

REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI POTENZA

Comune:
Melfi

Località "Zona industriale San Nicola di Melfi"

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione: 0

RELAZIONI GENERALI

Titolo elaborato:

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDRAULICA

N. Elaborato: **1.8.2**

Scala: -

Committente

VERUS S.r.l.

Via Della Tecnica,18
85100 Potenza (PZ)
P.IVA 02059170767


Progettista

Ing. Giuseppe Antonino Camarda




Legale Rappresentante
Donato Macchia

Rev.	Data	Elaborazione	Approvazione	Emissione	DESCRIZIONE
00	NOVEMBRE 2021	LR sigla	GC sigla	GC sigla	PAS
Nome File sorgente		FV.MEL05.PD.1.8.2.doc	Nome file stampa	FV.MEL05.PD.1.8.2.pdf	Formato di stampa: A4

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 1 di 38
---	---	---	--

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO	5
2.1	GENERALITÀ	5
2.2	UBICAZIONE	6
2.3	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO	6
2.1.1	CARATTERISTICHE TECNICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	7
2.1.2	RECINZIONE PERIMETRALE, SISTEMA DI ILLUMINAZIONE ED ANTINTRUSIONE	7
2.1.3	VIABILITÀ INTERNA ED ESTERNA AL CAMPO FOTOVOLTAICO	8
2.1.4	CABINE DI CAMPO E DI RACCOLTA	8
2.1.5	CAVIDOTTI BR ED MT – IMPIANTO DI UTENZA	8
3	AREA D'INTERVERTO E PERIMETRAZIONI DEL PAI DELL'ADB DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO MERIDIONALE TERRITORIO DI COMPETENZA EX ADB PUGLIA	10
3.1	SINTESI DELLE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DELLE PAI DELL'AUTORITÀ DI BACINO DELL'APPENNINO MERIDIONALE TERRITORIO DI COMPETENZA EX ADB PUGLIA	10
3.2	INTERFERENZE DELLE OPERE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO DALLA CARTA IGM 1:25000 E CARTA CTR	11
5.1	INTERFERENZE DELLE OPERE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO DALLA CARTA IGM 1:25000	12
5.2	LINEA ELETTRICA CAVO MT INTERRATO CHE COLLEGA GLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI ALLA STAZIONE ELETTRICA	13
3.3	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE A 150 kV E CAVIDOTTO AT	14
4	COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI INTERVENTI	15
4.1	STIMA DELLA PIENA INDICE: MODELLO RAZIONALE	15
4.2	VALUTAZIONE DEL FATTORE PROBABILISTICO DI CRESCITA DELLE PORTATE	16
4.3	VALUTAZIONE DELLE PIENE INDICE E DELLE PORTATE DI PIENA DEI BACINI SOTTESI ALLE SEZIONI DI CALCOLO	17
4.4	METODOLOGIA UTILIZZATA PER LE VERIFICHE IDRAULICHE	20
4.5	DESCRIZIONE INTERFERENZE E VERIFICHE IDRAULICHE	21
4.5.1	VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO I1E I2	21
4.5.2	VERIFICA IDRAULICA IMPLUVIO I3	24
4.5.3	VERIFICA IDRAULICA IMPLUVIO I4	25
4.5.4	VERIFICA IDRAULICA IMPLUVIO I5	27
4.5.5	DESCRIZIONE INTERFERENZA I6	28
4.5.6	VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO I7_I8_I9_I11_I12	29
4.5.7	VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO I10	31
4.5.8	DESCRIZIONE INTERFERENZA I13	32
4.5.9	DESCRIZIONE INTERFERENZA I14	33
4.6	TRATTO DI POSA CAVIDOTTO INTERNO ED ESTERNO IN CORRISPONDENZA DELLE AREE TULATE CONNESSE A RETICOLI CARTOGRAFATI SU IGM - SCAVI CON TOC	34
4.7	CALCOLO EROSIONE	35
5	CONCLUSIONI	38

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 2 di 38
---	---	---	--

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

ALLEGATO 2 - 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 scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica

ALLEGATO 3 - Layout di progetto su IGM con individuazione dei bacini idrografici


ALLEGATO 4 - Planimetria su IGM con l'individuazione delle aree allagabili determinate considerando un $Tr=200$ anni

ALLEGATO 5 - Particolari dei punti di attraversamento dei reticoli idrografici con modalità di attraversamento e foto

ALLEGATO 6 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras in corrispondenza di ogni sezione di calcolo

ALLEGATO 7 - 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 - Modelli di calcolo HEC-RAS (Cd room)

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 3 di 38
---	---	---	--

1 PREMESSA

Obiettivo dell'iniziativa imprenditoriale a cui è legato il progetto di seguito descritto è la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 75 MW e potenza di picco pari a 76,26 MWp da installare nel comune di Melfi (PZ) in località "Zona industriale San Nicola di Melfi- Area produttiva P.R.", e con opere di connessione ricadenti tutte nello stesso territorio comunale.

Proponente dell'iniziativa è la società Verus S.r.l. con sede a Potenza (PZ) in via Della Tecnica 18. L'impianto fotovoltaico è costituito da 110523 moduli ognuno di potenza pari a 690 Wp. L'impianto è organizzato in gruppi di stringhe collegati alle cabine di campo le quali saranno a loro volta collegate alle cabine di raccolta situate in area impianto. L'impianto è suddiviso in due macro aree, rispettivamente zona Nord e zona Sud. A loro volta si distinguono in "Area Nord 1", "Area Nord 2", "Area Sud 1", "Area Sud 2" e sono prossime alla SP111; le quattro aree campo a destinazione industriale saranno delimitate da recinzione perimetrale e provviste di cancelli di accesso.

L'energia elettrica viene prodotta da ogni gruppo di moduli fotovoltaici in corrente continua e viene trasmessa all'inverter che provvede alla conversione in corrente alternata. Ogni inverter è posto all'interno di una cabina di campo all'interno della quale è ubicato il trasformatore MT/BT.

Le linee MT in cavo interrato collegheranno fra loro le 20 cabine di campo e quindi proseguiranno alle cabine di raccolta previste all'interno dell'area d'impianto. Dalle cabine di raccolta si svilupperà la linea MT interrata per il trasferimento dell'energia alla Stazione Elettrica di Trasformazione utente 30/150 kV collegata a sua volta al sistema di sbarre AT dell'area comune a 150 kV esistente ed in esercizio condivisa con altri produttori. L'area comune è a sua volta collegata allo stallo AT 150 kV della Stazione Elettrica RTN 150/380 kV "Melfi".

La proposta progettuale presentata è stata sviluppata in modo da ottimizzare al massimo il rapporto tra le opere di progetto e il territorio, limitare al minimo gli impatti ambientali e paesaggistici e garantire la sostenibilità ambientale dell'intervento.

Il presente studio di compatibilità idrologica e idraulica ha lo scopo di valutare le interferenze del cavidotto di collegamento MT interrato che percorre i tre campi fotovoltaici fino alla stazione elettrica sul regime idrologico e idraulico del reticolo idrografico ai sensi delle norme tecniche di attuazione del Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Il presente studio di compatibilità idrologica e idraulica ha lo scopo di valutare le interferenze delle opere in progetto sul regime idrologico e idraulico del reticolo idrografico ai sensi delle norme tecniche di attuazione del Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino dell'Appennino Meridionale territorio di competenza ex AdB Puglia, il presente studio di compatibilità idrologica e idraulica prevede verifiche idrauliche per le interferenze con il reticolo idrografico in condizione di moto permanente sulla configurazione in variante del progetto e rispettando tutti i requisiti riportati nella nota del prima indicata.

L'intervento in progetto si sviluppa nel territorio del comune di Melfi (PZ) che ricade nel territorio dell'AdB dell'Appennino Meridionale territorio di competenza della ex AdB della Puglia.

La figura 1 mostra il layout delle opere in progetto con individuazione dei punti d'interferenza con il reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 (irif. allegato 2 – rif. elab.FV.MEL05.PD.1.8.3). Per le interferenze indicate in rosso nel presente studio si determinerà l'area allagabile con Tr 200 anni, mentre per le interferenze I13 e I14 non si effettuerà nessun studio in quanto dallo stato dei luoghi non sono presenti linee d'impluvio.

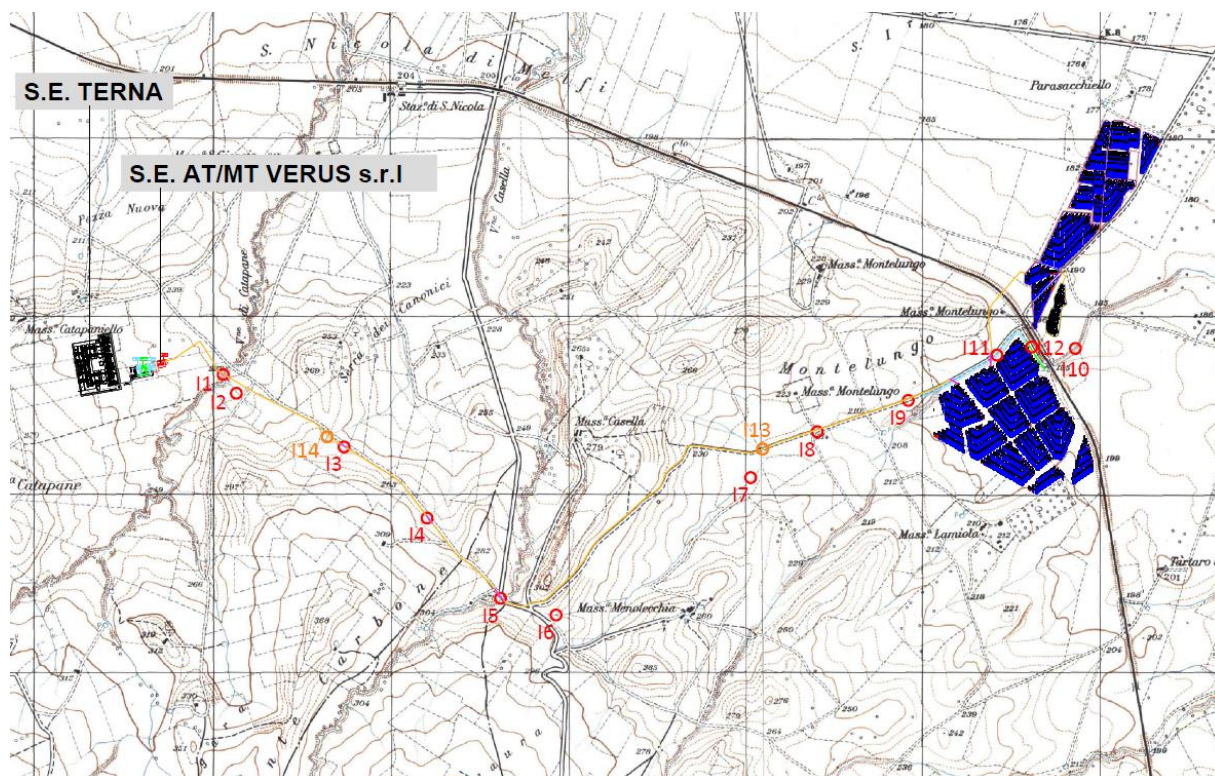



Figura 1 - Layout di progetto su carta IGM 1:25000 con individuazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico

Di seguito sono dapprima descritte le varie fasi del lavoro di ricostruzione del quadro conoscitivo, con particolare riferimento all'uso del suolo, alla 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 nell'alveo in modellamento attivo e aree golenali e nelle fasce di pertinenza fluviale del reticolo idrografico e si descriveranno le modalità di attraversamento.

In fase di impostazione degli studi, per l'individuazione dei reticoli idrografici, si sono considerate le indicazioni idrauliche fornite dalla Carta I.G.M. 1:25000 e carta idrogeomorfologica, fonte ufficiale per l'individuazione del reticolo idrografico. Successivamente per meglio definire la morfologia delle aree interessate dalle opere in progetto e dei reticoli idrografici individuati, si è presa in considerazione la Carta tecnica Regione Basilicata, in quanto rappresenta meglio lo stato dei luoghi.

Gli studi effettuati sono stati eseguiti con tempo di ritorno di 200 anni in regime di moto permanente sono volti a caratterizzare le relazioni che si possono stabilire tra le opere in progetto e l'assetto idraulico delle

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 5 di 38
---	---	---	--

aree, in modo da renderli reciprocamente compatibili secondo quanto prescrive il criterio di conformità al PAI vigente, in relazione alle condizioni di "sicurezza idraulica".

2 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

2.1 Generalità

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico da realizzare nel comunale di Melfi in località "C.da San Nicola". L'area è raggiungibile percorrendo la SP111.

L'impianto fotovoltaico di progetto ha una potenza complessiva di picco installata pari a 76,26 MWp.

suddetto impianto è costituito da 110523 moduli fotovoltaici, suddivisi in campi, sottocampi e stringhe, i quali sono collegati in serie o in parallelo a seconda del livello. Una serie di moduli costituisce una stringa, la quale si collega in parallelo ad altre stringhe per formare il sottocampo, il quale forma con altri sottocampi sempre collegati in parallelo il campo fotovoltaico.

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (tracker), in configurazione 1X ovvero un tracker con 1 filare.


I tracker su cui sono montati i moduli sono realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato, resistente alla corrosione.

Le strutture dei tracker sono costituite da pali verticali infissi al suolo e collegati da una trave orizzontale secondo l'asse nord-sud (mozzo) inserita all'interno di cuscinetti appositamente progettati L'impianto sarà corredato da 20 cabine di campo, 2 cabine di raccolta. Durante il giorno l'impianto fotovoltaico converte la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. Tale corrente è inviata attraverso i quadri di campo e sottocampo agli inverter i quali la trasformano in corrente alternata trifase.

Le uscite c.a. degli inverter di ogni sottocampo si collegano a relativi trasformatori MT/BT che elevano la tensione a 30 kV e in particolare le cabine di sottocampo saranno collegate tra di loro mediante un cavidotto MT interrato denominato "cavidotto interno". Quest'ultimo giungerà alle cabine di raccolta a partire dalle quali si svilupperà un cavidotto MT interrato, denominato "cavidotto esterno" per il collegamento dell'impianto alla Stazione Elettrica di Trasformazione utente 30/150 kV.

L'area d'impianto (ovvero quella destinata all'installazione dei pannelli fotovoltaici), ubicata all'interno della Zona industriale San Nicola di Melfi-Area produttiva PR sarà delimitata da una recinzione realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde collegata a pali in acciaio tinteggiati verdi infissi direttamente nel suolo. Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia si prevede di installare la recinzione in modo da garantire lungo tutto il perimetro dell'impianto un varco di 20 cm rispetto al piano campagna. L'accesso all'area d'impianto avverrà attraverso diversi cancelli carrai a due ante, con luce netta 5 m ed ante montate su pali in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato collegati da cordolo.

All'interno dell'area d'impianto e perimetralmente alla recinzione è previsto un sistema di illuminazione e videosorveglianza che sarà montato su pali in acciaio zincato fissati al suolo con plinto di fondazione in cls armato. L'illuminazione avverrà dall'alto verso il basso in modo da evitare la dispersione verso il cielo

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 6 di 38
---	---	---	--

della luce artificiale in accordo con quanto previsto dalla normativa regionale e nazionale in materia di inquinamento luminoso (ad esempio l.r. 23 novembre 2005, n. 15).

A partire dall'area d'impianto si sviluppa il cavidotto di collegamento dell'impianto alla Stazione Elettrica di Trasformazione utente 30/150 kV collegata a sua volta al sistema di sbarre AT dell'area comune a 150 kV esistente ed in esercizio condivisa con altri produttori. L'area comune è a sua volta collegata allo stallo AT 150 kV della Stazione Elettrica RTN 150/380 kV "Melfi".

2.2 Ubicazione

L'impianto fotovoltaico di progetto ricade sul territorio comunale di Melfi (PZ) nell'area industriale denominata "Zona industriale San Nicola di Melfi-Area produttiva PR".

Per il dettaglio dell'ubicazione catastale delle opere di progetto si rimanda alla sezione 3 "Rilievi planoaltimetrici ed elaborati progettuali"

Si fa presente che le aree sulle quali è prevista l'installazione del campo fotovoltaico sono già nella disponibilità della proponente.

2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto

Il progetto prevede l'installazione di tracker su cui verranno installati i moduli fotovoltaici come segue:

- Orientamento dei tracker orizzontali in direzione nord/sud;
- Rotazione lungo l'arco solare (asse est-ovest)

I tracker saranno posizionati in file parallele e opportunamente distanziate per mantenere gli spazi necessari sia per minimizzare il loro reciproco ombreggiamento, sia per la definizione di "corridoi" naturali transitabili con piccole macchine operatrici per la manutenzione ordinaria e straordinaria.


In sintesi l'impianto presenta:

- N. 110523 moduli fotovoltaici da 690 Wp collegati in stringhe installate su strutture di supporto;
- N°20 inverter di potenza nominale 3750 kVA;
- N°20 trasformatori MT/BT di potenza nominale 4500 kVA;
- N°20 cabine di campo all'interno dell'area d'impianto;
- N°2 cabine di raccolta
- N°1 Stazione elettrica di utenza

L'Autorità per l'energia elettrica, il gas e rete idrica con la delibera ARG/elt99/08 (TICA) e s.m.i. stabilisce le condizioni per l'erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi per gli impianti di produzione di energia elettrica.

Il campo di applicazione è relativo anche ad impianti di produzione e si prefigge di individuare il punto di inserimento e la relativa connessione, dove per inserimento s'intende l'attività d'individuazione del punto nel quale l'impianto può essere collegato, e per connessione s'intende l'attività di determinazione dei circuiti e dell'impiantistica necessaria al collegamento.

L'impianto fotovoltaico di VERUS S.r.l. avrà una potenza installata di 76,26 MWp, ed una potenza

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 7 di 38
---	---	---	--

nominale in uscita dagli inverter di 75 MW.

La Soluzione Tecnica Minima Generale trasmessa da Terna con Codice Pratica 202000202 prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della SE di trasformazione a 380/150 kV denominata "Melfi".

2.1.1 Caratteristiche tecniche del generatore fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico è composto complessivamente da 110523 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, con trattamento antiriflettente, vetro temperato, resine EVA, strati impermeabili e cornice in alluminio. Tali moduli sono collegati in serie fra di loro in modo da formare serie di stringhe.

L'intero impianto è suddiviso in 20 sottocampi ognuno gestito da un inverter centralizzato (rif. Elab. 5.3).

Dal punto di vista elettrico, l'impianto nel suo complesso è funzionalmente diviso in 20 blocchi da 3,750 MVA di potenza AC.

La potenza complessiva di picco lato corrente continua risulta essere di 76,26 MWp (potenza DC), mentre lato corrente alternata la potenza risulta essere 75 MW.

2.1.2 Recinzione perimetrale, sistema di illuminazione ed antintrusione

Perimetralmente all'area del campo fotovoltaico è prevista la realizzazione di una recinzione con lo scopo di proteggere l'impianto.

La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde alta circa 170 m e sormontata da filo spinato, collegata a pali in acciaio tinteggiati verdi alti 2,4 m infissi direttamente nel suolo per una profondità di circa 60 cm. È stata evitata la scelta di recinzioni ancorare a cordoli di fondazione che risulta essere a maggior impatto ambientale. Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia si prevede di installare la recinzione in modo da garantire lungo tutto il perimetro dell'impianto un varco di 20 cm rispetto al piano campagna. In tal modo l'intervento risulterà "permeabile" alla cosiddetta microfauna locale.


Per consentire l'accesso alle aree d'impianto sono previsti diversi cancelli carrai a due ante, con luce netta 5 m ed ante montate su pali in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato collegati da cordolo.

All'interno dell'area d'impianto e perimetralmente alla recinzione è previsto un sistema di illuminazione e videosorveglianza che sarà montato su pali in acciaio zincato fissati al suolo con plinto di fondazione in cls armato. I pali saranno dislocati ogni 50 m di recinzione e su di essi saranno montati i corpi illuminanti e le videocamere del sistema di sorveglianza.

L'illuminazione avverrà dall'alto verso il basso in modo da evitare la dispersione verso il cielo della luce artificiale in accordo con quanto previsto dalla normativa regionale e nazionale in materia di inquinamento luminoso (ad esempio l.r. 23 novembre 2005, n. 15).

I cavi di collegamento del sistema saranno alloggiati nello scavo perimetrale già previsto per il passaggio dei cavidotti dell'impianto fotovoltaico. Il sistema di illuminazione/videosorveglianza avrà una sua linea di alimentazione elettrica tradizionale.

I particolari costruttivi relativi a cancello e recinzione sono riportati nella sezione 4 del progetto.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 8 di 38
---	---	---	--

2.1.3 Viabilità interna ed esterna al campo fotovoltaico

L'impianto di progetto è suddiviso in quattro aree ubicate all'interno della "Zona Industriale San Nicola di Melfi-Area produttiva PR" prossime alla SP 111.

All'interno delle aree d'impianto è prevista la realizzazione di una viabilità perimetrale che corre lungo la recinzione per consentire di raggiungere le cabine di campo.

La viabilità avrà un pacchetto di spessore di 40 cm tale da consentire sia durante la fase di cantiere che in caso di sostituzione delle cabine, il transito di mezzi a carico maggiore. Si fa presente che lo spessore del pacchetto stradale potrà essere ridefinito in fase di progettazione esecutiva a seguito degli approfondimenti che verranno effettuati sulla portanza del terreno e sui carichi in transito.

Le operazioni che verranno eseguite per la realizzazione della viabilità interna all'area d'impianto sono le seguenti

- Tracciamento stradale: pulizia del terreno consistente nello scoticamento per uno spessore pari al pacchetto previsto;
- Posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni in fase di progettazione esecutiva;
- 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 30 cm (da rivalutare eventualmente in fase di progettazione esecutiva);
- Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli e avrà 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.

Al termine dei lavori, e quindi del transito dei mezzi di cantiere, si prevede la regolarizzazione del tracciato stradale utilizzato in fase di cantiere, secondo gli andamenti precisati nel progetto della viabilità di esercizio; si prevede altresì il ripristino della situazione ante operam di tutte le aree esterne alla viabilità finale e utilizzate in fase di cantiere nonché la sistemazione di tutti gli eventuali materiali e inerti accumulati provvisoriamente.


2.1.4 Cabine di campo e di raccolta

Per l'impianto fotovoltaico ad ogni sottocampo è associata una cabina di campo, in particolare per l'impianto fotovoltaico saranno previste venti cabine di campo. Nell'elaborato 5.2 sono riportati i disegni architettonici delle cabine di campo.

La cabina di raccolta si pone come interfaccia tra l'impianto fotovoltaico e la Stazione Utente di trasformazione 30/150 kV. Nell'elaborato 5.1 sono riportati i disegni architettonici delle cabine di raccolta.

2.1.5 Cavidotti BR ed MT – impianto di utenza

Il cavidotto interno di collegamento si può suddividere in:

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 9 di 38
---	---	---	--

- Cavidotto in corrente continua e bassa tensione, che ha il compito di trasportare l'energia prodotta dai generatori fotovoltaici fino alle cabine di campo;
 - Cavidotto in media tensione che serve alla connessione delle cabine di campo tra di loro e che trasporta l'energia elettrica dopo la trasformazione da corrente continua in alternata e da bassa tensione a media. Il cavidotto MT sarà interrato lungo la viabilità interna ed esterna al campo fotovoltaico.
- A partire dall'area dell'impianto fotovoltaico si sviluppa il cavidotto esterno MT che collegherà le cabine di raccolta con la Stazione utente di trasformazione 30/150 kV.

Caratteristiche dei cavi BT

I cavi dei moduli fotovoltaici, del tipo FG21M21 o similari , sono connessi tra loro tramite connettori ad innesto rapido.

Il singolo modulo fotovoltaico è corredato da due cavi con terminale positivo e negativo uscenti dalla scatola di giunzione, di sezione pari a 4 mmq. Tali cavi sono preintestati con connettori MC4 e nel caso sia necessario realizzare prolunghe dei terminali si utilizzerà cavo unipolare di tipo FG21M21.

Tali conduttori giungono alle cassette di sottocampo dove viene realizzato il parallelo delle stringhe. Per il collegamento di ogni quadro di sottocampo al corrispondente ingresso inverter, si utilizzerà cavo bipolare di tipo FG16R16 di sezione appropriata.

Caratteristiche tecniche dei cavi MT

Scopo del presente paragrafo è quello di fornire le caratteristiche tecniche ed elettriche dei cavi che verranno utilizzati per il collegamento in media tensione.


Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche elettriche principali del sistema elettrico in alta tensione sono:

- sistema elettrico 3 fasi – c.a.
- frequenza 50 Hz
- tensione nominale 30 kV
- tensione massima 36 kV
- categoria sistema B

Tipologia di posa dei cavi MT

Il cavidotto MT che interessa il collegamento tra le cabine di campo e le cabine di raccolta 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.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 10 di 38
---	---	---	---

3 AREA D'INTERVERTO E PERIMETRAZIONI DEL PAI DELL'ADB DEL DISTRETTO DELL'APPENNINO MERIDIONALE TERRITORIO DI COMPETENZA EX ADB PUGLIA

3.1 Sintesi delle Norme tecniche di attuazione delle PAI dell'Autorità di Bacino dell'Appennino Meridionale territorio di competenza ex AdB Puglia

Le norme Tecniche di attuazione (NTA) del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Distretto dell'Appennino Meridionale territorio di competenza ex AdB Puglia, 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 comma 3).

Le aree a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.) risultano arealmente individuate nelle "Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico" allegate 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, contermine 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 e carta idrogeomorfologica.

Considerando la vetustà della cartografia IGM in ordine all'evoluzione sia morfologica dei siti, sia antropica che naturale, l'individuazione dei reticoli idrografici interessati dalle opere in progetto sono stati ottenuti considerando la cartografia IGM 1:25000 e successivamente per definire l'andamento planimetrico del reticolo idrografico si è considerata la cartografia CTR e le ortofoto scaricabili dal SIT

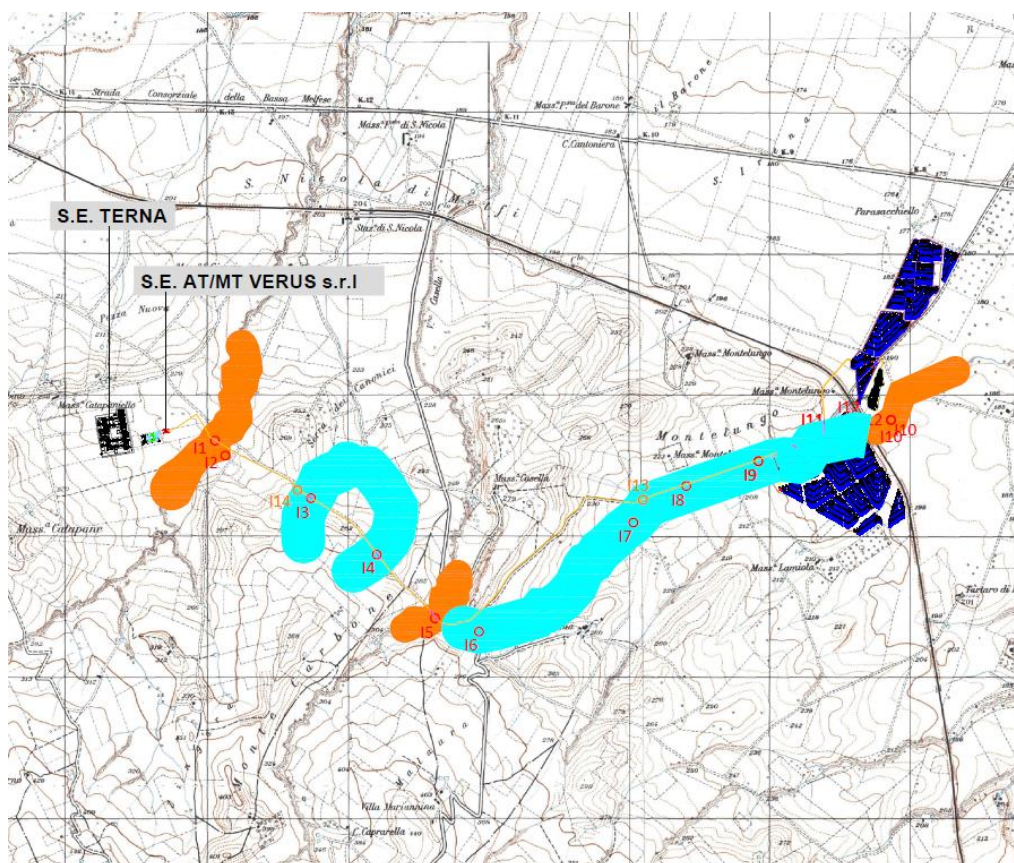
Basilicata. Inoltre, le informazioni sono state integrate da sopralluoghi e rilievi in sito per individuare l'effettiva entità dei reticoli idrografici interessati.


Di seguito vengono riportate le interferenze delle opere in progetto con le aree a pericolosità idraulica e ai reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e da carta idrogeomorfologica.

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

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.

La figura 2 (allegato 2 – Rif. Elab. FV.MEL05.PD.1.8.4) mostra il layout di progetto su carta IGM con individuazione delle fasce di pertinenza fluviale e alveo in modellamento attivo.



	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 12 di 38
---	---	---	---

Legenda










	Moduli pannelli fotovoltaici
	Viabilità interna
	Recinzione
	Cavidotto di vettoriamento MT
	buffer 75 m - ALVEO IN MODELLAMENTO ATTIVO
	buffer 150 m FASCIA PERTINENZA FLUVIALE
	Indicazione dei punti di interferenza con reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM scala 1:25000
	Cavidotto MT tratto in TOC
	Indicazione dei punti di interferenza con reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 per il quale non è stata determinata l'area allagabile con Tr 200 anni in quanto dallo stato di luoghi non si evince nessuna linea d'impluvio


Figura 2 – Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione dell'alveo in modellamento attivo buffer ed aree golenali Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua art. 6 NTA del PAI e della fascia di pertinenza fluviale Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata artt. 6 e 10.

5.1 Interferenze delle opere con il reticolo idrografico individuato dalla carta IGM 1:25000

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 carta tecnica regionale della Basilicata che meglio rappresenta lo stato dei luoghi.

CODICE Interferenza/Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I10	Canale rinvenuto da carta IGM scala 1:25000	Canale privo di denominazione	Impianto fotovoltaico	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 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I11	Canale rinvenuto da carta IGM scala 1:25000	Canale privo di denominazione	Impianto fotovoltaico	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 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I12	Canale rinvenuto da carta IGM scala 1:25000	Canale privo di denominazione	Impianto fotovoltaico	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 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 13 di 38
---	---	---	---


5.2 Linea elettrica cavo MT interrato che collega gli impianti fotovoltaici alla stazione elettrica

Il cavidotto MT interrato interferisce in più punti con i reticoli idrografici interessando l'alveo in modellamento attivo e fasce di pertinenza fluviale, così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI artt. 6 e 10.

Per le interferenze rilevate è stato eseguito studio idraulico per determinare l'area allagabile determinata con tempo di ritorno di 200 anni.

La figura 2 (allegato 2 - rif. elab. PD.FV.MEL05.1.8.4) mostra il layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e delle fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM con indicazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo stesso.


CODICE Interferenza/Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
11	Canale rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Vallone di Catapane	Cavidotto 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 75 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
12	Canale rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Vallone di Catapane	Cavidotto 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 75 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
13	Canale rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea d'impluvio	Linea d'impluvio	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 75 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
14	Canale rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea d'impluvio	Cavidotto 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 75 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
15	Canale rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Vallone Casella	Cavidotto 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 75 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
16	Canale rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea d'impluvio	Cavidotto MT	fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 14 di 38
---	---	---	---

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
17	Canale rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea d'impluvio	Cavidotto 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 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
18	Canale rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea d'impluvio	Cavidotto 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 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
19	Canale rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea d'impluvio	Cavidotto 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 75 metri in destra e sinistra contermine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

3.3 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT

Già in fase di progettazione definitiva si è tenuto in debito conto delle fasce di rispetto fluviale scegliendo la posizione della stazione di trasformazione e del cavidotto AT per il collegamento alla stazione di terna esistente in modo da non interferire con il reticolo idrografico esistente e da non interessare le relative fasce di rispetto fluviale.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 15 di 38
---	---	---	---

4 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI INTERVENTI

Per la verifica idraulica delle opere interferenti descritte nei paragrafi precedenti è stata seguita la procedura sintetizzata di seguito.

In particolare per ciascuna delle sezioni di attraversamento si determina:

- il bacino idrografico sotteso ad ogni sezione di attraversamento (rif. relazione idrologica elab. 0.1); 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 $T_r=200$ anni;
- il tirante idrico nella sezione attraversata in corrispondenza degli eventi di piena con $T = 200$ 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 digitale prelevata dal sito della Regione Basilicata (DTM o modello digitale del Terreno) che meglio fornisce la morfologia del territorio rispetto alla cartografia IGM 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.


Per tutti gli attraversamenti inoltre sono stati eseguiti dei sopralluoghi con riprese fotografiche le quali sono state riportate nelle descrizioni di ogni attraversamento che sono esposte nei paragrafi successivi.

4.1 Stima della piena indice: modello razionale

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.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 16 di 38
---	---	---	---

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 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 Km^2 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:

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

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

4.2 Valutazione del fattore probabilistico di crescita delle portate

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%.

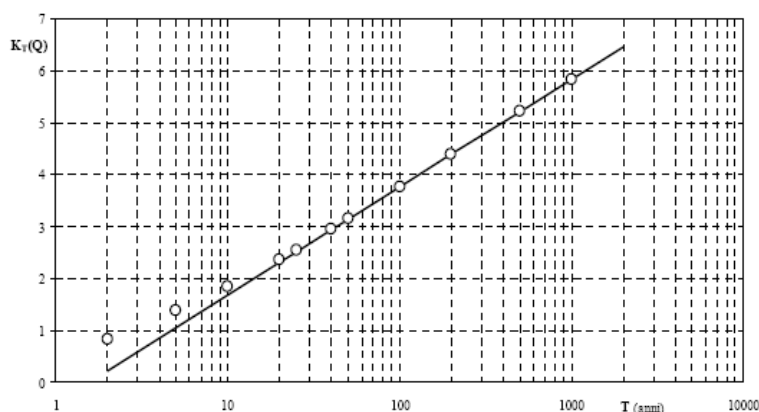


Figura 3 - Fattore probabilistico di crescita delle portate

4.3 Valutazione delle piene indice e delle portate di piena dei bacini sottesi alle sezioni di calcolo

A seguire sono riportati i valori delle portate massime che interessano i bacini in esame, calcolate con le metodologie illustrate in precedenza. Allo scopo si sono considerati tempi di ritorno variabili tra i 5 e 500 anni, calcolando contestualmente il coefficiente udometrico u (in l/s ha), ottenuto dai valori delle suddette portate massime qualora divise per la superficie del bacino.

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 CTR 5.000 attraverso sistema informativo territoriale (rif. elab. 1 relazione idrologica).

MODELLO RAZIONALE

Q_T $k_T Q_m$
 Q_m $C \cdot k_A(t_r) I(t_r) A^{3,6}$ 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 $-0,4007 + 0,904 \ln T$

Con l'utilizzo del modello razionale sono stati ricavati, per differenti tempi di ritorno e per ciascun bacino per il quale è stata necessaria la verifica idraulica, i valori riportati nelle tabelle seguenti ed in cui:

T = tempo di ritorno; K_T = fattore di crescita dipendente dal tempo di ritorno T dell'evento di piena; u =coefficiente udometrico; Q_i =Portata indice; Q =Portata massima per fissato periodo di ritorno;

Portate Bacino Vallone Catapano I1				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5.00	1.05	32.23	33.98	22.90
10.00	1.68	32.23	54.17	36.51
25.00	2.51	32.23	80.87	54.50
50.00	3.14	32.23	101.07	68.11
100.00	3.76	32.23	121.26	81.72
200.00	4.39	32.23	141.46	95.34
500.00	5.22	32.23	168.15	113.33

Tabella 1: Portate massime che interessano il bacino I1-I2

Portate Bacino I2				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5,00	1,05	3,01	3,17	98,50
10,00	1,68	3,01	5,06	157,05
25,00	2,51	3,01	7,55	234,45
50,00	3,14	3,01	9,44	292,99
100,00	3,76	3,01	11,33	351,54
200,00	4,39	3,01	13,21	410,09
500,00	5,22	3,01	15,71	487,48

Tabella 2: Portate massime che interessano il bacino I2

Portate Bacino Interferenza I3				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5.00	1.05	3.84	4.05	85.04
10.00	1.68	3.84	6.45	135.58
25.00	2.51	3.84	9.63	202.39
50.00	3.14	3.84	12.03	252.94
100.00	3.76	3.84	14.44	303.48
200.00	4.39	3.84	16.84	354.02
500.00	5.22	3.84	20.02	420.84

Tabella 3: Portate massime che interessano il bacino I3

Portate Bacino Interferenza I4				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5.00	1.05	2.34	2.46	114.85
10.00	1.68	2.34	3.93	183.12
25.00	2.51	2.34	5.86	273.36
50.00	3.14	2.34	7.32	341.62
100.00	3.76	2.34	8.79	409.89
200.00	4.39	2.34	10.25	478.15
500.00	5.22	2.34	12.18	568.39

Tabella 4: Portate massime che interessano il bacino I4

Portate Interferenza I5 Vallone Casella				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5.00	1.05	19.99	21.07	31.00
10.00	1.68	19.99	33.60	49.43
25.00	2.51	19.99	50.15	73.79
50.00	3.14	19.99	62.68	92.22
100.00	3.76	19.99	75.20	110.65
200.00	4.39	19.99	87.73	129.07
500.00	5.22	19.99	104.28	153.43

Tabella 5: Portate massime che interessano il bacino reticolo idrografico I5

Portate Bacino Interferenza I7_I8_I9_I11_I12				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5.00	1.05	11.39	12.01	43.88
10.00	1.68	11.39	19.15	69.95
25.00	2.51	11.39	28.59	104.43
50.00	3.14	11.39	35.72	130.51
100.00	3.76	11.39	42.86	156.59
200.00	4.39	11.39	50.00	182.67
500.00	5.22	11.39	59.44	217.14

Tabella 6: Portate massime che interessano il bacino reticolo idrografico I7_I8_I9_I11_I12


Portate Bacino Interferenza I10				
		Modello Razionale		
T	Kt	u(Q)	u(Q)*kt	u
anni		mc/s	mc/s	l/s/ha
5.00	1.05	12.15	12.81	42.18
10.00	1.68	12.15	20.42	67.26
25.00	2.51	12.15	30.48	100.40
50.00	3.14	12.15	38.09	125.47
100.00	3.76	12.15	45.70	150.55
200.00	4.39	12.15	53.32	175.62
500.00	5.22	12.15	63.38	208.76

Tabella 7: Portate massime che interessano il bacino reticolo idrografico I7_I8_I9

4.4 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 è il frutto di una lunga evoluzione dei codici di calcolo, finalizzati allo studio della propagazione delle piene nei corsi d'acqua del HEC. 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

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 21 di 38
---	---	---	---

dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica.

4.5 Descrizione interferenze e verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche sono state eseguite per i parallelismi delle opere in progetto con i reticoli idrografici.

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

Attraversamenti	Verifiche idraulica	Note
I1 - I2 - I3 - I4 - I5 - I7_I8_I9_I11_I12 - I10	Eseguita	
I6	Non Eseguita	La verifica idraulica per la definizione dell'area allagabile con Tr 200 anni non è stata eseguita in quanto è presente una differenza di quota tra il reticolo idrografico e il cavidotto pari a 10m, Pertanto l'opera in progetto non altererà il regime idraulico attuale del reticolo idrografico
I13-I14	Nonn eseguita	Dallo stao dei luogji non si evince nessuna linea diimpluvio

Di seguito sono riportati, per ciascuna interferenza con il reticolo idrografico, le descrizioni degli attraversamenti e le verifiche idrauliche eseguite. Laddove non sia stata eseguita nessuna verifica, viene semplicemente descritto l'attraversamento e la situazione dello stato di fatto nonché le motivazioni che hanno condotto a non ritenere di dover eseguire alcuna verifica idraulica.

4.5.1 Verifica idraulica attraversamento I1e I2

il cavidotto MT interrato dall'uscita della stazione elettrica devia verso sud su una strada comunale denominata Mendolicchia, lungo il percorso incrocia un canale denominato Vallone Catapane interessando la fascia di pertinenza fluviale interferenza e l'alveo in modellamento attivo dell'interferenza denominata I1. Lungo lo stesso percorso il cavidotto MT percorre parallelamente un reticolo idrografico privo di denominazione interferenza denominata I2. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 (allegato 1- rif. elab. FV.MEL05.PD.1.8.4).

Per l'interferenza I1 si è proceduto ad eseguire uno studio per valutare il regime idraulico attuale determinando l'area allagabile con Tr 200 anni. In corrispondenza dell'interferenza del cavidotto MT con il reticolo idrografico è presente un ponticello rettangolare delle dimensioni 5,00mx5,00m.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I1:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,07;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,07.

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 s/m^{1/3} per l'alveo in terra e 0,2 s/m^{1/3} per le infrastrutture (tombini idraulici) in cemento armato.

De seguito sono indicate le condizioni al contorno fissate per la modellazione nell'interferenza I2:

- 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 $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra e $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$ per le infrastrutture (tombini idraulici) in cemento armato.

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.

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

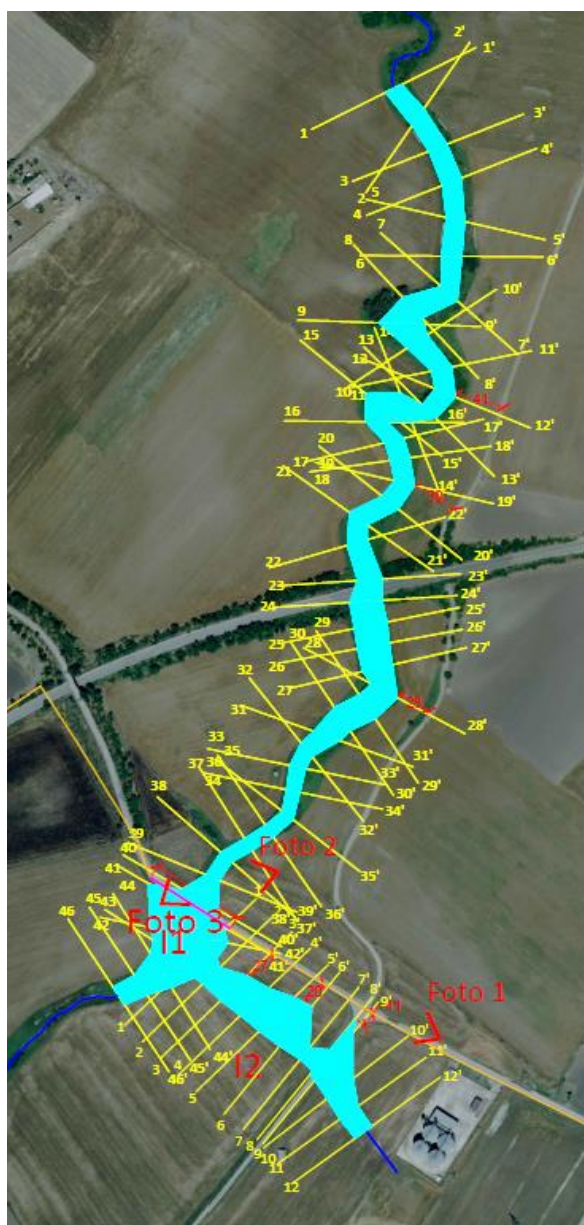


Figura 4 - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto MT interato e rappresentazione delle aree allagabili determinate con Tr200anni. In magenta il tratto di cavidotto da eseguire con TOC.

Il cavidotto MT in prossimità dell'incrocio del reticolo idrografico con il cavidotto MT interrato è prevista la posa con TOC della lunghezza di 78,50 m. Per il tratto in TOC il cavidotto sarà posato ad una profondità di 3,50 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 la sezione 41-41' in corrispondenza del tratto di cavidotto da eseguire in TOC.

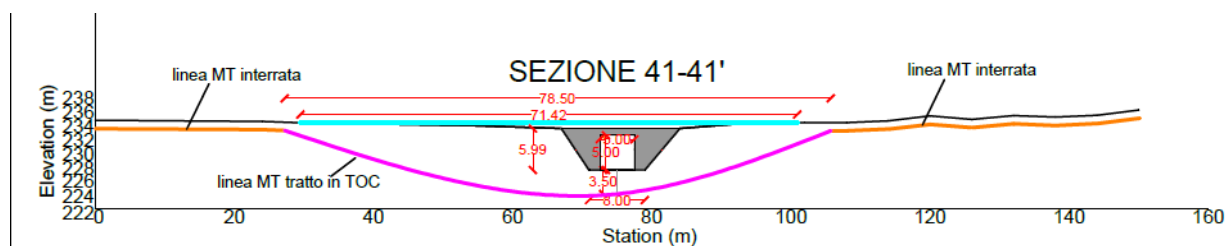



Figura 5 – sezione 41-41' in corrispondenza del tratto di cavidotto da eseguire in TOC

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine all'interferenza del cavidotto interrato con il reticolo idrografico:

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
9_9'	141,46	0,07	0,03	2,42
10_10'	141,46	0,07	0,03	1,75
11_11'	141,46	0,07	0,03	2,42
27_27'	141,46	0,07	0,20	5,12
28_28'	141,46	0,07	0,20	5,01
29_29'	141,46	0,07	0,20	4,81
30_30'	141,46	0,07	0,03	4,61
40_40'	141,46	0,07	0,03	2,88
40.1_40.1'	141,46	0,07	0,20	6,34
41.1_41.1	141,46	0,07	0,20	6,82
41_41'	141,46	0,07	0,03	6,82
42_42'	141,46	0,07	0,03	6,73

L'allegato 5 - Interferenza I1 e I2, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 6 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 24 di 38
---	---	---	---

4.5.2 Verifica idraulica impluvio I3

Il cavidotto MT interrato e percorre la strada comunale denominata Mendolicchia Lopinto continua il suo percorso in direzione sud fino ad incontrare un reticolo idrografico privo di denominazione indicato con il nome interferenza I3. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000.

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 0,11;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,11

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle un coefficiente di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ mentre in corrispondenza dell'opera idraulica esistente in calcestruzzo il coefficiente di Manning è pari a $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$

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

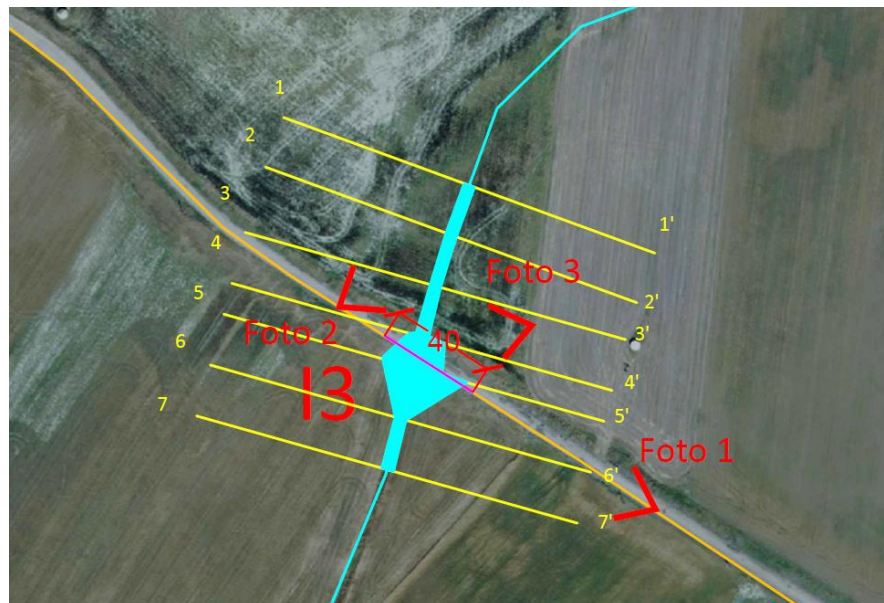



Figura 6 - Individuazione dell'area allagabile del reticolo idrografico dell'interferenza I3 e in magenta il tratto da realizzare in TOC

Il cavidotto MT in prossimità dell'incrocio del reticolo idrografico con il cavidotto MT interrato è prevista la posa con TOC della lunghezza di 40,00 m. Per il tratto in TOC il cavidotto sarà posato ad una profondità di 3,50 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 all'interferenza del cavidotto interrato con il reticolo idrografico:

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 25 di 38
---	---	---	---

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
4_4'	16,64	0,11	0,03	1,30
4.1_4.1'	16,64	0,11	0,20	3,12
5.1_5.1'	16,64	0,11	0,20	3,28
5_5'	16,64	0,11	0,03	3,28
6_6'	16,64	0,11	0,03	0,83

L'allegato 5 - Interferenza I3, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 6 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.5.3 Verifica idraulica impluvio I4

Il cavidotto MT interrato percorre la strada comunale denominata Mendolicchia Lopinto continua il suo percorso in direzione sud fino ad incontrare un reticolo idrografico privo di denominazione indicato con il nome interferenza I4. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000.

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 un coefficiente di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ mentre in corrispondenza dell'opera idraulica esistente in calcestruzzo il coefficiente di Manning è pari a $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$

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

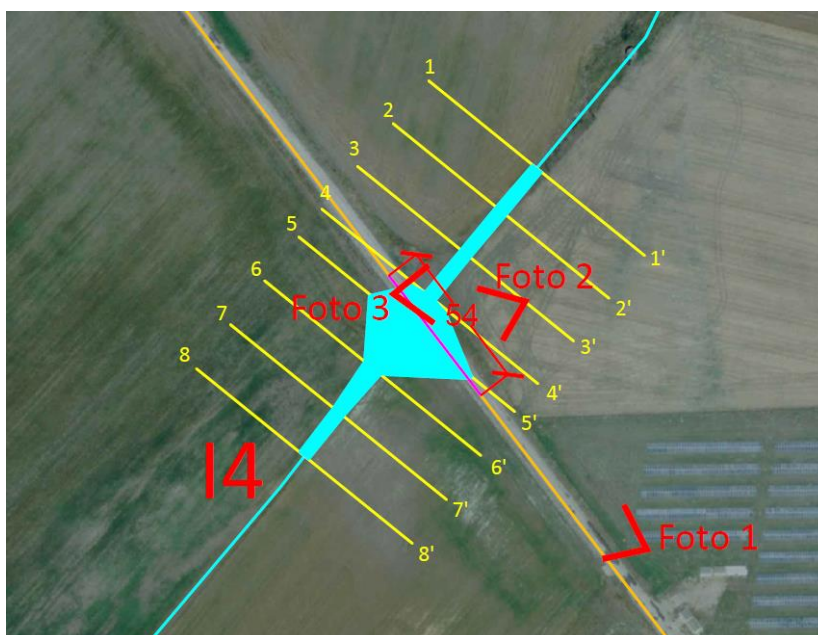


Figura 7 - Individuazione dell'area allagabile del reticolo idrografico dell'interferenza I4 e in magenta il tratto da realizzare in TOC


Il cavidotto MT in prossimità dell'incrocio del reticolo idrografico con il cavidotto MT interrato è prevista la posa con TOC della lunghezza di 54,00 m. Per il tratto in TOC il cavidotto sarà posato ad una profondità di 3,50 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 all'interferenza del cavidotto interrato con il reticolo idrografico:

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	l pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
4_4'	10,25	0,12	0,03	0,83
4.1_4.1'	10,25	0,12	0,20	3,38
5.1_5.1'	10,25	0,12	0,20	3,40
5_5'	10,25	0,12	0,03	3,40
6_6'	10,25	0,12	0,03	2,62

L'allegato 5 - Interferenza I4, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 6 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 27 di 38
---	---	---	---

4.5.4 Verifica idraulica impluvio I5

Il cavidotto MT interrato e percorre la strada comunale denominata Mendolicchia Lopinto in direzione nord fino ad incontrare un reticolo idrografico denominato Vallone Casella indicato con il nome interferenza I55. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000.

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 0,03;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,03

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle un coefficiente di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ mentre in corrispondenza dell'opera idraulica esistente in calcestruzzo il coefficiente di Manning è pari a $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$

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

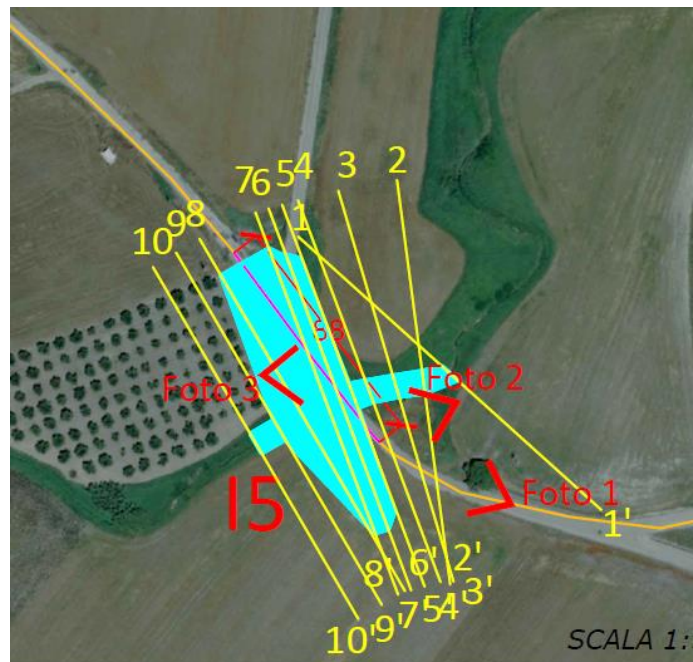


Figura 8 - Individuazione dell'area allagabile del reticolo idrografico dell'interferenza I5 e in magenta il tratto da realizzare in TOC

Il cavidotto MT in prossimità dell'incrocio del reticolo idrografico con il cavidotto MT interrato è prevista la posa con TOC della lunghezza di 88,00 m. Per il tratto in TOC il cavidotto sarà posato ad una profondità di 3,50 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 all'interferenza del cavidotto interrato con il reticolo idrografico:

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
5_5'	87,73	0,03	0,03	3,00
5.1_5.1'	87,73	0,03	0,20	4,13
6.1_6.1'	87,73	0,03	0,20	4,28
6_6'	87,73	0,03	0,03	4,28
7_7'	87,73	0,03	0,03	4,11

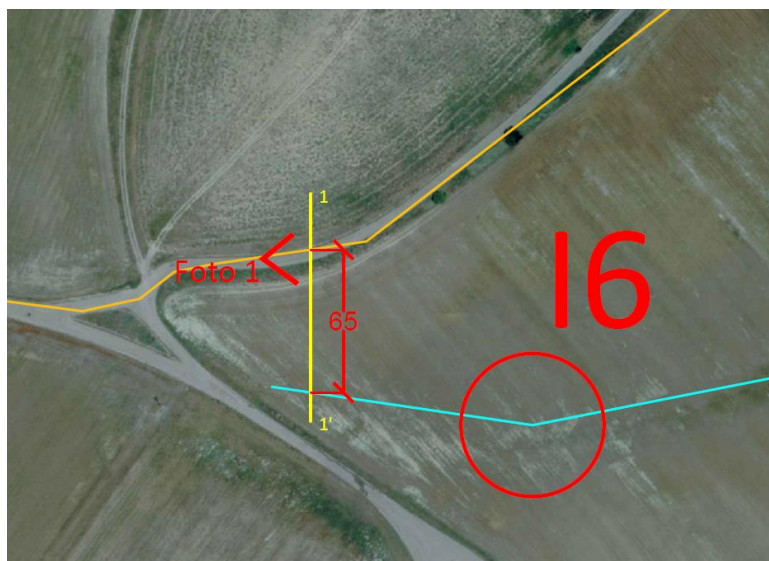
L'allegato 5 - Interferenza I5, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 6 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.5.5 Descrizione interferenza I6

Il cavidotto MT devia verso nord per imboccare un'altra strada comunale e segue parallelamente un reticolo idrografico privo di denominazione denominato I6. Per questa interferenza non è stata eseguito lo studio idraulico in regime di moto permanente in quanto il cavidotto è posizionato a 65,00 m dal reticolo idrografico e con una differenza di quota di 10,00. Pertanto le opere in progetto non influenzerà il regime idraulico attuale del reticolo idrografico.

La figura seguente mostra sia in pianta che in sezione la distanza del reticolo idrografico rispetto al cavitto MT interrato.



Sezione 1-1'

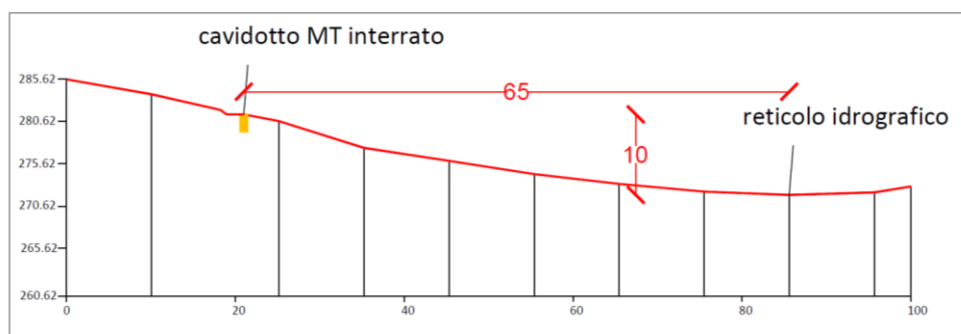


Figura 9 - Individuazione planimetria del cavidotto MT interrato rispetto al reticolo idrografico e Sezione 1-1' dalla quale è possibile notare che il cavidotto MT interrato dista 6 m dal reticolo idrografico con una differenza di quota di 10,00 m

L'allegato 5 - Interferenza I5, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

4.5.6 Verifica idraulica attraversamento I7_I8_I9_I11_I12

Il cavidotto MT interrato e l'impianto fotovoltaico sono interni alla fascia di pertinenza fluviale di un reticolo idrografico privo di denominazione indicato con il nome attraversamento I7_I8_I9_I11_I12. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000. Per lo studio di questa interferenza visto la non coincidenza del percorso del reticolo idrografico riportato su carta IGM in magenta nella figura seguente rispetto al reale percorso del reticolo idrografico desunto da rilievo in blu nella figura seguente, per la determinazione dell'area allagabile si è preso in considerazione il reale percorso del reticolo idrografico. Inoltre si è previsto ad una pulizia del canale esistente in modo da migliorare il regime idraulico.

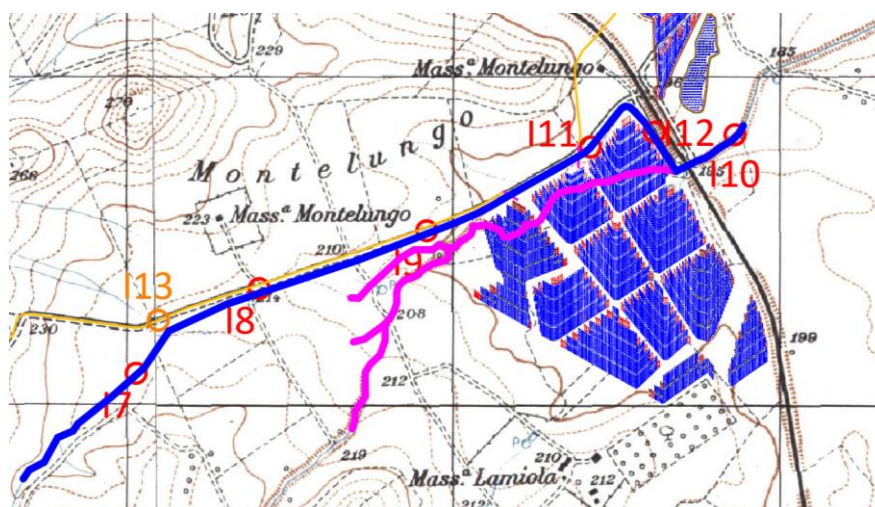


Figura 10 - Individuazione in magenta del percorso del reticolo idrografico riportato su carta IGM e in blu il percorso attuale del reticolo idrografico e considerato per la determinazione delle aree allagabili con $T_r 200$ anni.

Di seguito si mostra immagine dell'area interessata dall'impianto dalla quale si evince la non coincidenza del reticolo idrografico riportato su carta IGM rispetto allo stato dei luoghi.

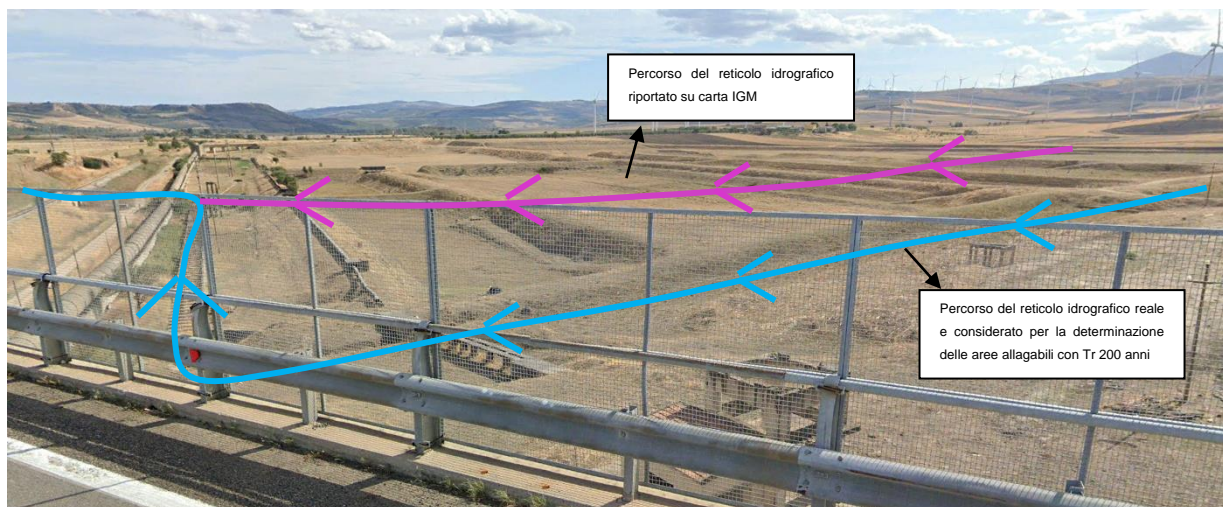


Figura 11 – Foto che mostra lo stato dei luoghi e il percorso del reticolo idrografico riportato su carta IGM in magenta e percorso del reticolo idrografico attuale in blu preso in considerazione per la determinazione delle aree allagabili con Tr 200 anni

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 0,06;
- 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

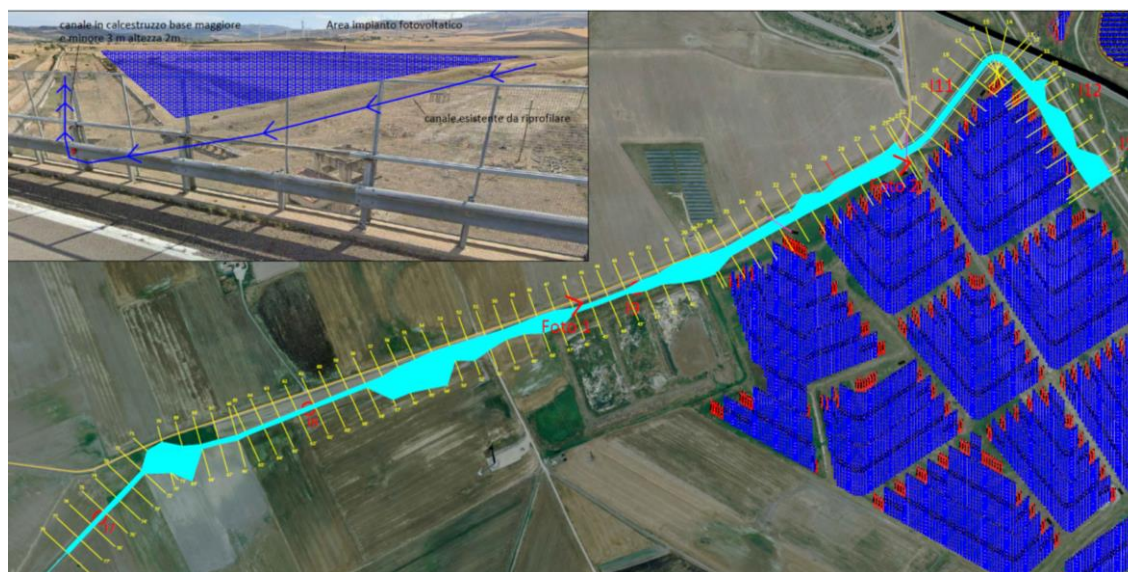



Figura 12 - Individuazione dell'area allagabile del reticolo idrografico I7_I8_I9_I11_I12 calcolata con Tr=200anni. Dalla quale risulta che il cavidotto MT interrato è esterno all'area allagabile.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 31 di 38
---	---	---	---

Dalla verifica idraulica eseguita si evince che le opere in progetto sono esterne alle area allagabile calcolata con tempo di ritorno di 200 anni.

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

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
1_1'	50,00	0,06	0,03	1,93
2_3'	50,00	0,06	0,03	2,23
3_3'	50,00	0,06	0,03	2,63
11_11'	50,00	0,06	0,03	3,33
12_12'	50,00	0,06	0,03	3,24
13_13'	50,00	0,06	0,03	3,32
14_14'	50,00	0,06	0,03	3,24
23_23'	50,00	0,06	0,03	2,32
24_24'	50,00	0,06	0,03	2,25
25_25'	50,00	0,06	0,03	2,08

L'allegato 5 - Interferenza I7_I8_I9, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 6 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.5.7 Verifica idraulica attraversamento I10

L'impianto fotovoltaico è interno della fascia di pertinenza fluviale di un reticolo idrografico privo di denominazione indicato con il nome attraversamento I10. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000.

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 0,05;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,05.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ mentre in corrispondenza dell'opera idraulica esistente in calcestruzzo il coefficiente di Manning è pari a $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$.

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

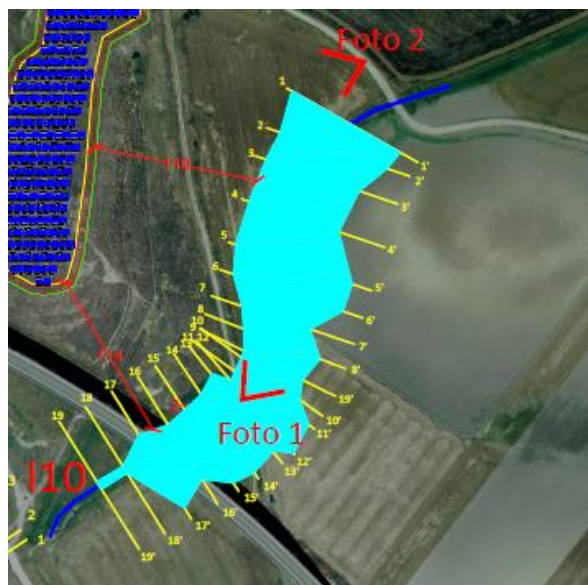


Figura 13 - Individuazione dell'area allagabile del reticolo idrografico I10 calcolata con $T_r=200$ anni. Dalla quale risulta che l'impianto fotovoltaico è esterno all'area allagabile.

Dalla verifica idraulica eseguita si evince che le opere in progetto sono esterne alle area allagabile calcolata con tempo di ritorno di 200 anni.

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine all'impianto fotovoltaico:

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
11_11'	53,32	0,05	0,03	3,00
12_12'	53,32	0,05	0,03	2,69
12.1_12.1'	53,32	0,05	0,03	3,57
13.1_13.1'	53,32	0,05	0,03	3,87
13_13'	53,32	0,05	0,03	3,87
14_14'	53,32	0,05	0,03	3,57

L'allegato 5 - Interferenza I10, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato.

L'allegato 6 - mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

4.5.8 Descrizione interferenza I13

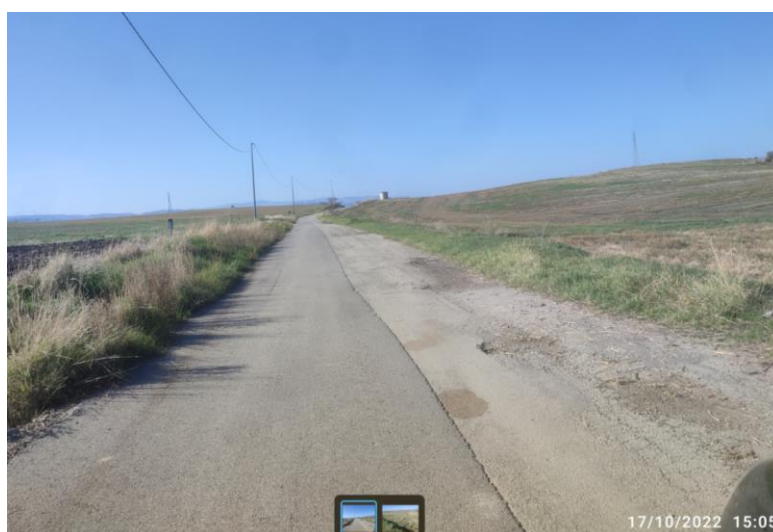
Il cavidotto MT lungo il suo percorso incrocia un reticolo idrografico privo di denominazione e riportato con linea tratteggiata su carta IGM 1:25000. Dallo stato dei luoghi si evince che in corrispondenza del punto d'interferenza non è presente nessuna linea d'impluvio o avalamento. Pertanto per tale interferenza non si è eseguita nessuna verifica idraulica. Le foto seguente mostrano lo stato dei luoghi.



Figura 14 – Foto dello stato dei luoghi nei pressi dell’interferenza denominata I13 si mostra la totale assenza di linea d’impluvio e nessuna presenza di opere idrauliche

4.5.9 Descrizione interferenza I14

Il cavidotto MT lungo il suo percorso incrocia un reticolo idrografico privo di denominazione e riportato con linea tratteggiata su carta IGM 1:25000. Dallo stato dei luoghi si evince che in corrispondenza del punto d’interferenza non è presente nessuna linea d’impluvio o avalamento. Pertanto per tale interferenza non si è eseguita nessuna verifica idraulica. Le foto seguente mostrano lo stato dei luoghi.




	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 34 di 38
---	---	---	---



Figura 15 – Ifoto dello stato dei luoghi nei pressi dell’interferenza denominata I14 si mostra la totale assenza di linea d’impluvio e nessuna presenza di opere idrauliche

4.6 Tratto di posa cavidotto interno ed esterno in corrispondenza delle aree tutelate connesse a reticoli cartografati su IGM - scavi con TOC

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 reticolo idrografico prima indicate, l'attraversamento del reticolo idrografico avverrà ad una profondità maggiore di 3,50 m dal punto depresso del terreno in prossimità del reticolo idrografico, le operazioni di scavo direzionale inizieranno e termineranno esternamente all'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ 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.

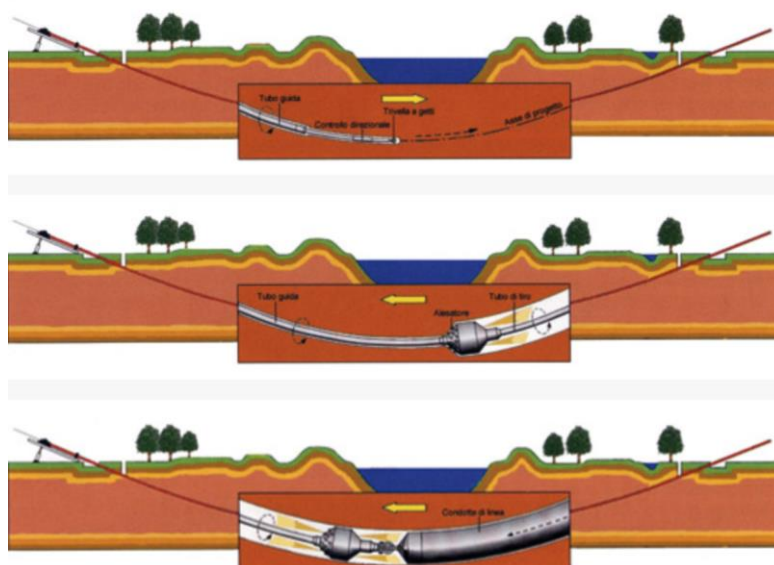
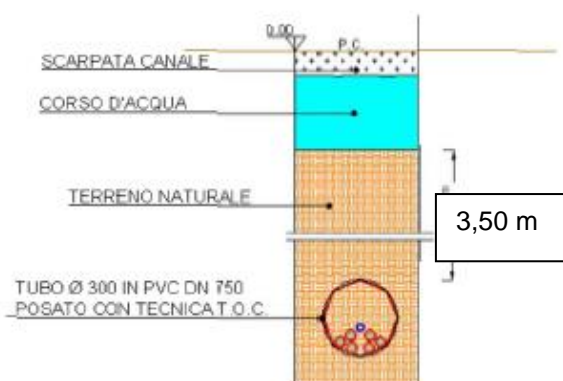



Figura 16 - Operazioni di scavo direzionali con TOC

4.7 Calcolo erosione

Il calcolo dell'erosione è stato eseguito per i seguenti reticoli in quanto sono i reticoli di maggiore importanza e per i quali si hanno le portate più significative per i punti d'interferenza del reticolo idrografico con il cavidotto interno ed esterno:

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica -	Codice	FV.MEL05.PD.1.8.2
	Relazione idraulica	Data creazione	18/11/2022
		Data ultima modif.	18/11/2022
		Revisione	00
		Pagina	36 di 38

CODICE Interferenza/ Attraversamento	tipologia alveo
I1	Vallone Catapane

Per avere garanzie sulla bontà della scelta di assicurare 3,50 m di profondità per la posa del cavo al disotto del punto più depresso delle aree allagabili, sono state individuate le azioni di trascinamento che la corrente può esplicare in corrispondenza dei tratti di attraversamento dei reticoli sopra prima 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 di seguito riportati si stimano abbassamenti del letto inferiori ai ,50 m.

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 trascinamento 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 h_e a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h - h_e$$

dove:

- h_e : tirante successivo all'erosione (calcolato con le formule empiriche di Blench)
- h : tirante antecedente all'erosione.

Il tirante d'acqua h_e a fenomeno avvenuto si ricava da formule del tutto empiriche e senza giustificazione

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 37 di 38
---	---	---	---

teorica, dall'equilibrio dei canali a regime.

La formula di Blench (1969) propone:

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

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

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 I11. 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 li 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 I1 –sezione di controllo 40-40'

Tirante = 2,88 m

Velocità =4,85 m/sec


$d_{50}=0,002$ (sabbie e limi)

Portata unitaria $q = 13,96 \text{ m}^2/\text{sec}$

$h_e = 6,19 \text{ m}$

$\delta = 6,19 - 2,88 = 3,31 \text{ m}$

Per quanto appena esposto il cavidotto interrato MT in corrispondenza degli attraversamenti verrà realizzato con tecnica di scavo T.O.C.; per tali tratti la profondità di posa di 3,50 m è superiore alla profondità di escavazione esplicabile dalla corrente. Peretanto, a tale profondità il cavidotto non potrà essere interessato da fenomeni erosivi.

	Studio di compatibilità idrologica e idraulica - Relazione idraulica	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	FV.MEL05.PD.1.8.2 18/11/2022 18/11/2022 00 38 di 38
---	---	---	---

5 CONCLUSIONI

Le verifiche idrauliche eseguite in corrispondenza dei punti d'interferenza dei reticoli idrografici hanno permesso di individuare le aree inondabili con tempi di ritorno $Tr=200$ anni.

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:

- L'impianto fotovoltaico è esterno alle aree allagabili determinate in condizione di moto permanente con $Tr=200$ anni con il software HEC-RAS e alle fasce di rispetto dei reticoli minori e minuti così come definite dalle NTA del PAI;
- il cavidotto interrato MT nel suo percorso interseca il reticolo idrografico in un punto. Per tale interferenza si è determinate le aree allagabili con Tr 200 anni, l'attraversamento verrà eseguito con tecnica di scavo T.O.C. con inizio e fine TOC esternamente all'area allagabile determinata con Tr 200 anni. La profondità di posa di 3,50 m supera ampiamente la profondità di escavazione esplicabile dalla corrente, quindi a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi;
- la stazione di trasformazione di utenza e il cavidotto AT ubicati non interessano nessuna area tutelata.

Assodato che gli studi condotti hanno interessato un ampio territorio, delimitando i bacini di studio in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che potesse avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste. L'impianto fotovoltaico in progetto risulta essere esterno alle aree allagabili determinate con Tr 200 anni. Le interferenze del cavidotto MT con i reticoli idrografici verranno eseguite con trivellazione orizzontale controllata (TOC) che risulta essere una tecnica idonea per non alterare l'equilibrio del materiale costituente gli alvei, dove li attraversa, ed a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi.

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