggia.

La portata al colmo di piena per ciascuna unità di area risulta, quindi, proporzionale al prodotto tra il coefficiente di attenuazione della piena e il valore dell'intensità di pioggia al variare della durata d . Va evidenziato che, all'aumentare della durata d , mentre il valore dell'intensità di pioggia tende a diminuire, quello del coefficiente di attenuazione tende ad aumentare, per cui esiste un valore della durata che rende massimo tale prodotto e definisce il valore t_r che ha il significato di tempo di ritardo del bacino.

Il tempo di ritardo di un evento di piena rappresenta quindi la distanza temporale tra i baricentri dell'idrogramma di piena superficiale e lo ietogramma efficace che lo ha generato.

Ne rinviene che la piena indice può essere definita come segue:

$$\mu(Q) = \frac{C^* K_A(t_r) \mu[I_A(t_r)] A}{3.6}$$

ove A la superficie del bacino espressa in Km² e il fattore 3.6 tiene conto delle unità di misura normalmente utilizzate nella valutazione delle grandezze di interesse.

I parametri del modello, cioè il coefficiente di piena C^* e il tempo di ritardo del bacino t_r possono essere valutati in base alle seguenti espressioni valide su base regionale:

$$C^* = 0.09 + 0.47 (1 - PE)$$

$$t_r = 0.344 A^{0.5}$$

nelle quali PE è la percentuale di superficie del bacino caratterizzata da permeabilità medioelevata.

La valutazione dell'intensità della pioggia media sull'intero bacino viene effettuata attraverso il coefficiente di riduzione areale $K_A(d)$ che ha espressione:

$$K_A(d) = 1 - \left[1 - e^{-c_1 d} \right] e^{-c_2 d^{c_3}}$$

ove i coefficienti c_1 , c_2 e c_3 valgono rispettivamente 0.0021, 0.53 e 0.25.

8.2 Valutazione del fattore probabilistico di crescita delle portate AdB Puglia

Alla stregua di quanto già condotto in merito alle precipitazioni, è necessario al fine di valutare le portate di piena al variare del tempo di ritorno, stimare il valore assunto dal fattore probabilistico al variare dei parametri individuati nella stima dei due primi livelli di regionalizzazione. In particolare per la Puglia, l'analisi regionale delle portate

conduce all'individuazione di un'unica zona omogenea ai primi due livelli. Essa è caratterizzata dai seguenti valori dei parametri della TCEV:

$$\theta^*=2.654 \quad \Lambda^*=0.350 \quad \Lambda_1=5 \quad \eta=2.937$$

Tali valori permettono, attraverso la (1), di ottenere numericamente i valori dei coefficienti probabilistici di piena al variare del tempo di ritorno. Alcuni di essi sono riportati a seguire.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T(Q)	0.83	1.39	1.85	2.37	2.55	2.95	3.15	3.76	4.39	5.22	5.84

Analogamente a quanto già effettuato con le piogge, il fattore probabilistico di crescita delle portate può essere approssimati con una relazione avente espressione:

$$K_T(Q) = -0.4007 + 0.904 \ln T \quad (1)$$

che determina errori nella stima di $K_T(Q)$ sempre inferiori al 10%.

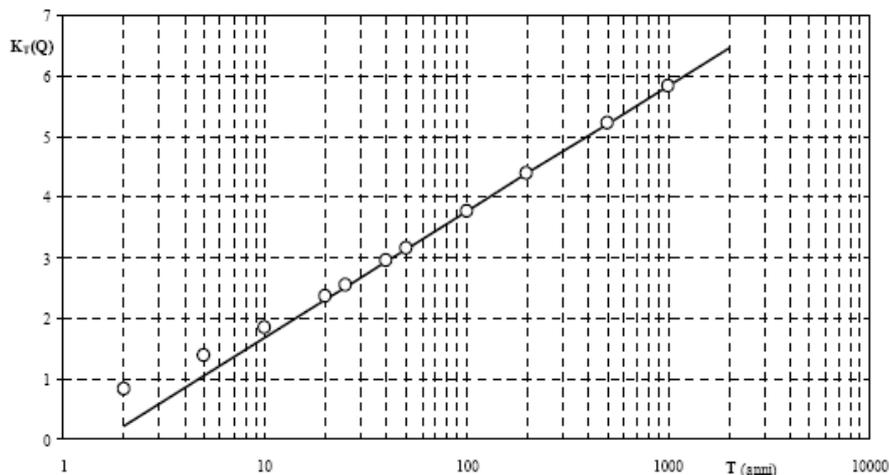


Figura 10 -- Fattore probabilistico di crescita delle portate

8.3 Valutazione delle piene indice e delle portate di piena dei bacini sottesi alle sezioni di calcolo AdB Puglia

I valori delle portate massime così calcolate hanno costituito la base per le verifiche successive.

In particolare, si è scelto di fare riferimento, nei calcoli idraulici, al **modello razionale**. Va osservato che l'informazione geomorfologia del bacino in esame è stata derivata, in via informatica, avvalendosi della base cartografica.

MODELLO RAZIONALE

Q_T	$k_T Q_m$	
Q_m	$C_* k_A(t_r) I(t_r) A/3,6$	mc/s
C_*	$0,09+0,47(1-PE)$	
PE	rapporto tra area ad elavata-media permeabilità e area totale del bacino	
t_r	tempo di ritardo del bacino, valutato secondo la relazione	
t_r	$0,344 A^{0,5}$	
A	area del bacino in kmq	
k_A	coefficiente di riduzione areale, variabile di A (kmq) e t_r (durata dell'evento di pioggia)	
k_A	$1 - (1 - e^{(-0,021A)}) e^{(-0,53t_r^{0,25})}$	
$I(t_r)$	intensità di pioggia da ricavare come rapporto tra $h(t_r)/t_r$	
$h(t_r)$	legge di variazione pluviometrica valida per il bacino	
k_T	fattore di crescita dipendente dal tempo di ritorno T dell'evento di piena	
k_T	$-0,4007 + 0,904 \ln T$	

Di seguito vengono riportate le portate determinate con $T_r=200$ anni.

Tabella 23 - Tabella riportante il calcolo delle portate con $T_r=200$ anni

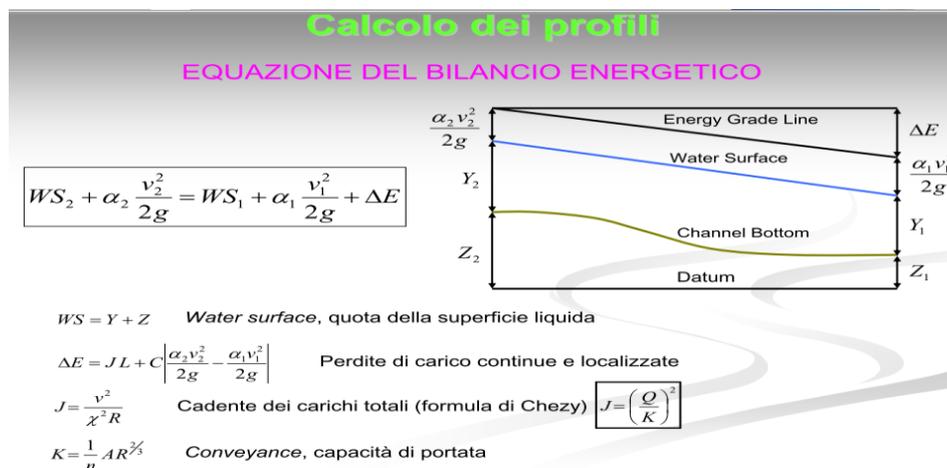
	Area Bacino A (Kmq)	Quota max del bacino (mslm)	Quota sez. di chiusura (mslm)	Quota media bacino (mslm)	Tr TEMPO DI RITORNO	a	n	TEMPO DI CORRIVA ZIONE VAPI tc (ore)	Fattore di crescita Kt(Tr) PIOGGE	legge di variazion e pluviome trica base $h(tc)=a*tc^n$ (mm)	Intensi tà I(tc)	PIENA INDIC E Qm (mc/s)	Kt(Tr) PORT ATE	PORTAT A Qt=Kt*Q m (mc/s)
Bacino I00 sez.monte	1.21	352	277.86	314.93	200	25.325	0.235	0.3784	2.7636	20.155151	53.264	7.65	4.389	33.57354
Bacino I00 sez.valle	1.38	352	277.86	314.93	200	25.325	0.235	0.404109	2.7636	20.468845	50.652	8.295	4.389	36.40448
Bacino I01 sez. valle	0.29	431.36	228.6	329.98	200	25.325	0.2375	0.18525	2.7636	16.969244	91.602	2.795	4.389	12.26921
Bacino I02 sez. valle	1.1	321.2	252.5	286.85	200	25.325	0.2303	0.36079	2.7636	20.026293	55.507	6.418	4.389	28.16914
Bacino I03 sez. valle	8.26	691.4	243.9	467.65	200	25.325	0.2605	0.988663	2.7636	25.249902	25.539	22.53	4.389	98.90502
Bacino I04 sez. valle	1.88	431.3	228.6	329.95	200	25.325	0.2375	0.471669	2.7636	21.18601	44.917	9.038	4.389	39.66898
Bacino I05 sez. valle	0.63	370	228	299	200	25.325	0.2323	0.273042	2.7636	18.732163	68.606	4.586	4.389	20.12674
Bacino I06 sez. valle	1.8	431.3	226	328.65	200	25.325	0.2372	0.461524	2.7636	21.080446	45.676	8.776	4.389	38.51634
Bacino I08 sez.monte	0.7466	229	189.9	209.45	200	25.325	0.2173	0.297237	2.7636	19.455271	65.454	5.804	4.389	25.47225
Bacino I08 sez.valle	1.04683	229	189.9	209.45	200	25.325	0.2173	0.351963	2.7636	20.183117	57.344	7.126	4.389	31.27794
Bacino I09 sez. valle	5.33	283.7	185.2	209.1	200	25.325	0.2173	4.472264	2.7636	35.0665	7.8409	4.943	4.389	21.69475
Bacino I10 sez. monte	0.4121	256	204.6	230.3	200	25.325	0.2208	0.220831	2.7636	18.142909	82.157	4.023	4.389	17.65604
Bacino I10 sez. valle	1.18	256	189.6	222.8	200	25.325	0.2196	0.37368	2.7636	20.40262	54.599	7.647	4.389	33.56313
Bacino I12 sez. monte	0.456	269	224.5	246.75	200	25.325	0.2236	0.232296	2.7636	18.273353	78.664	4.262	4.389	18.70506
Bacino I12 sez. valle	1.27	269	204	236.5	200	25.325	0.2219	0.387668	2.7636	20.523353	52.94	7.979	4.389	35.02148
Bacino I13 sez. valle	1.6466	262.6	182.4	222.5	200	25.325	0.2195	0.44142	2.7636	21.163614	47.944	9.365	4.389	41.10133
Bacino I14 sez. monte	1.016	258	193	225.5	200	25.325	0.22	0.346741	2.7636	20.060599	57.855	6.978	4.389	30.62812
Bacino I14 sez. valle	3.876	258	177.3	217.65	200	25.325	0.2187	0.677252	2.7636	23.255948	34.339	15.74	4.389	69.1019
Bacino I15 sez. monte	0.1171	287	204	245.5	200	25.325	0.2234	0.117716	2.7636	15.704169	133.41	1.857	4.389	8.150072
Bacino I15 sez. valle	0.369	287	204	245.5	200	25.325	0.2234	0.208964	2.7636	17.851846	85.43	3.746	4.389	16.44021
Bacino I16 sez. monte	0.135	287	212	249.5	200	25.325	0.224	0.126394	2.7636	15.933594	126.06	2.023	4.389	8.878451
Bacino I16 sez. valle	0.38694	287	212	249.5	200	25.325	0.224	0.213984	2.7636	17.928273	83.783	3.852	4.389	16.90683
Bacino I17 sez. monte	0.02582	287	233	260	200	25.325	0.2258	0.055273	2.7636	13.171486	238.3	0.731	4.389	3.210079
Bacino I17 sez. valle	0.2976	287	233	260	200	25.325	0.2258	0.187661	2.7636	17.35772	92.495	3.271	4.389	14.35701

8.4 Metodologia utilizzata per le verifiche idrauliche

Al precedente paragrafo sono state valutate le portate indice e le portate massime per fissati tempi di ritorno sui sottobacini di interesse adottando il modello razionale.

Per le opere in progetto che interessano aree tutelate come definite dagli art. 6 e 10 delle NTA del PAI, sono state eseguite verifiche idrauliche in regime di moto permanente utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS, ai sensi dell'art. 36 delle NTA del PAI.

Il software HEC-RAS del U.S. Army Corps of Engineers (USACE) Hydrologic Engineering Center (CEIWR-HEC) è il frutto di una lunga evoluzione dei codici di calcolo finalizzati allo studio della propagazione delle piene nei corsi d'acqua. Il software HEC-RAS permette di modellare la propagazione di una corrente lungo un corso d'acqua utilizzando uno schema unidimensionale sia in condizioni di moto permanente che in condizioni di moto vario. Il sistema di calcolo è concepito per applicazioni nella sistemazione dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali e per gli studi finalizzati alla determinazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno in caso di esondazioni dai corsi d'acqua, determinando la variazione del pelo libero per condizioni di moto permanente o gradualmente variato. La procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale. Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica.



8.5 Descrizione interferenze e verifiche idrauliche

La tabella seguente fornisce uno schema sintetico sulle verifiche idrauliche eseguite nel presente studio.

Di seguito, per ciascuna interferenza con il reticolo idrografico, si riportano la descrizione dell'attraversamento e la verifica idraulica eseguita. Per i punti in cui non è stata eseguita la verifica idraulica, viene semplicemente descritto l'attraversamento e la situazione dello stato di fatto nonché le motivazioni che hanno condotto a ritenere di non dover eseguire alcuna verifica idraulica.

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 43 di 69
---	---	---	---

Attraversamenti	Verifica idraulica	Note
I00, I01, I02, I03, I04, I05, I06, I08, I09, I10, I12, I13, I14, I15, I16, I17	Eseguita	Si determinano le aree inondabili
I07	Non eseguita	Il reticolo idrografico verrà superato con TOC con inizio e fine esternamente all'alveo in modellamento attivo, contermine l'area golenale morfologicamente individuata e presente anche sulla carta IGM 1:25000
I11	Non eseguita	L'interferenza è su un capofosso, l'opera è posizionata a quote superiori. E' scongiurato un possibile allagamento dell'area.
I18 I19	Non eseguita	La linea di impluvio riportata su IGM non è più esistente a causa molto probabile di interventi antropici avuti negli anni.

Ai sensi delle NTA della AdB Puglia ed in particolare dell'art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" è necessario verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica.

Il comma 2 dell'art. 10 così recita:

2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino

L'art. 36 delle NTA definisce la sicurezza idraulica come:

condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.

Pertanto nel capitolo successivo si espongono le verifiche idrauliche effettuate ai sensi delle NTA del PAI sopra richiamate al fine di verificare la compatibilità idrologica ed idraulica.

8.5.1 Verifica idraulica interferenza I00

Nei pressi della stazione elettrica esistente di Deliceto è presente il reticolo idrografico denominato "La Manara". Il reticolo è presente su carta IGM 1:25000 e su carta idrogemorfologica. Per il reticolo si sono individuati, così come definito dagli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI, l'alveo in modellamento attivo ed aree golenali (art.6) e le fasce di

pertinenza fluviale (art.10). Una porzione della stazione elettrica esistente ricade all'interno della fascia di pertinenza fluviale del reticolo idrografico (ALLEGATO 3 – rif. elab. 0.7.4).

Per valutare le condizioni di sicurezza idraulica si sono calcolate le aree inondabili con tempo di ritorno pari a $Tr=200$ anni. I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,08;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,08.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning, pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente nonché la fascia dell'alveo in modellamento attivo (buffer color viola) e la fascia di pertinenza fluviale (buffer verde).

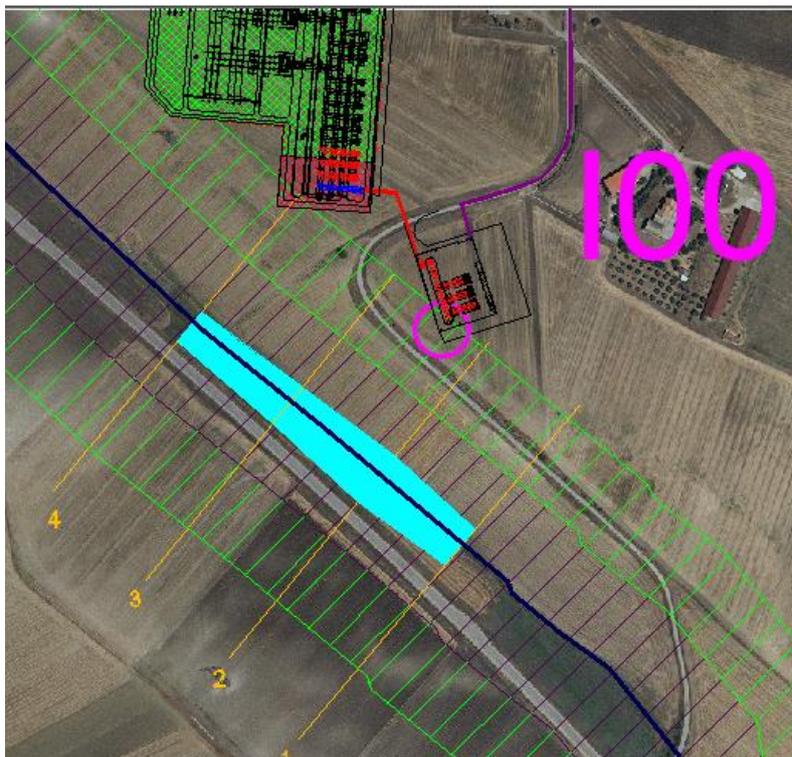


Figura 13 - individuazione dell'interferenza delle aree di stazione e sottostazione con la fascia di pertinenza fluviale del reticolo idrografico denominato La Manara e aree allagabili (color ciano) valutate con $Tr=200$ anni

Come si evince dalla figura 14, le opere sono esterne alle aree allagabili valutate con $Tr=200$ anni, pertanto è possibile affermare che esse si trovano in una condizione di sicurezza idraulica.

L'allegato 6 - Attraversamento I00, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni.

8.5.2 Verifica idraulica attraversamento I01

Risalendo dalla sottostazione di trasformazione in direzione del campo eolico, il cavidotto MT percorre per un primo tratto la viabilità asfaltata (Contrada Piano D'Ammendola) e, dopo aver attraversato la strada Comunale "Deliceto Ascoli Satriano", imbecca un strada sterrata a servizio di un parco eolico esistente. Lungo tale strada il cavidotto risulta parallelo ad un'asta del reticolo idrografico priva di denominazione. L'interferenza viene indicata con il nome I01. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e su carta idrogeomorfologica anche se il tracciato riportato su entrambe le mappe risulta essere differente. Per cui per le valutazioni si è fatto riferimento al tracciato della Carta Idrogeomorfologica che rappresenta in modo più fedele lo stato dei luoghi. I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,2;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,2.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente.

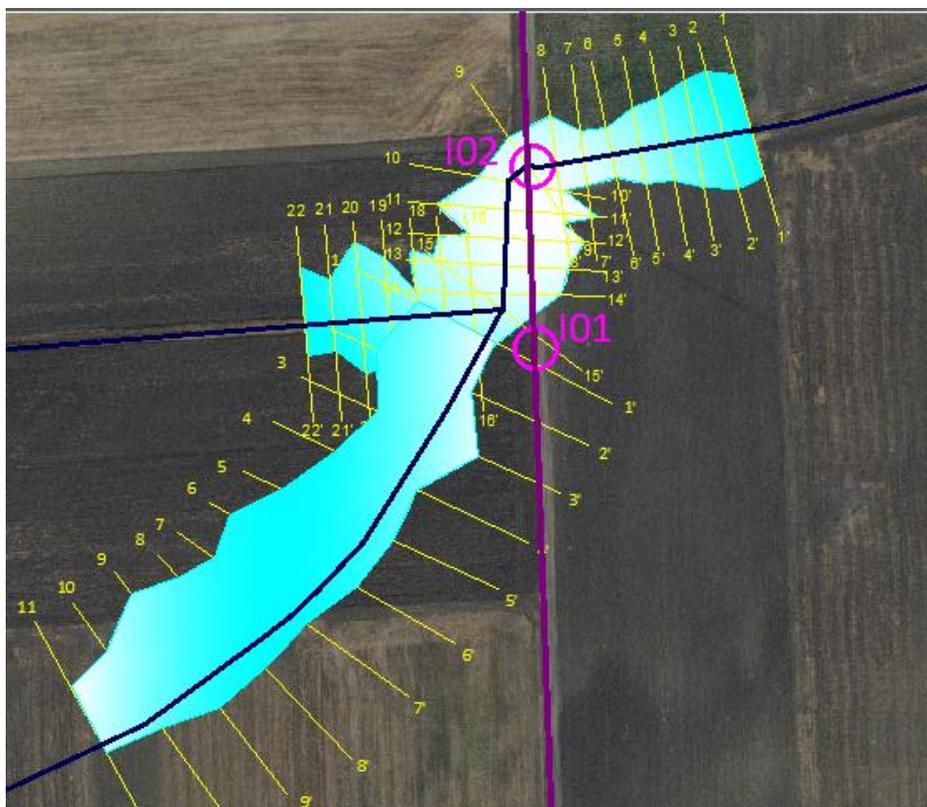


Figura 14 - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto MT esterno, in viola il cavidotto interrato con tecnica di scavo a cielo aperto in blu il reticolo idrografico

	<p align="center">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 46 di 69</p>
---	---	---	---

In corrispondenza di tale interferenza, il cavidotto MT esterno è posizionato ad una distanza minima di circa 19,00 m dall'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni (rif. allegato 6 - elab. 0.7.7).

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto MT esterno:

Sezione di controllo	Q (mc/s)	i pendenza	C coeff. Manning	Y Tirante idrico
1-1	12.28	0.2	0.03	0.27
2-2	12.28	0.2	0.03	0.26
3-3	12.28	0.2	0.03	0.44
4-4	12.28	0.2	0.03	0.42

L'allegato 6 - Attraversamento I01, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni.

8.5.3 Verifica idraulica attraversamento I02

Superata l'interferenza I01 il cavidotto esterno MT prosegue verso nord su strada esistente sterrata a servizio di un parco eolico fino ad incrociare un'asta del reticolo idrografico priva di denominazione. L'interferenza è indicata con il nome attraversamento I02. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica anche se il tracciato riportato su entrambe le mappe risulta essere differente, per le valutazioni si è fatto riferimento al tracciato della Carta Idrogeomorfologica che rappresenta in modo più fedele lo stato dei luoghi (allegato 2 – elaborato 0.7.3).

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning, pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

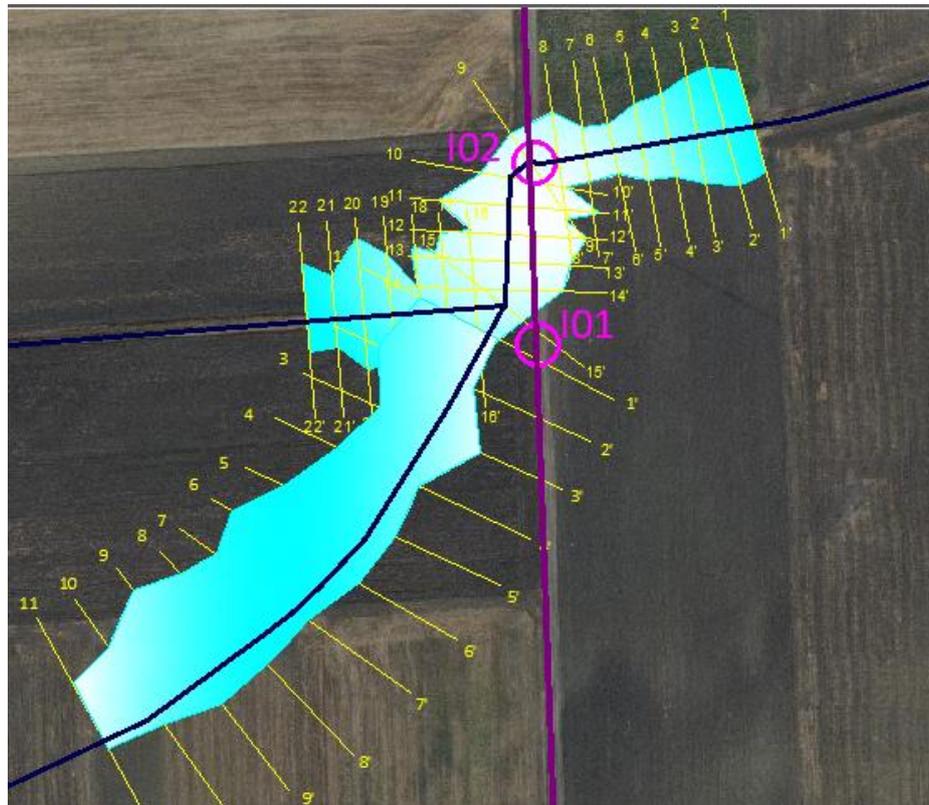


Figura 15 -Individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto MT esterno, in viola il cavidotto interrato e in blu il reticolo idrografico

Dalla verifica idraulica eseguita, al fine di superare l'area allagabile calcolata con periodo di ritorno di 200 anni, il cavidotto esterno MT verrà posato mediante TOC con punti di infissione e di uscita esterni all'area allagabile. Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento. Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto MT esterno:

Sezione di controllo	Q (mc/s)	i pendenza	C coeff Manning	Y Tirante idrico
5-5	13.83	0.06	0.03	0.35
6-6	13.83	0.06	0.03	0.27
7-7	13.83	0.06	0.03	0.41

L'allegato 6 - Attraversamento I02, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni.

8.5.4 Verifica idraulica attraversamento I03

Successivamente il cavidotto prosegue in direzione nord percorrendo la strada sterrata a servizio del parco eolico esistente fino ad incrociare il reticolo idrografico denominato Vallone Legnano interferenza I03, il quale viene prima attraversato per poi essere percorso parallelamente per circa 370 m. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM

1:25000 e su carta idrogeomorfologica. Anche in tal caso il tracciato riportato su entrambe le mappe risulta essere differente. Per le valutazioni si è fatto riferimento al tracciato della Carta Idrogeomorfologica che rappresenta in modo più fedele lo stato dei luoghi (allegato 2 – elaborato 0.7.3).

I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,10;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,10.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

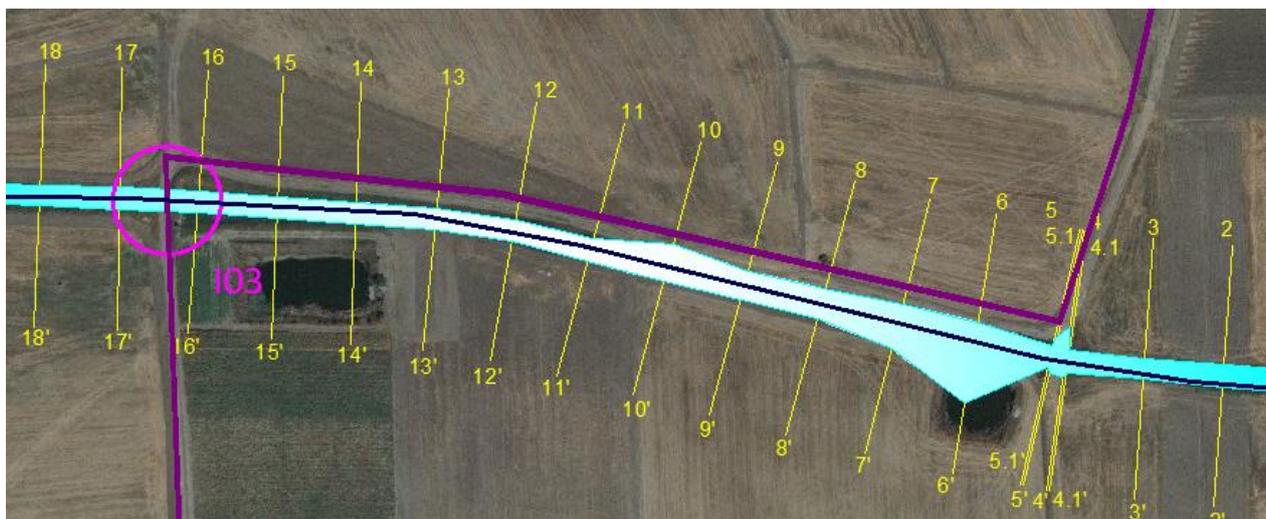


Figura 16 - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto MT esterno, in viola il cavidotto interrato con tecnica di scavo a cielo aperto lungo il parallelismo del reticolo idrografico, mentre posato in TOC per superare l'attraversamento del reticolo stesso.

Come si rileva dall'immagine, nel tratto in parallelismo al Vallone Legnano (circa dalla sezione 4 alla sezione 16), il cavidotto risulta esterno all'area di esondazione per cui il cavo verrà posato con scavo a sezione a cielo aperto. In corrispondenza dell'intersezione con il reticolo idrografico, il cavo verrà posato mediante TOC per il superamento dell'area esondabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni. La TOC avrà i suoi punti di ingresso e di uscita all'esterno dell'area allagabile. Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto MT esterno:

Sezione di controllo	Q (mc/s)	i pendenza	C coeff Manning	Y Tirante idrico (m)
15 -15	98.90	0.10	0.03	3.06
16 -16	98.90	0.10	0.03	1.96
17 -17	98.90	0.10	0.03	2.23

L'allegato 6 - Attraversamento I03, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni. .

8.5.5 Verifica idraulica attraversamento I04

Il cavidotto MT proseguendo verso nord percorre una strada comunale fino a raggiungere la SP104. Lungo la SP104 il cavidotto interseca in più diversi punti le aste del reticolo idrografico. Il primo attraversamento è denominato I4. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica. I valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,12;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,12.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning, pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$ in corrispondenza dell'opera idraulica per la presenza di un ponticello in cemento armato di larghezza 2,00 m e altezza 1,00 m. Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

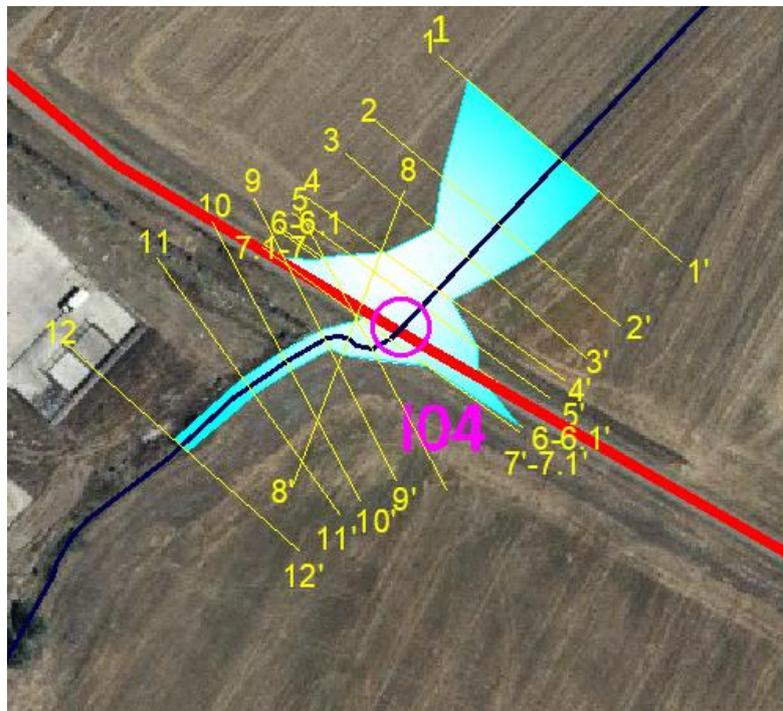


Figura 17 -individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto MT interno. L'attraversamento del reticolo avviene mediante TOC

Dalla verifica idraulica eseguita, al fine di superare l'area allagabile calcolata con periodo di ritorno di 200 anni, il cavidotto MT verrà posato mediante TOC con punti di ingresso e di uscita esterni all'area allagabile.

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 50 di 69
---	---	---	---

Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto:

Sezione di controllo	Q (mc/s)	i pendenza	C coeff Manning	Y Tirante idrico (m)
5 - 5	35.80	0.03	0.03	1.26
6 - 6	35.80	0.03	0.03	1.25
7 - 7	35.80	0.03	0.03	2.31
8 - 8	12.05	0.07	0.03	2.16

L'allegato 6 - Attraversamento I04, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni.

8.5.6 Verifica idraulica attraversamenti I05 e I06

Il cavidotto MT proseguendo verso nord lungo la SP104 incontra due canali privi di denominazione nei punti di attraversamento denominati I05 e I06. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica.

Per entrambe le interferenze, i valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Per l'interferenza I05, le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,09;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,09.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning, pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$ in corrispondenza dell'opera idraulica per la presenza di un ponticello in cemento armato di larghezza 1,10 m e altezza 0,70 m.

Per l'interferenza I06, le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,09;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,09.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$ in corrispondenza dell'opera idraulica per la presenza di un ponticello in cemento armato di larghezza 1,10 m e altezza 0,70 m.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

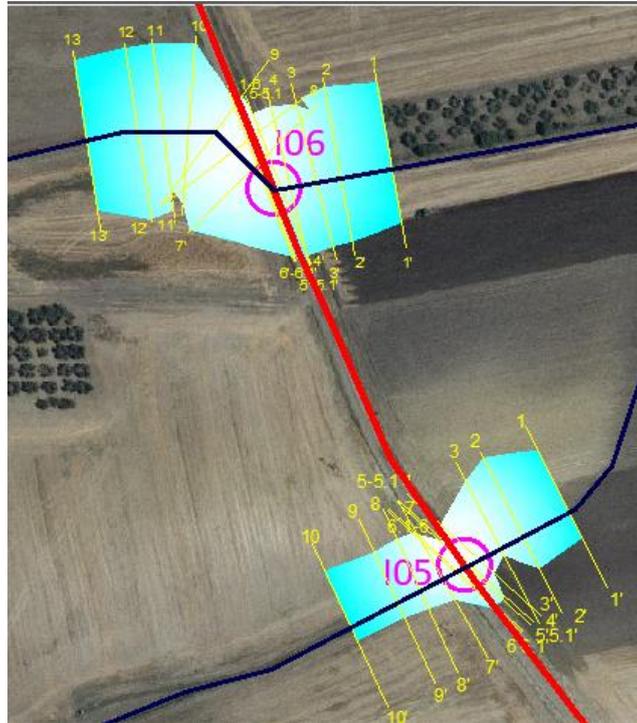


Figura 18 - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico (blu) con il cavidotto MT interno (rosso). L'attraversamento verrà superato mediante TOC

Dalle verifiche idrauliche eseguite, al fine di superare le aree allagabili calcolate con periodo di ritorno di 200 anni, il cavidotto MT verrà posato mediante TOC con punti di ingresso e di uscita esterni all'area allagabile. In entrambi i casi, il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

Di seguito si riporto i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto.

Sezione di controllo	Q (mc/s)	i pendenza	C coeff Manning	Y Tirante idrico (m)
I05				
4-4	20.12	0.09	0.03	1.30
5-5	20.12	0.09	0.03	1.31
6-6	20.12	0.09	0.03	1.43
7-7	20.12	0.09	0.03	1.29

Sezione di controllo	Q (mc/s)	i pendenza	C coeff Manning	Y Tirante idrico (m)
I06				
4-4	38.51	0.09	0.03	1.65
5-5	38.51	0.09	0.03	1.69
6-6	38.51	0.09	0.03	2.05
7-7	38.51	0.09	0.03	2.06

	<p align="center">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 52 di 69</p>
---	---	---	---

L'allegato 6 - Attraversamento I5-I6, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni.

8.5.7 Descrizione modalità di attraversamento I07

Il cavidotto MT proseguendo verso nord lungo la SP104 attraversa il canale Carapelotto. L'interferenza è indicata con il numero I07. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica (allegato 1 – rif.elab. 0.7.2). Per l'interferenza con il Canale Carapelotto non è stato eseguito il calcolo delle aree allagabili in quanto si prevede di posare il cavidotto MT con TOC nel buffer dei 75 m dell'alveo in modellamento attivo contermini all'area golenale che risulta essere in questo caso morfologicamente individuata (allegato 3 – rif. elab. 0.7.4).



Figura 19 -individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto MT interno, in rosso il cavidotto interrato in viola il buffer di 75m a delimitare l'alveo in modellamento attivo contermini all'area golenale. L'attraversamento verrà realizzato mediante TOC.

Individuato l'alveo in modellamento attivo, i punti di ingresso e di uscita della TOC saranno esterni all'area dell'alveo in modellamento attivo. Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

L'allegato 6 - Attraversamento I07, mostra nel dettaglio la fascia di 75 m dell'alveo in modellamento attivo contermini le aree golenali morfologicamente individuate.

8.5.8 Verifica idraulica attraversamento I08

Il cavidotto MT interseca il reticolo idrografico in un punto di un reticolo idrografico presente su carta IGM 1:25000 e su carta idrogeomorfologica. Per lo studio idraulico dell'interferenza sono stati valutati i valori delle portate inerenti la sezione di monte e la sezione di valle. Nella simulazione idraulica mediante software Hecras ad ogni sezione è stata affidata la quota parte di portata che le compete praticando una redistribuzione lineare della portata tra le sezioni. Per l'interferenza I08, le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,04;

- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,04.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente.

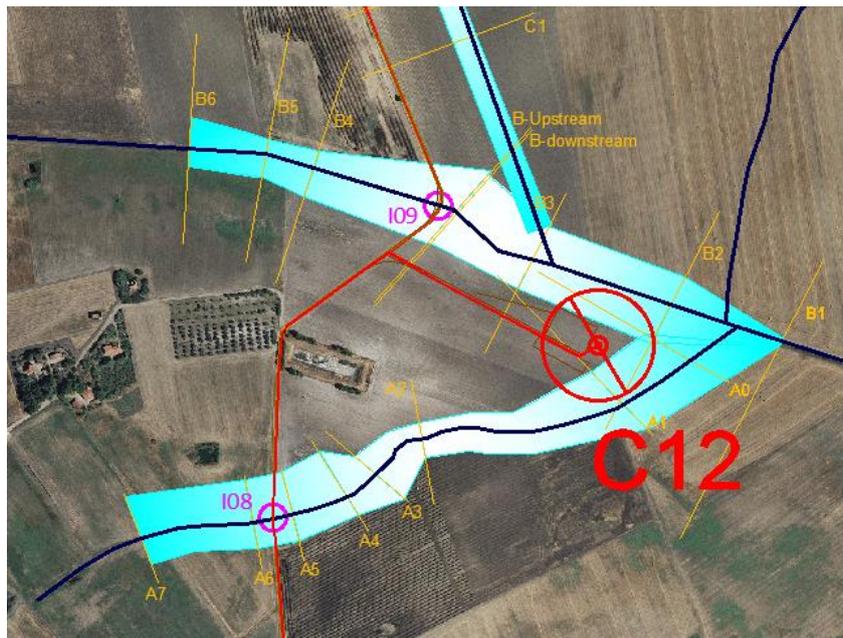


Figura 20 - individuazione dell' interferenza I08 del reticolo idrografico con il cavidotto MT interno e rappresentazione delle aree allagabili valutate con $Tr=200$ anni

Il cavidotto MT verrà posato mediante TOC con punti di ingresso e di uscita esterni all'area allagabile.

Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

L'allegato 6 - Attraversamento I08, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni.

8.5.9 Verifica idraulica attraversamento I09

Il cavidotto interno interseca un reticolo idrografico presente su carta IGM 1:25000 e su carta idrogeomorfologica in un punto denominato I09; inoltre, la piazzola di montaggio, di stoccaggio e la fondazione dell'aerogeneratore C12 ricadono nell'alveo in modellamento attivo del reticolo sopra descritto e di un secondo reticolo, anch'esso presente su carta IGM 1:25000 e su carta idrogeomorfologica. Pertanto sono state determinate le aree allagabili lungo tutto il corso dei reticoli in modo da definire l'area allagabile con $Tr=200$ anni anche in corrispondenza di strada, piazzola e plinto di fondazione dell'aerogeneratore C12.

Nella simulazione idraulica mediante software Hecras ad ogni sezione è stata affidata la quota parte di portata che le compete praticando una redistribuzione lineare della portata tra le sezioni.

Per l'interferenza I09, le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,014;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,014.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$ in corrispondenza dell'opera idraulica per la presenza di uno scatolare in cemento armato di larghezza 1,20 m e altezza 1,20 m.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

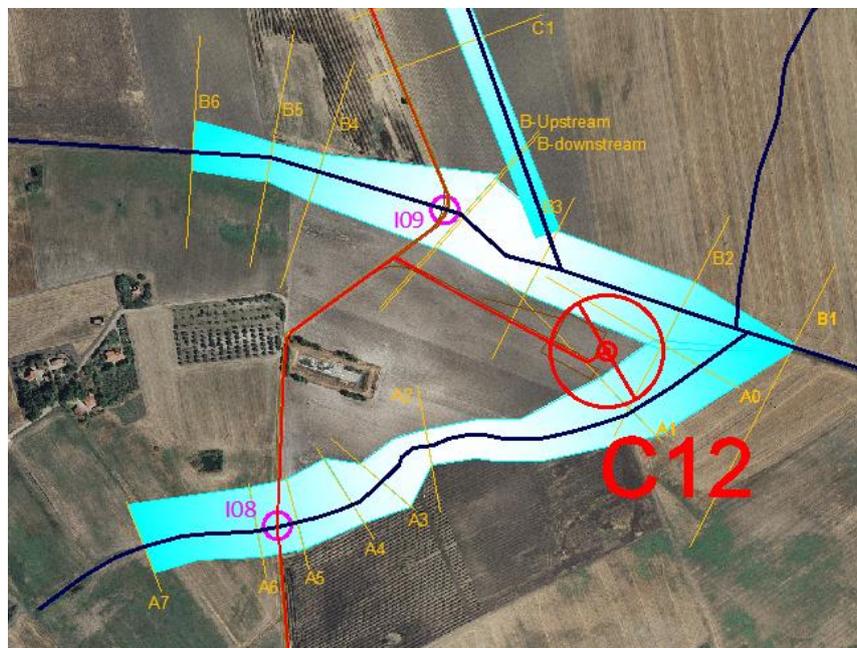


Figura 21 - individuazione dell'interferenza I09 del reticolo idrografico con il cavidotto MT interno e rappresentazione delle aree allagabili valutate con $Tr=200$ anni. Sono state determinate le aree allagabili lungo tutto il corso dei reticoli in modo da definire l'area allagabile con $Tr=200$ anni anche in corrispondenza di strada, piazzola e plinto di fondazione dell'aerogeneratore C12.

Dalla verifica idraulica eseguita, al fine di superare l'area allagabile calcolata con periodo di ritorno di 200 anni, il cavidotto MT in corrispondenza dell'intersezione I09 verrà posato mediante TOC con punti di ingresso e di uscita esterni all'area allagabile.

Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento. La fondazione dell'aerogeneratore C12 e le sue relative piazzole di montaggio e stoccaggio risultano esterne alle aree allagabili valutate con $Tr=200$ anni pertanto le opere in progetto risultano essere in sicurezza idraulica.

L'allegato 6 - Attraversamento I09, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni.

8.5.10 Verifica idraulica attraversamento I10

Il cavidotto interno interseca il reticolo idrografico presente su carta IGM 1:25000 e su carta idrogeomorfologica in un punto denominato I10; inoltre il cavidotto corre parallelamente al corso del reticolo individuato come pure la strada di accesso, mentre una porzione di piazzola di montaggio e la fondazione dell'aerogeneratore C8 ricadono nell'alveo in modellamento attivo.

Nella simulazione idraulica mediante software Hecras ad ogni sezione è stata affidata la quota parte di portata che le compete praticando una redistribuzione lineare della portata tra le sezioni.

Per l'interferenza I10, le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,066;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,066.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

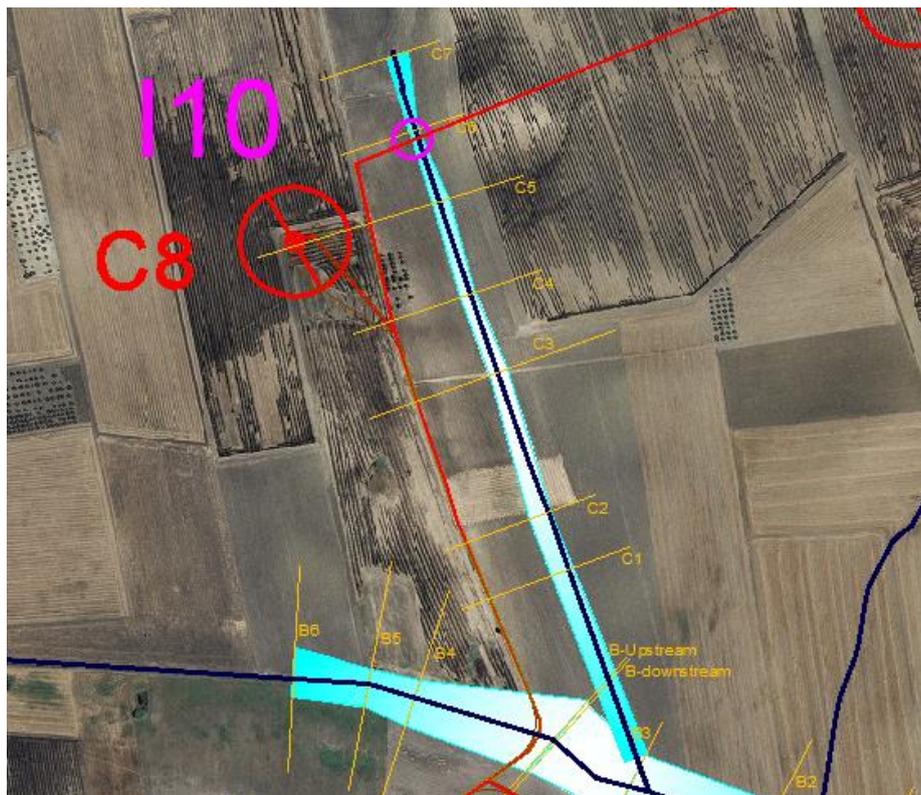


Figura 22 - individuazione delle interferenze I10 del reticolo idrografico con il cavidotto MT interno e rappresentazione delle aree allagabili valutate con $T_r=200$ anni

Il cavidotto MT verrà posato mediante TOC con punti di ingresso e di uscita esterni all'area allagabile individuata. Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento. La piazzola di montaggio e la fondazione dell'aerogeneratore risultano

esterni alle aree allagabili valutate con $T_r=200$ anni pertanto le opere in progetto risultano essere in sicurezza idraulica.

L'allegato 6 - Attraversamento I10, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni.

8.5.11 Verifica idraulica attraversamento I11 e I12

L'interferenza I11 è individuata su un capofosso rinvenuto da carta IGM pertanto essa non costituisce una vera e propria interferenza in quanto è scongiurato un possibile fenomeno di allagamento che, vista la morfologia dell'area, non ha modo di palesarsi.

Il reticolo idrografico su cui è individuata l'interferenza del cavidotto I12 è presente su carta IGM e carta idrogeomorfologica. Per l'interferenza I12, le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,062;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,062.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,02 \text{ s/m}^{1/3}$ in corrispondenza dell'opera idraulica per la presenza di uno scatolare in cemento armato di larghezza 2,00 m e altezza 0,45 m.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

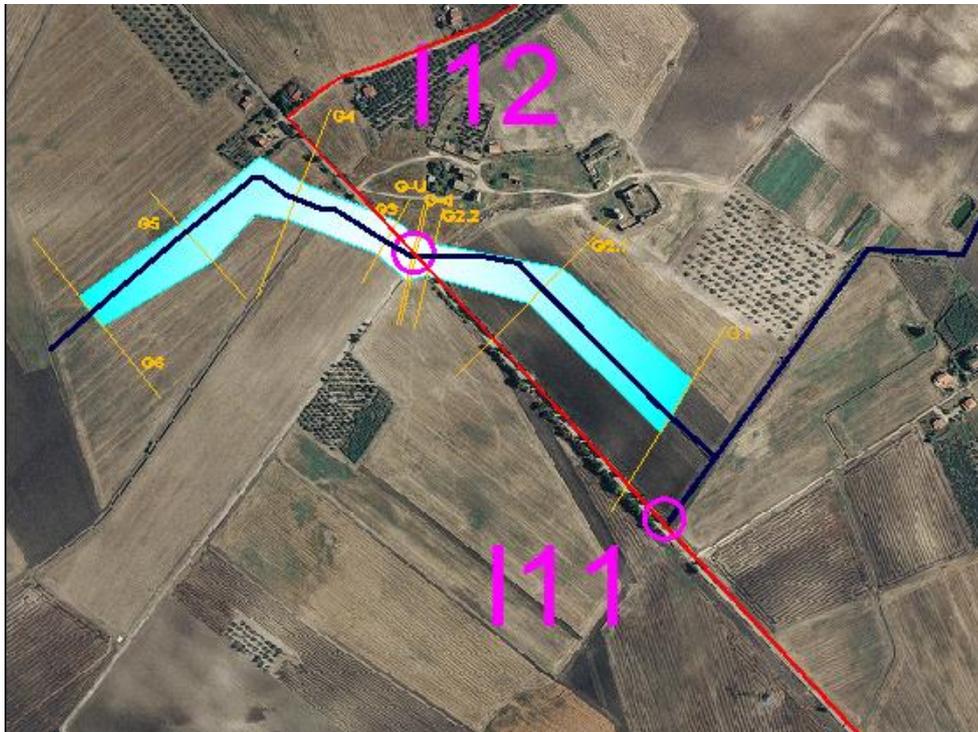


Figura 23 - individuazione delle interferenze I11 e I12 del reticolo idrografico con il cavidotto MT interno e rappresentazione delle aree allagabili valutate con $T_r=200$ anni

Il cavidotto MT verrà posato mediante TOC con punti di ingresso e di uscita esterni all'area allagabile.

Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

L'allegato 6 - Attraversamento I12 mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni.

8.5.12 Verifica idraulica attraversamento I13

Il cavidotto interno interseca il reticolo idrografico presente su carta IGM 1:25000 e su carta idrogeomorfologica in un punto denominato I13; inoltre la fondazione dell'aerogeneratore C2, la piazzola di montaggio e la piazzola di stoccaggio ricadono nella fascia di pertinenza fluviale di tale reticolo. Per l'interferenza I13, i valori di portata, relativi ai vari tempi di ritorno e definiti in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura, sono stati inseriti nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Per l'interferenza I13, le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,06.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,02 \text{ s/m}^{1/3}$ in corrispondenza dell'opera idraulica per la presenza di una condotta tubolare con diametro di 1,00m.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente.

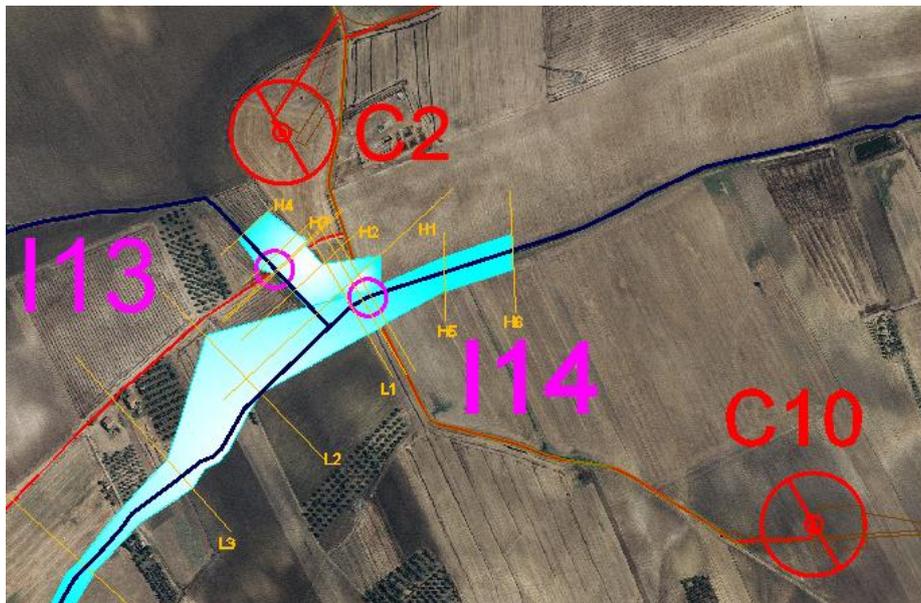


Figura 24 - individuazione dell'interferenza I13 del reticolo idrografico con il cavidotto e rappresentazione delle aree allagabili con $T_r=200$ anni

Il cavidotto MT verrà posato mediante TOC con punti di ingresso e di uscita esterni all'area allagabile.

Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in

futuro eventuali opere di miglioramento. La fondazione dell'aerogeneratore C2 e le sue relative piazzole di montaggio e stoccaggio risultano esterne alle aree allagabili valutate con $Tr=200$ anni pertanto le opere in progetto risultano essere in sicurezza idraulica.

L'allegato 6 - Attraversamento I13, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni.

8.5.13 Verifica idraulica attraversamento I14

Il cavidotto interseca il reticolo idrografico presente su carta IGM 1:25000 e su carta idrogeomorfologica in un punto identificato come I14. Nella simulazione idraulica mediante software Hecras ad ogni sezione è stata affidata la quota parte di portata che le compete praticando una redistribuzione lineare della portata tra le sezioni.

Per l'interferenza I14, le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,043;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,043.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,02 \text{ s/m}^{1/3}$ in corrispondenza dell'opera idraulica per la presenza di una condotta tubolare con diametro di 1,00m.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

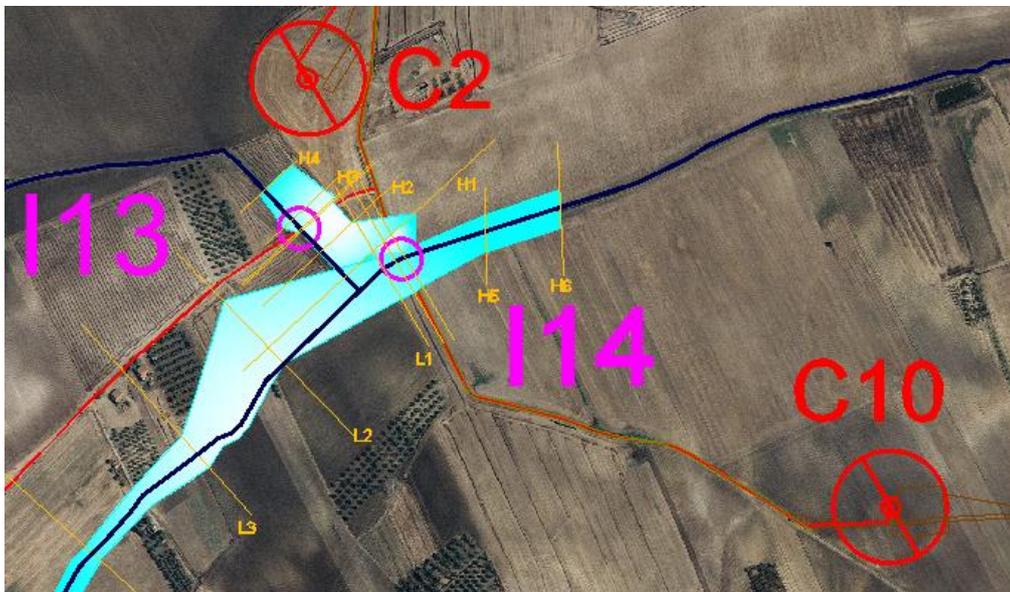


Figura 25 - individuazione dell'interferenza I14 del reticolo idrografico con il cavidotto MT e rappresentazione delle aree allagabili

Il cavidotto MT verrà posato mediante TOC con punti di ingresso e di uscita esterni all'area allagabile.

Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento. La fondazione dell'aerogeneratore C2 e le sue relative piazzole di

montaggio e stoccaggio risultano esterne alle aree allagabili valutate con $T_r=200$ anni pertanto le opere in progetto risultano essere in sicurezza idraulica.

L'allegato 6 - Attraversamento I14, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni.

8.5.14 Verifica idraulica attraversamento I15

Il cavidotto interseca il reticolo idrografico presente su carta IGM 1:25000 e su carta idrogeomorfologica in un punto denominato I15. Nella simulazione idraulica mediante software Hecras ad ogni sezione è stata affidata la quota parte di portata che le compete praticando una redistribuzione lineare della portata tra le sezioni.

Per l'interferenza I15, le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,066;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,066.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente.

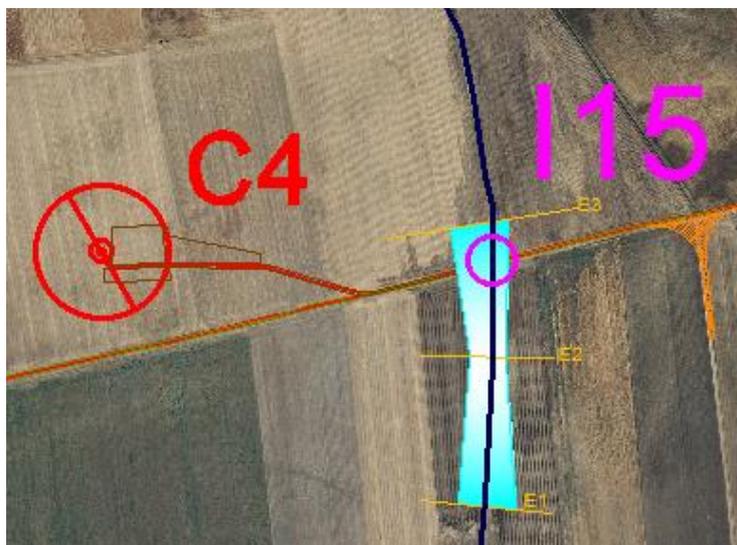


Figura 25 - individuazione dell' interferenza I15 del reticolo idrografico con il cavidotto MT interno e strada da adeguare con rappresentazione delle aree allagabili valutate con $T_r=200$ anni

Il cavidotto MT verrà posato mediante TOC con punti di ingresso e di uscita esterni all'area allagabile.

Il cavidotto sarà posato ad una profondità di 2,50 m rispetto alla parte più bassa del reticolo idrografico in modo da non essere interessato da fenomeni erosivi e in modo da non variare il regime idraulico attuale consentendo in futuro eventuali opere di miglioramento.

L'allegato 6 - Attraversamento I15 mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni.

8.5.15 Verifica idraulica attraversamento I16 e I17

Le interferenze I16 e I17, presenti su carta IGM e carta idrogeomorfologica, si configurano su dei capofossi pertanto sono scongiurati fenomeni di allagamento in corrispondenza della sezione di monte. Tuttavia, poichè l'aerogeneratore C5 e le relative piazzole di montaggio e stoccaggio ricadono all'interno delle fasce di pertinenza fluviale, è stata condotta una simulazione idraulica per la valutazione delle aree allagabili mediante software Hecras.

Nella simulazione idraulica ad ogni sezione è stata affidata la quota parte di portata che le compete praticando una ridistribuzione lineare della portata tra le sezioni.

Per l'interferenza I16, le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,137;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,137.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra.

Per l'interferenza I17, le condizioni al contorno fissate per la modellazione sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,083;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,083.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra.

Nel seguito è riportata la planimetria dell'area allagabile per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente

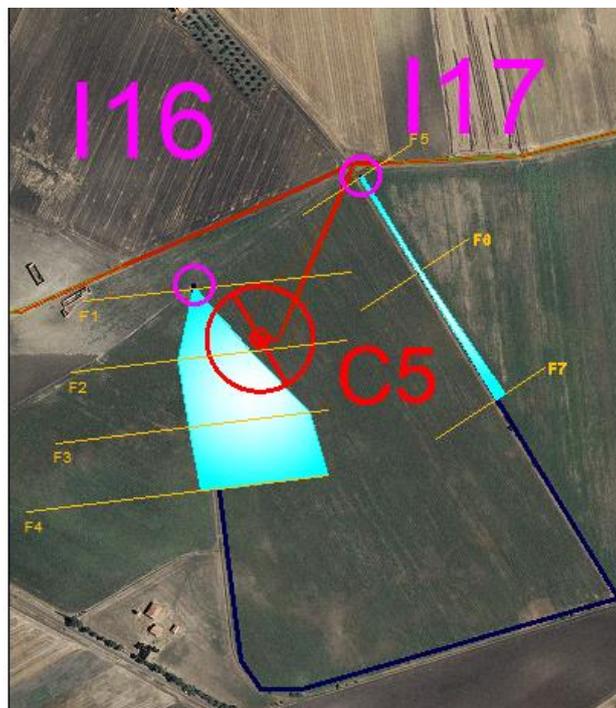


Figura 26 - individuazione delle interferenze I16 e I17 del reticolo idrografico con il caviodotto MT interno e rappresentazione delle aree allagabili valutate con $T_r=200$ anni

Dalla verifica idraulica eseguita si nota come le opere in progetto, ed in particolare le piazzole di montaggio e stoccaggio dell'aerogeneratore C5 sono esterne alle aree allagabili pertanto esse risultano in condizione di sicurezza idraulica.

L'allegato 6 - Attraversamento I15 e I6, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni.

8.5.16 Descrizione interferenza I18

Il reticolo idrografico che passa per il punto di interferenza I18, se pur presente su carta IGM, non si riscontra né sulla CTR o sulla carta idrogeomorfologica, né sulle ortofoto. Il sopralluogo in sito ha confermato l'assenza di evidenti segni di un canale o anche solo di un impluvio. Molto probabilmente gli interventi di bonifica eseguiti negli anni hanno modificato il tracciato originario.

Il reticolo quindi non esiste, pertanto non costituisce interferenza per le opere in progetto.

Sotto si riporta un confronto a mezzo immagini dove si evince quanto sopra esposto.

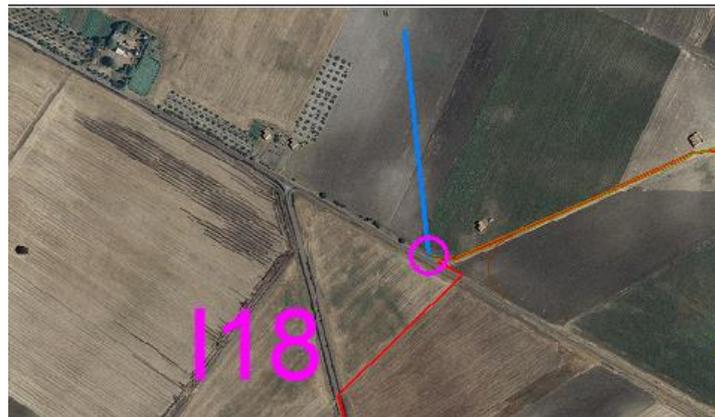


Figura 27 – Stralcio del Layout di progetto su ortofoto dell'aera a ridosso dell'interferenza I18 con individuazione reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM (colore azzurro)



Figura 28 - Stralcio del Layout di progetto su ortofoto dell'aera a ridosso dell'interferenza I18

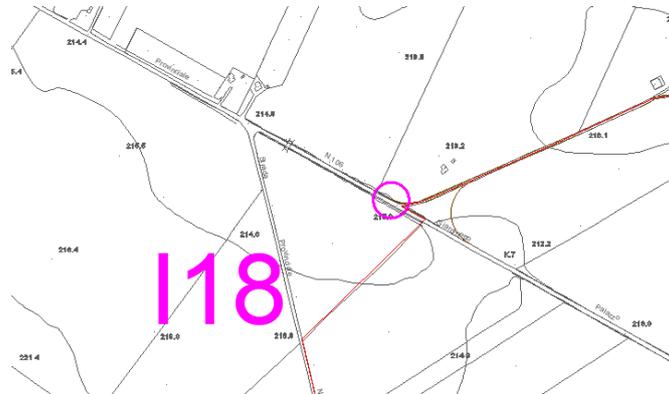


Figura 29 - Stralcio del Layout di progetto su CTR dell'aera a ridosso dell'interferenza I18

8.5.17 Descrizione interferenza I19

Il reticolo idrografico che passa per il punto di interferenza I19, se pur presente su carta IGM, non si riscontra né sulla CTR o sulla carta idrogeomorfologica, né sulle ortofoto. Il sopralluogo in sito ha confermato l'assenza di evidenti segni di un canale o anche solo di un impluvio. Molto probabilmente gli interventi di bonifica eseguiti negli anni hanno modificato il tracciato originario.

Il reticolo quindi non esiste, pertanto non costituisce interferenza per le opere in progetto.

Sotto si riporta un confronto a mezzo immagini dove si evince quanto sopra esposto.



Figura 30 - Stralcio del Layout di progetto su ortofoto dell'aera a ridosso dell'interferenza I19 con individuazione reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM (colore azzurro) e carta idrogeomorfologica (colore blu)



Figura 31 - Stralcio del Layout di progetto su ortofoto dell'aera a ridosso dell'interferenza I19 con individuazione reticolo idrografico rinvenuto carta idrogeomorfologica (colore blu)

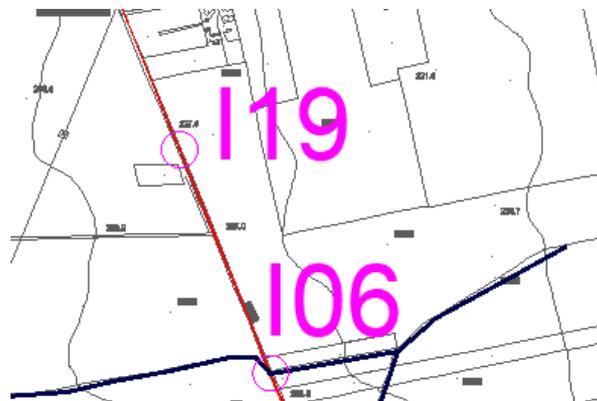


Figura 32 - Stralcio del Layout di progetto su CTR dell'aera a ridosso dell'interferenza I19 con individuazione reticolo idrografico rinvenuto da CTR (colore blu)

8.5.18 Considerazioni sulla sicurezza idraulica per le aree di cantiere

Le aree di cantiere sono due. Una si sviluppa nei pressi dell'aerogeneratore C9 e una nei pressi dell'aerogeneratore C11. Per quanto riguarda l'area di cantiere a ridosso della C9 si precisa che su di essa non si è individuata nessuna interferenza in quanto nelle sue vicinanze non sono presenti reticoli idrografici.

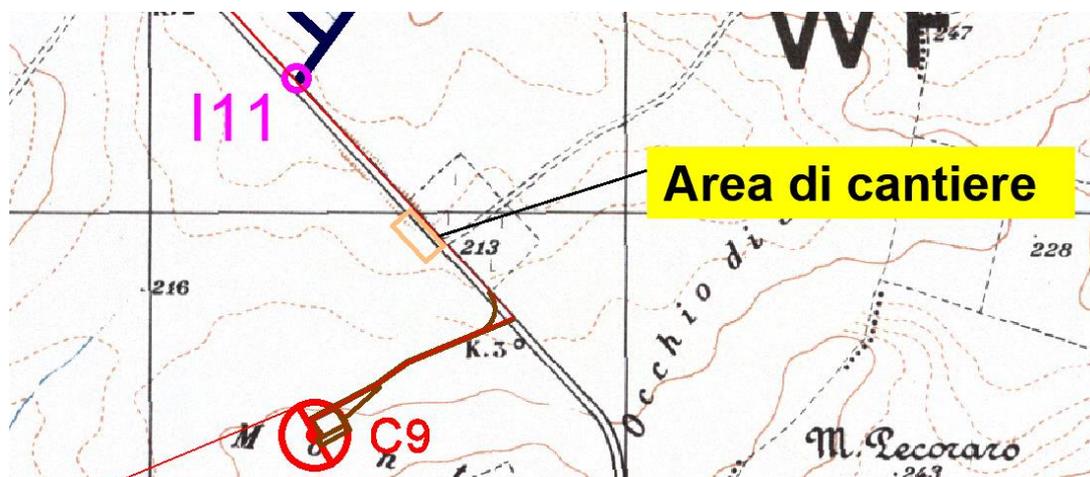


Figura 29 – Stralcio Layout con indicazione area di cantiere e reticoli idrografici rinvenuta da carta IGM

Per quanto riguarda invece, l'area di cantiere a ridosso dell'aerogeneratore C11, si precisa che su di essa non si è individuata nessuna interferenza in quanto, il reticolo idrografico riportato su IGM 1:25000 a ridosso dell'area di cantiere in esame non rappresenta fedelmente lo stato dei luoghi che sono invece maggiormente rappresentati dalla CTR, dalla carta idrogeomorfologica e dalle ortofoto. Pertanto, si è ritenuto corretto assumere come reticolo idrografico con il quale individuare le eventuali interferenze quello riportato su CTR. Il confronto tra i due reticoli idrografici mostra come il reticolo idrografico da CTR sia più corto e la sua sezione di monte si attesta a quote più basse rispetto a quello riportato su IGM.

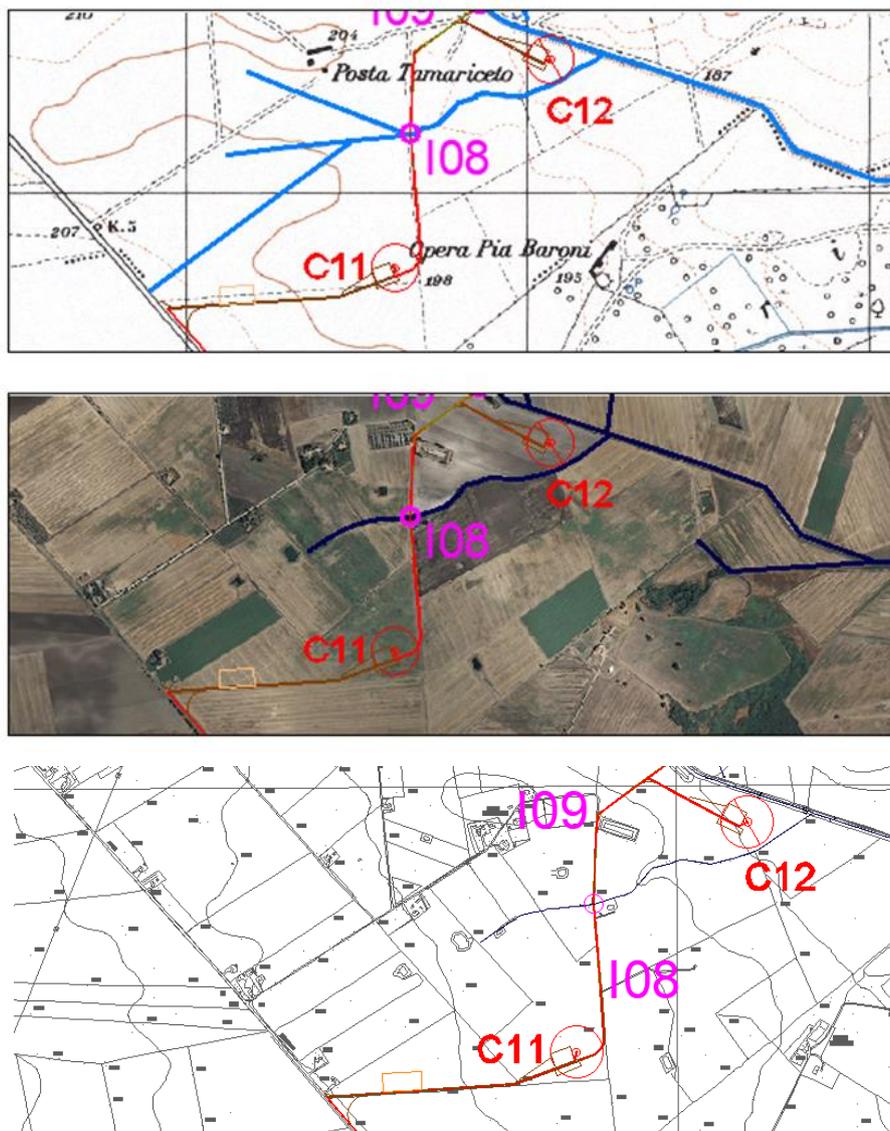


Figura 30 – Confronto tra reticolo rinvenuto da IGM (1:25000) , reticolo rinvenuto da carta idrogeomorfologica e reticolo rinvenuto su CTR (L'area di cantiere è rappresentata dal rettangolo rosa)

	<p align="center">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 65 di 69</p>
---	---	---	---

Considerando il reticolo idrografico rinvenuto da carta idrogeomorfologica e da CTR, l'area di cantiere risulta esterna alla fascia di pertinenza fluviale e pertanto l'opera risulta in condizioni di sicurezza idraulica.

Si precisa ulteriormente che le aree di cantiere sono solo temporanee e verranno dismesse una volta che i lavori saranno completati.

8.6 Calcolo erosione

Il calcolo dell'erosione è stato eseguito per l'interferenza del reticolo idrografico denominata I03 in quanto è il reticolo di maggiore importanza e per il quale si ha la portata più significativa.

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.
I3	Canale rinvenuto da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000	Vallone Legnano

Per avere garanzie sulla bontà della scelta di assicurare 2,50 m di profondità per la posa del cavo al di sotto del punto più depresso delle aree allagabili, si sono individuate le azioni di trascinamento che la corrente può esplicare in corrispondenza dei tratti di attraversamento dei reticoli sopra indicati, in modo tale da verificare che la relativa profondità di escavazione non possa raggiungere il cavo stesso.

In generale, la corrente idrica esercita un'azione di trascinamento sui grani di materiale disposti sul contorno bagnato e, se questi non sono sufficientemente stabili, li sposta ossia, erode 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 precipitazioni eccezionali: 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 decorso rapidissimo e può portare alla rovina dell'opera in alveo nel corso di una sola piena;
- Erosione generalizzata, dovuta alle piene ordinarie: 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, privi di opere puntuali, è da ricondurre all'erosione di tipo generalizzata.

Al fine di garantire il cavidotto dal fenomeno dell'erosione lo stesso sarà posto a 2.50 m al di sotto del fondo dell'alveo, che è un profondità molto cautelativa, infatti dai calcoli speditivi di seguito riportati si hanno abbassamenti del letto inferiori.

La profondità della erosione di un tronco d'alveo per carenza di apporto di materiale solido da monte può essere definita con delle formulazioni empiriche.

Infatti la sezione si deformerà, approfondendosi e/o allargandosi, fino a che l'azione di trascinarsi della corrente non diminuirà al di sotto del valore critico individuato.

Per le valutazioni più speditive si può ricavare la profondità di erosione δ come differenza tra il tirante d'acqua "h" antecedente alla erosione e il tirante d'acqua "he" a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h_e - h$$

dove:

he: tirante successivo all'erosione (calcolato con le formule empiriche di Blench)

h: tirante antecedente all'erosione.

Il tirante d'acqua "he" a fenomeno avvenuto si ricava da formule del tutto empiriche e senza giustificazione teorica, dall'equilibrio dei canali a regime.

La formula di Blench (1969) propone:

$$h_e = 0.379 q^{2/3} d_{50}^{-1/6} \quad \text{per sabbia e limo} \quad \text{con } 6 \cdot 10^{-5} < d_{50} \text{ (m)} < 0.002$$

$$h_e = 0.692 q^{2/3} d_{50}^{-1/12} \quad \text{per sabbia e ghiaia} \quad \text{con } 0.002 < d_{50} \text{ (m)}$$

la formula di Maza Alvarez ed Echavarria (1973) propone:

$$h_e = 0.365 q^{0.784} d_{50}^{-0.157} \quad \text{per sabbia e ghiaia con } d_{75} \text{ (m)} < 0.006$$

dove per q = portata nell'unità di larghezza del canale.

Per il calcolo di "q" si utilizza il tirante e velocità forniti dal modello idraulico lungo le sezioni stesse. Si valuta a seguire il fenomeno per l'interferenza I03. Si è assunto, in maniera cautelativa, che detti valori massimi, misurati in corrispondenza delle sezioni di attraversamento prossime all'interferenza, possano definire le suddette portate per unità di larghezza del canale "q" se le si considera rappresentativi per tutta la sezione stessa, fissando, in questo modo, una sezione rettangolare per gli alvei. Questa posizione è, di fatto, ampiamente cautelativa in quanto in una sezione mistilinea i valori di tirante e velocità variano dai valori massimi adottati fino a quelli molto più modesti che si ritrovano lungo i bordi delle aree allagabili.

Erosione Interferenza I03 – canale Vallone Legnano - sezione di controllo 16-16'

Tirante = 1.96 m

Velocità = 2.54 m/sec

d50=0,002 (sabbie e limi)

Portata unitaria q \approx 4.97 m²/sec

he= 3.11 m

$$\delta = 3.11 - 1.96 = 1.59 \text{ m}$$

Per quanto appena esposto il cavidotto MT interrato in corrispondenza dei tratti in cui interferisce con l'area allagabile determinata con Tr=200anni verrà messo in opera con tecnica di scavo T.O.C.; per tali tratti la profondità di posa di 2,50 m supera ampiamente la profondità di escavazione esplicabile dalla corrente, quindi a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi.

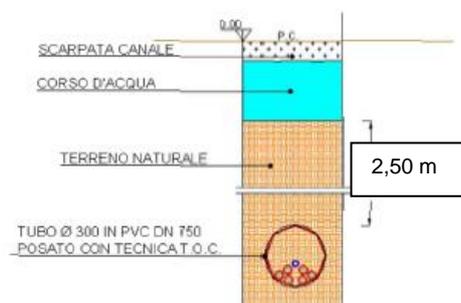
8.7 Attraversamenti del cavidotto interno ed esterno eseguiti con TOC in corrispondenza delle aree tutelate connesse a reticoli cartografati su IGM

Al fine di assicurare che la posa dei cavi interrati non alteri l'attuale equilibrio dei materiali che costituiscono il fondo delle aree interessate dal transito delle piene bicentinarie, lungo i tratti di intersezione gli attraversamenti saranno realizzati con tecnica T.O.C., che si articola secondo tre fasi operative:

- 1) esecuzione del foro pilota: questo sarà di piccolo diametro e verrà realizzato mediante l'utilizzo dell'utensile fondo foro, il cui avanzamento all'interno del terreno è garantito dalla macchina perforatrice che trasmetterà il movimento rotatorio ad una batteria di aste di acciaio alla cui testa è montato l'utensile fresante. La posizione dell'utensile sarà continuamente monitorata attraverso il sistema di localizzazione;
- 2) trivellazione per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) verrà montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota, di diametro superiore al precedente, e il tutto viene tirato verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro del sistema di trivellazione, l'alesatore allargherà il foro pilota;
- 3) tiro della tubazione o del cavo del foro: completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point verrà montato, in testa alle condotte da posare già giuntate tra loro, l'utensile per la fase di tiro-posa e questo viene collegato con l'alesatore. Tale utensile ha lo scopo di evitare che durante la fase di tiro, il movimento rotatorio applicato al sistema dalla macchina perforatrice non venga trasmesso alle tubazioni. La condotta viene tirata verso l'exit point. Raggiunto il punto di entrata la posa della condotta si può considerare terminata.

In particolare, in corrispondenza delle interferenze del cavidotto MT interrato con il reticolo idrografico, l'attraversamento dell'area allagabile determinata con $Tr=200$ anni avverrà ad una profondità maggiore di 2,50 m, le operazioni di scavo direzionale inizieranno e termineranno per ogni interferenza minimo a 10,00 m dall'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni in maniera tale da lasciarne inalterato il fondo. A seguire si restituiscono alcuni schemi semplificativi della TOC.

SEZIONE TIPICA CAVIDOTTO CON T.O.C.



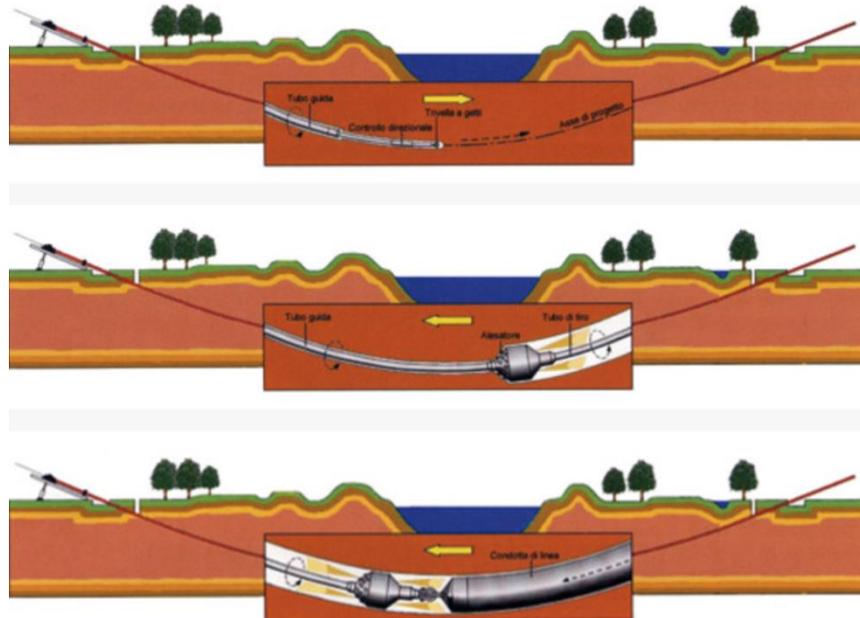


Figura 33 -Operazioni di scavo direzionali con TOC

	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.CDS01.PD.0.7.1 01 26/07/2019 69 di 69</p>
---	--	---	---

9 CONCLUSIONI

Le verifiche idrauliche eseguite in corrispondenza dei punti d'interferenza dei reticoli idrografici hanno permesso di individuare le aree allagabili con tempi di ritorno $T_r=200$ anni, così come richiesto dalla NTA del PAI redatto dall'AdB della Puglia.

Con riferimento alla configurazione alle opere in progetto rispetto all'assetto idraulico sono state segnate le sezioni lungo le quali le opere in progetto interferiscono con le aree tutelate così come definite dagli artt. 6 e 10 delle N.T.A. del P.A.I. dell'AdB Puglia e per tali interferenze si sono valutate le aree allagabili per eventi con tempi di ritorno di 200 anni. Inoltre, come richiesto dall'AdB in corrispondenza dei nuovi tratti di strada da realizzare sono state eseguite opportune modellazioni idrauliche, con l'indicazione di adeguati manufatti idraulici.

I risultati ottenuti, posti alla base della progettazione, assicurano che le opere in progetto, come rappresentato negli elaborati grafici, sono assolutamente congruenti con l'assetto idraulico del territorio e con le relative condizioni di sicurezza.

In sintesi, alla luce delle analisi e delle verifiche effettuate si sono delineate le seguenti conclusioni:

- gli aerogeneratori e le relative piazzole di montaggio e stoccaggio in progetto sono esterni alle aree allagabili determinate in condizione di moto permanente con $T_r=200$ anni con il software HEC-RAS;
- le strade di progetto non intersecano mai i reticoli idrografici;
- le aree di cantiere sono esterne alle fasce di pertinenza fluviale e posizionate sempre a quote superiori rispetto ai reticoli idrografici più vicini;
- il cavidotto interrato nel suo percorso interseca in diversi punti il reticolo; gli attraversamenti delle aree allagabili così come determinate considerando un tempo di ritorno di 200 anni verranno eseguiti con tecnica di scavo T.O.C.. I punti di infissione e di uscita della TOC saranno sempre esterni alle aree allagabili. Per i tratti in TOC la profondità di posa di 2,50 m supera ampiamente la profondità di escavazione esplicabile dalla corrente, quindi il cavidotto sarà posto ad una profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi.

Assodato che

- gli studi condotti hanno interessato un ampio territorio, ed hanno interessato tutte le opere ricadenti all'interno del territorio dell'AdB Puglia, delimitando i bacini di studio in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che può avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste;
- sulla viabilità esistente non si eseguirà nessun intervento che comporti modifiche delle livellette e delle opere idrauliche presenti;

avendo riferito tutte le valutazioni agli eventi bicentenari, definite le fasce di pertinenza fluviale di ogni reticolo idrografico, l'impianto, nella configurazione proposta, risulta essere in condizioni di "sicurezza idraulica".