

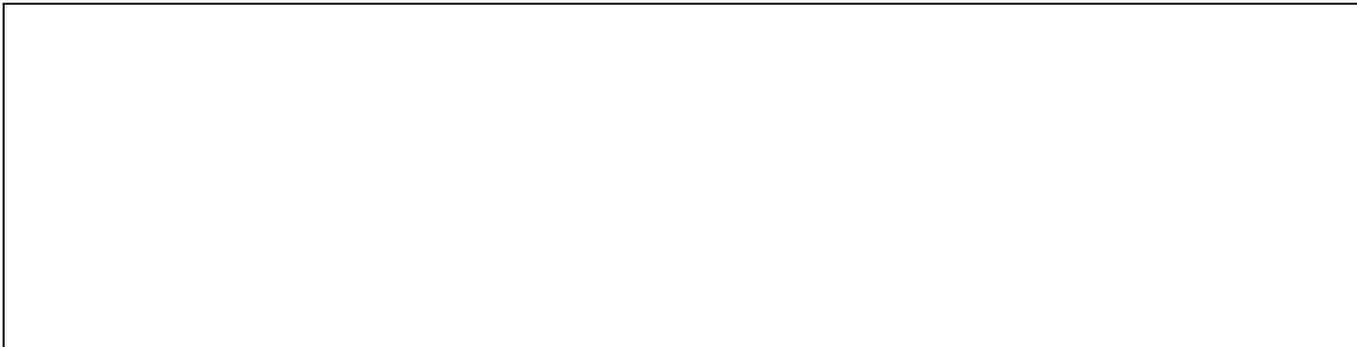
Comuni di Deliceto e Ascoli di Satriano



Regione Puglia



Provincia di Foggia



Committente:



RENEWABLES ITALIA S.R.L.  
Via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma  
P.IVA/C.F. 06400370968  
pec: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte **Fotovoltaica Integrato con l'Agricoltura**, avente **Potenza nominale DC pari a 36,544 MWp** - potenza AC di immissione in RTN pari a 31,298 MWp, da realizzarsi nel Comune di Deliceto (FG) e relative opere connesse nei comuni di Deliceto (FG) e Ascoli di Satriano (FG)

Elaborato:

RELAZIONE IDRAULICA

Codice ID pratica A.U.:

R18W5P2

Codice dell'elaborato:

R18W5P2\_RelazioneIdraulica

ID PROGETTO:		DISCIPLINA:	-	TIPOLOGIA:	R	FORMATO:	A4
--------------	--	-------------	---	------------	---	----------	----

FOGLIO:		SCALA:	-	Nome file:	R18W5P2_RelazioneIdraulica.doc		
---------	--	--------	---	------------	--------------------------------	--	--

N° Documento:

223901\_D\_R\_0114

Il Progettista:



Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Serra 6 83031 Ariano Irpino (AV)  
Tel. +39 0825 891313  
www.progettoenergia.biz - info@progettoenergia.biz



SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI  
INTEGRATED ENGINEERING SERVICES

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	29.08.2022	EMMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	E. FAMA'	D. LO RUSSO	M. LO RUSSO

### INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	UBICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....	3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
4.	VERIFICA DI COMPATIBILITÀ DEL PROGETTO CON IL PAI .....	5
5.	MODELLO IDROLOGICO .....	10
5.1.	PORTATE AL COLMO DI PIENA DEL TORRENTE CARAPELLOTTO .....	10
5.2.	VERIFICA IDRAULICA DEL TORRENTE CARAPELLOTTO .....	12
5.2.1.	Geometria del modello idrodinamico .....	12
5.2.2.	Risultati delle simulazioni per il Torrente Carapellotto .....	14
5.3.	VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE INTERFERENTI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO .....	16
5.4.	ANALISI ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE DELL'INTERVENTO .....	18
6.	VERIFICA CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRALICA DELLE OPERE INTERFERENTI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO .....	19
6.1.	IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	19
6.1.1.	Modellazione Idraulica .....	19
6.1.2.	Corsi d'acqua e sezioni di calcolo .....	20
6.1.3.	Risultati delle simulazioni .....	20
6.2.	CAVIDOTTO MT .....	25
7.	CONCLUSIONI .....	27
8.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	28

## 1. PREMESSA

Il **Progetto** consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico integrato con l'Agricoltura, da realizzarsi nel Comune di Deliceto (FG), in località "Catenaccio", con opere connesse nei comuni di Deliceto (FG) e Ascoli di Satriano (FG) collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione su uno stallo a 150 kV in antenna sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Deliceto" ubicata nel Comune di Deliceto (FG), nel seguito definito il **"Progetto"**.

In particolare, con il termine "Progetto" si fa riferimento all'insieme di: Impianto Fotovoltaico, Cavidotto MT, Stazione Elettrica d'Utenza, Impianto d'Utenza per la Connessione (linea AT) ed Impianto di Rete per la connessione (Ampliamento RTN).

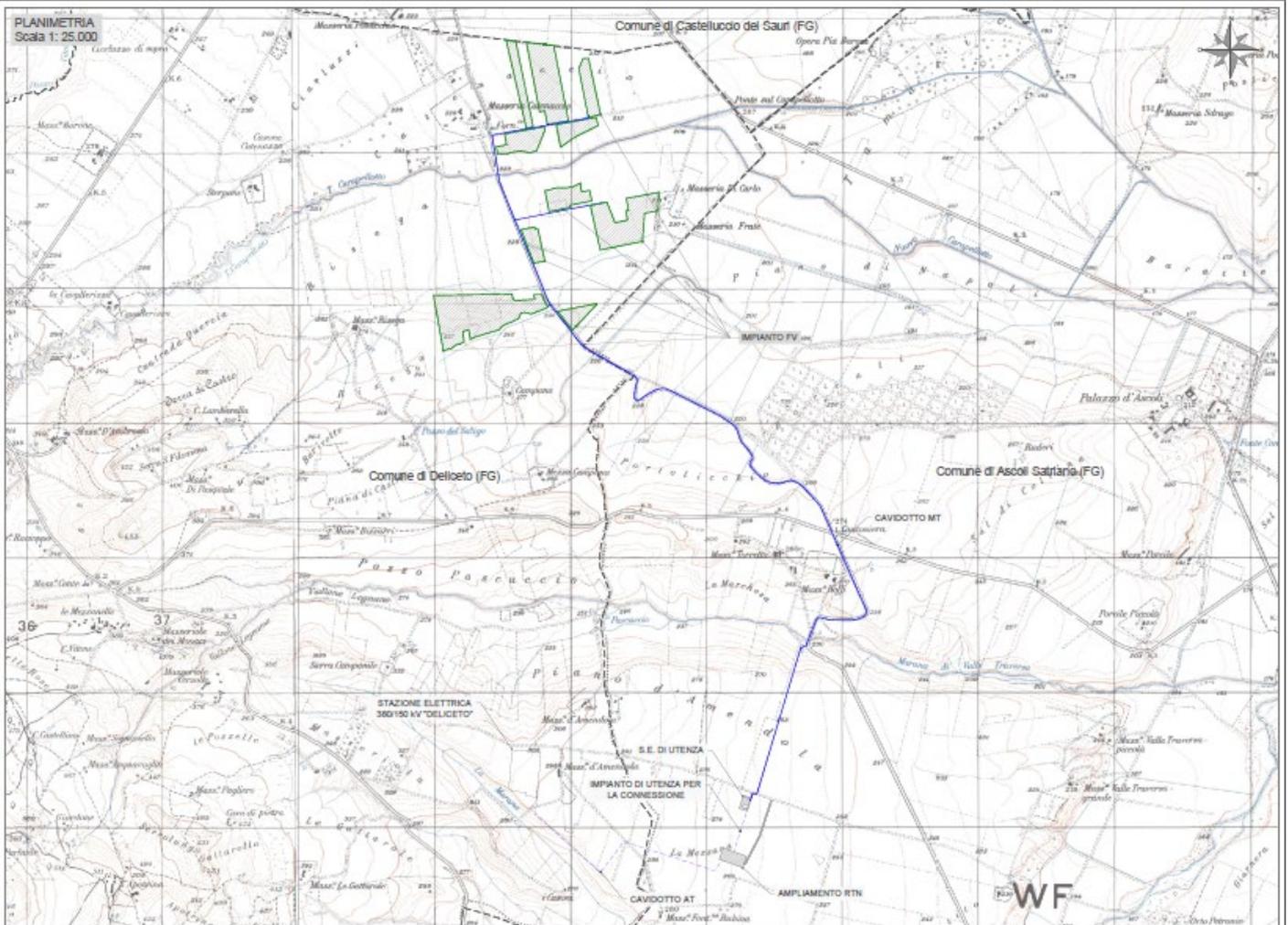
Il presente documento costituisce lo Studio di Compatibilità Idraulica, redatto al fine di valutare gli effetti previsti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata, ai sensi degli artt. 6, 7, 8, 9 e 10 delle norme tecniche d'attuazione del Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Puglia (PAI).

In particolare, lo studio, partendo dalla determinazione delle portate critiche per i tempi di ritorno indicati (cfr. R18W5P2\_RelazioneIdrologica) mira alla verifica della sicurezza idraulica dell'impianto fotovoltaico che interessa aree a bassa e media pericolosità idraulica (campi E, F, G, H) e prossimo a dei corsi d'acqua di natura episodica (campo L). Inoltre, per il cavidotto MT interferente con il reticolo idrografico, interrato al di sotto della viabilità esistente, si illustrano le più opportune modalità di posa in opera in corrispondenza delle interferenze individuate.

## 2. UBICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'intervento consiste nella realizzazione di un Impianto Fotovoltaico nel Comune di Deliceto (FG), in località "Catenaccio", di potenza di 36.544 kWp (tenuto conto del rapporto di connessione DC / AC = 1,17 e della potenza di connessione pari 31.298,00 kWp), del relativo Cavidotto M.T. di collegamento alla Stazione Elettrica di Utenza, connessa in A.T. 150 kV in antenna sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Deliceto" ubicata nel Comune di Deliceto (FG). Si ricorda che con il termine "Progetto" si fa riferimento all'insieme di: Impianto Fotovoltaico, Cavidotto M.T., Stazione Elettrica d'Utenza, Impianto d'Utenza per la Connessione (linea A.T.) ed Impianto di Rete per la connessione.

La figura 1 riporta lo stralcio della corografia di inquadramento:



**Figura 1** – Corografia di inquadramento

L'Impianto Fotovoltaico sarà ubicato sulle seguenti particelle catastali:

- Foglio 3 del Comune di Deliceto (FG), particelle 246, 248, 374, 375, 112, 3, 400, 339, 401, 337, 242, 241, 125, 140, 436, 417, 439, 317, 72, 486, 393, 394, 395, 160, 161, 274, 218, 162, 219, 163, 164, 165, 221, 220, 166, 167, 520, 253, 517, 518;
- Foglio 4 del Comune di Deliceto (FG), particelle 87, 88, 234, 158, 89, 159, 90, 91, 92, 161, 160, 93, 94, 171, 95, 96.

Il Cavidotto M.T. passerà al di sotto delle viabilità provinciali e comunali (Strada Provinciale 104 e Strada Comunale Deliceto-Ascoli) sulle seguenti particelle:

- Foglio 3 del Comune di Deliceto (FG), particelle 194, 230;
- Foglio 21 del Comune di Ascoli Satriano (FG), particelle 125, 126, 281, 282, 283, 277, 278;
- Foglio 22 del Comune di Ascoli Satriano (FG), particelle 128, 16, 244;
- Foglio 57 del Comune di Ascoli Satriano (FG), particella 18;

La Stazione Elettrica di Utenza sarà ubicata sulle particelle 17,18 del foglio 57 del Comune di Ascoli Satriano (FG).

L'Impianto di Utenza per la Connessione sarà ubicato sulle particelle 18,86 del foglio 57 del Comune di Ascoli Satriano (FG).

L'Impianto di Rete per la Connessione sarà ubicato sul futuro ampliamento ubicato nel comune di Ascoli Satriano (FG) della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Deliceto" ubicata nel Comune di Deliceto (FG).

### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa idraulica di riferimento è costituita dal Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato il 15 dicembre 2004 ed approvato con Delibera del Comitato Istituzionale dall'autorità di Bacino della Puglia n. 39 del 30 novembre 2005.

Il Piano di Bacino ha valore di Piano Territoriale di Settore e costituisce il documento di carattere conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato, che deve essere predisposto in attuazione della Legge 183/1989 quale strumento di governo del bacino idrografico.

Le finalità del Piano sono:

- a) la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- b) la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio;
- c) l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- d) la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di protezione esistenti;
- e) la definizione degli interventi per la protezione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- f) la definizione di nuovi sistemi di protezione e difesa idrogeologica, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Puglia è composto dalla Relazione Generale, dalle Norme Tecniche di Attuazione e dagli allegati ed elaborati grafici.

Le Norme Tecniche di Attuazione del PAI sono organizzate secondo il relativo campo di applicazione, di seguito esposto:

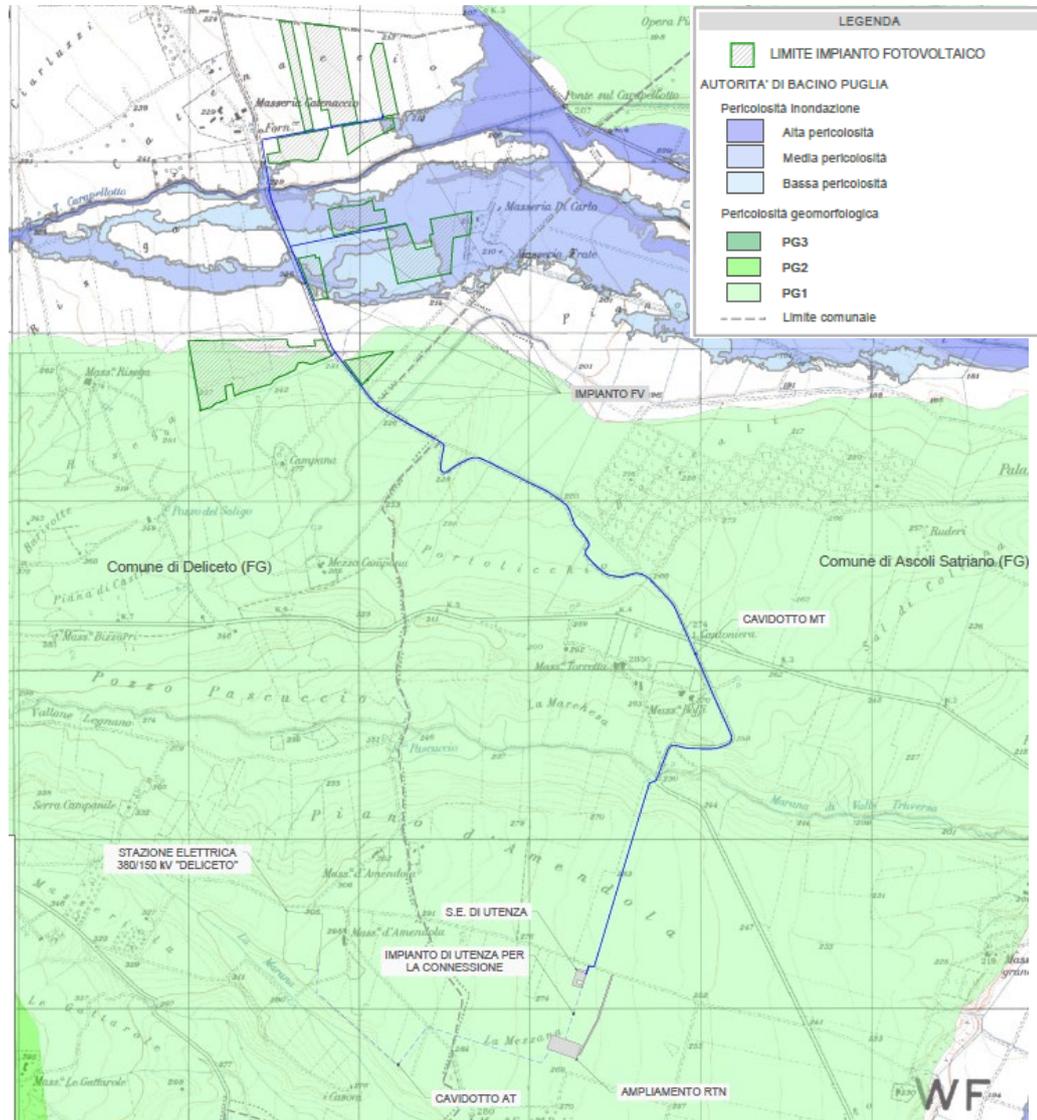
- Assetto Idraulico;
- Assetto Geomorfologico;
- Programmazione ed Attuazione delle Azioni del PAI;
- Procedure di Formazione, Revisione, Verifica e Aggiornamento del PAI;
- Disposizioni Generali e Finali.

Nel dettaglio, per le aree a pericolosità idraulica valgono le disposizioni generali dell'Art. 4 delle Norme Tecniche ed i vincoli e prescrizioni dei successivi artt.6, 7, 8, 9 e 10.

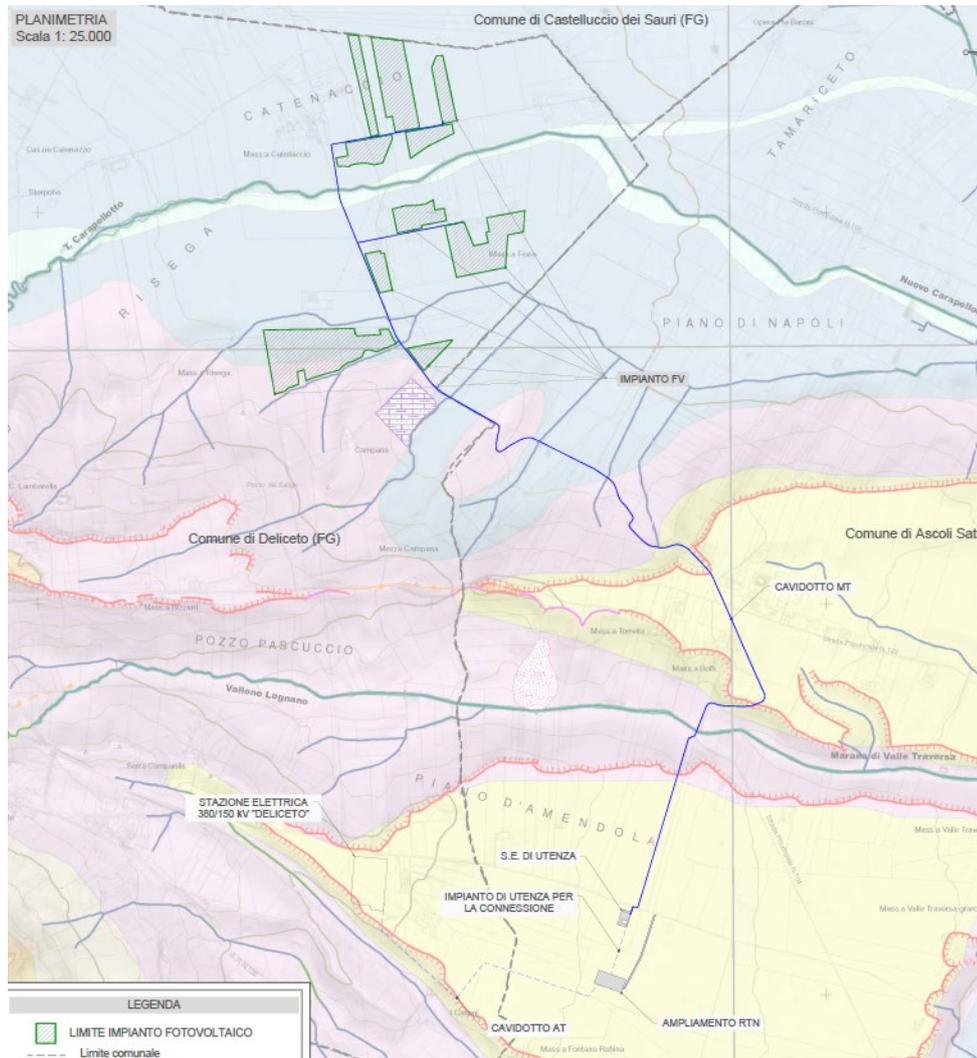
### 4. VERIFICA DI COMPATIBILITÀ DEL PROGETTO CON IL PAI

Al fine di effettuare una valutazione complessiva della pericolosità geomorfologica, idraulica e del rischio, è stata effettuata:

- l'analisi della cartografia allegata al Piano di bacino stralcio assetto idro-geologico (P.A.I.) della Regione Puglia in cui l'Autorità di Bacino ha individuato le aree esposte a pericolosità geomorfologica e idraulica e pertanto a rischio;
- l'analisi della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia che ha come principale obiettivo quello di costituire un quadro di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all'attuale configurazione del rilievo terrestre, con particolare riferimento a quelli relativi agli assetti morfologici ed idrografici dello stesso territorio, delineandone i caratteri morfografici e morfometrici ed interpretandone l'origine in funzione dei processi geomorfici, naturali o indotti dall'uomo.



**Figura 2-** Stralcio della cartografia del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia – aree a pericolosità geomorfologica ed idraulica con ubicazione dell'area d'intervento del Progetto





condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.

A tal proposito si evidenzia che, per la realizzazione di parte dell'impianto fotovoltaico (campi L ed N), Stazione Elettrica d'Utenza, Impianto d'Utenza per la Connessione ed impianto di Rete per la connessione che ricadranno all'interno di aree classificate a pericolosità da frana PG1, si limiteranno i movimenti di terra e gli scavi in modo da non determinare condizioni di instabilità e senza modificare negativamente le condizioni geomorfologiche nell'area su cui verranno costruiti.

Per quanto riguarda il cavidotto MT realizzato al di sotto della viabilità esistente, i movimenti di terra e gli scavi previsti per la posa in opera dei cavi sono generalmente di modesta entità. In ogni caso, sarà opportuno valutare un'eventuale modificazione locale del percorso del cavidotto, qualora in una fase successiva di approfondimento delle conoscenze, attraverso l'esecuzione di adeguate indagini geognostiche in situ, si ritenga non stabile un determinato tratto stradale ove far passare il cavidotto.

Inoltre, i tratti di Cavidotto MT che attraverseranno i corsi d'acqua del reticolo idrografico (tra cui il corso d'acqua Marana di Valle Traversa), saranno posati in sub-alveo tramite tecniche non invasive che non prevedono significative alterazioni del profilo morfologico del tratto in esame.

Si evidenzia infine che il Progetto sarà realizzato in un'area già fortemente antropizzata data la presenza di una discarica nelle immediate vicinanze dell'Impianto fotovoltaico (campi L ed N) e di infrastrutture stradali importanti come la SP104, SP120, Strada Comunale Deliceto-Ascoli e SR1- Pedesubappenninica.

- Parte dell'impianto fotovoltaico-in particolare i campi E, F, G, H-ricadono all'interno di aree classificate a media e bassa pericolosità idraulica.  
Un breve tratto del cavidotto MT interessa aree classificate a bassa, media ed alta pericolosità idraulica.

In accordo con gli artt. 7, 8 e 9 delle NTA del Psai della Puglia, nelle aree ad alta e media probabilità di inondazione è consentita la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili.

Nelle aree a bassa probabilità di inondazione sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

**Ai sensi dell'art 12 del Decreto Legislativo n° 387/ 03 si precisa quanto segue:**

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

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

Per tali interventi, l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.

In merito a tali interferenze, sono stati analizzati i regimi di deflusso a monte e a valle delle opere in progetto nonché l'effettiva estensione delle aree allagabili ante e post operam per eventi con tempi di ritorno di 200 e 500 anni come indicato dall'art.36 delle NTA del Piano di Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Come portate al colmo di piena, in particolare, sono state considerate quelle desunte dal PGRA della Puglia. Tali portate sono state utilizzate nella successiva analisi idraulica che, grazie all'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello US Army Corps of Engineers, è finalizzata alla valutazione delle modalità di deflusso degli eventi di piena al fine di stabilire i massimi valori del livello di pelo libero e, di conseguenza, la valutazione delle effettive estensioni delle aree a diversa pericolosità idraulica.

## 5. MODELLO IDROLOGICO

### 5.1. PORTATE AL COLMO DI PIENA DEL TORRENTE CARAPELLOTTA

Come su esplicitato, parte dell'impianto fotovoltaico-in particolare i campi E, F, G, H-ricadono all'interno di aree classificate a media e bassa pericolosità idraulica.

E' opportuno precisare che i tempi di ritorno assunti nel PAI sono già coerenti con quelli previsti dalla direttiva; difatti, nell'ambito dei relativi studi, sono state adottate le frequenze di 200 e 500 anni, che danno luogo, in funzione della sola probabilità di accadimento, rispettivamente alle aree di Media (MP) e Bassa (BP) Pericolosità Idraulica.

In merito a tali interferenze, sono stati analizzati i regimi di deflusso a monte e a valle delle opere in progetto nonché l'effettiva estensione delle aree allagabili ante e post operam per eventi con tempi di ritorno di 200 e 500 anni come indicato dall'art.36 delle NTA del Piano di Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Come portate al colmo di piena, in particolare, sono state considerate quelle desunte dal PGRA della Puglia. Tali portate sono state utilizzate nella successiva analisi idraulica che, grazie all'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello US Army Corps of Engineers, è finalizzata alla valutazione delle modalità di deflusso degli eventi di piena al fine di stabilire i massimi valori del livello di pelo libero e, di conseguenza, alla valutazione delle effettive estensioni delle aree a diversa pericolosità idraulica. Come anticipato, come portate al colmo di piena sono state utilizzate quelle desunte dal PGRA dell' Autorità di Bacino Interregionale della Puglia (cfr. le fig. seguenti) e riportate nella tabella successiva.

Tabella 1-Portate al colmo di piena individuate dal PGRA Puglia per il torrente Carapellotto

TR (anni)	Q (m <sup>3</sup> /sec)
200	<b>52.21</b>
500	<b>62.33</b>

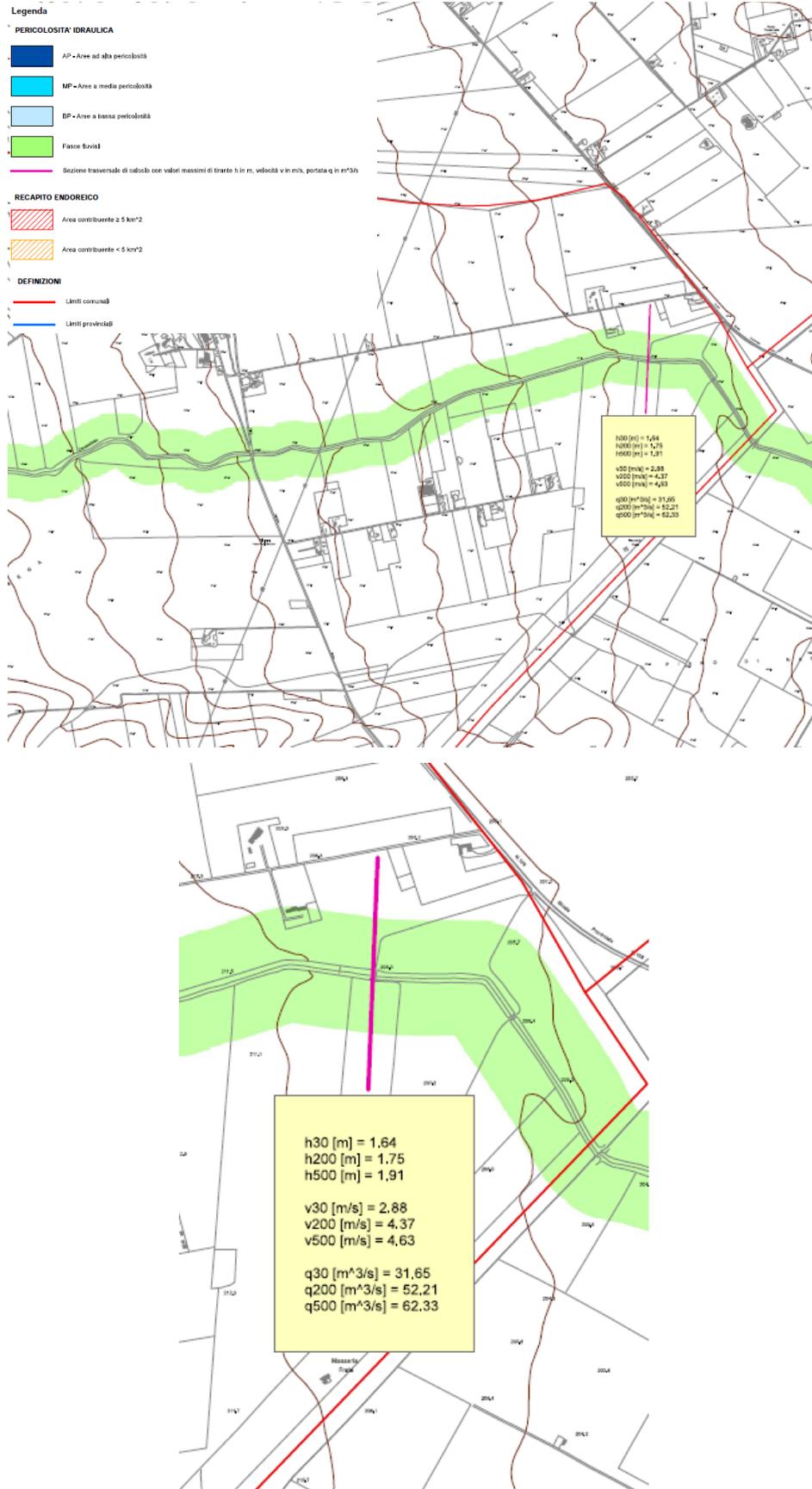


Figura 4-Ingrandimento dell'area del PGRA che indica i valori idrodinamici

Nelle figure precedenti, in particolare, sono mostrate le informazioni idrodinamiche riferite al Torrente Carapellotto riportate nel PGRA:

- T=200 anni:  $v= 4.37$  m/s  $Q=52.21$  m<sup>3</sup>/s;
- T=500 anni:  $v= 4.63$  m/s  $Q=62.33$  m<sup>3</sup>/s.

Questi valori sono stati utilizzati nelle analisi idrauliche finalizzate alla valutazione delle modalità di deflusso degli eventi di piena al fine di stabilire i massimi valori del livello di pelo libero e, di conseguenza, alla valutazione delle effettive estensioni delle aree a diversa pericolosità idraulica.

## 5.2. VERIFICA IDRAULICA DEL TORRENTE CARAPELLOTTA

Nella presente analisi idraulica sono illustrate le condizioni di deflusso del Torrente Carapellotto localizzato nelle adiacenze dell'area di Progetto, che defluisce a distanza di circa 150 m dai campi D, E ed F dell'impianto fotovoltaico.

**Il torrente Carapellotto** è un fiume italiano la cui sorgente si trova sul monte Tre Titoli (891 m s.l.m.) ad est di Deliceto nella provincia di Foggia, in Puglia. Il fiume, che nel suo corso raccoglie diverse fiumare (corsi d'acqua stagionali che scorrono copiosi solo in inverno e autunno), e attraversa le anse di Tremoleto e Castro, scorre verso nord-est e poi vira verso est prima di confluire, da sinistra, nel fiume Carapelle a sud-est di Ortona, nei pressi della Masseria Sedia d'Orlando. Le maggiori fiumare che affluiscono nel Carapellotto sono il Gammarota, il Vallone della Madonna, il Fontana e il Gavitelle.

L'analisi idraulica è stata effettuata mediante l'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello US Army Corps of Engineers. Per ragioni cautelative le portate, sono state considerate costanti nel tempo e le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente.

I tempi di ritorno analizzati, pari a 200 e 500 anni, corrispondono ai tempi di ritorno di riferimento per la delimitazione delle aree a "media" (MP) e "bassa" (BP) pericolosità idraulica del PAI.

All'interno del modello di calcolo sono state inserite le seguenti informazioni:

- geometria dei corsi d'acqua;
- portate di piena;
- condizioni al contorno;
- coefficienti di scabrezza.

### 5.2.1. Geometria del modello idrodinamico

Nella figura seguente è presente la planimetria dell'area in esame con l'indicazione delle tracce delle sezioni trasversali utilizzate per lo stato di fatto.

La geometria delle sezioni è stata determinata mediante l'utilizzo del Modello Digitale del Terreno scaricato dal sito della Puglia [www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it) con una accuratezza limitata di 2 m al massimo.

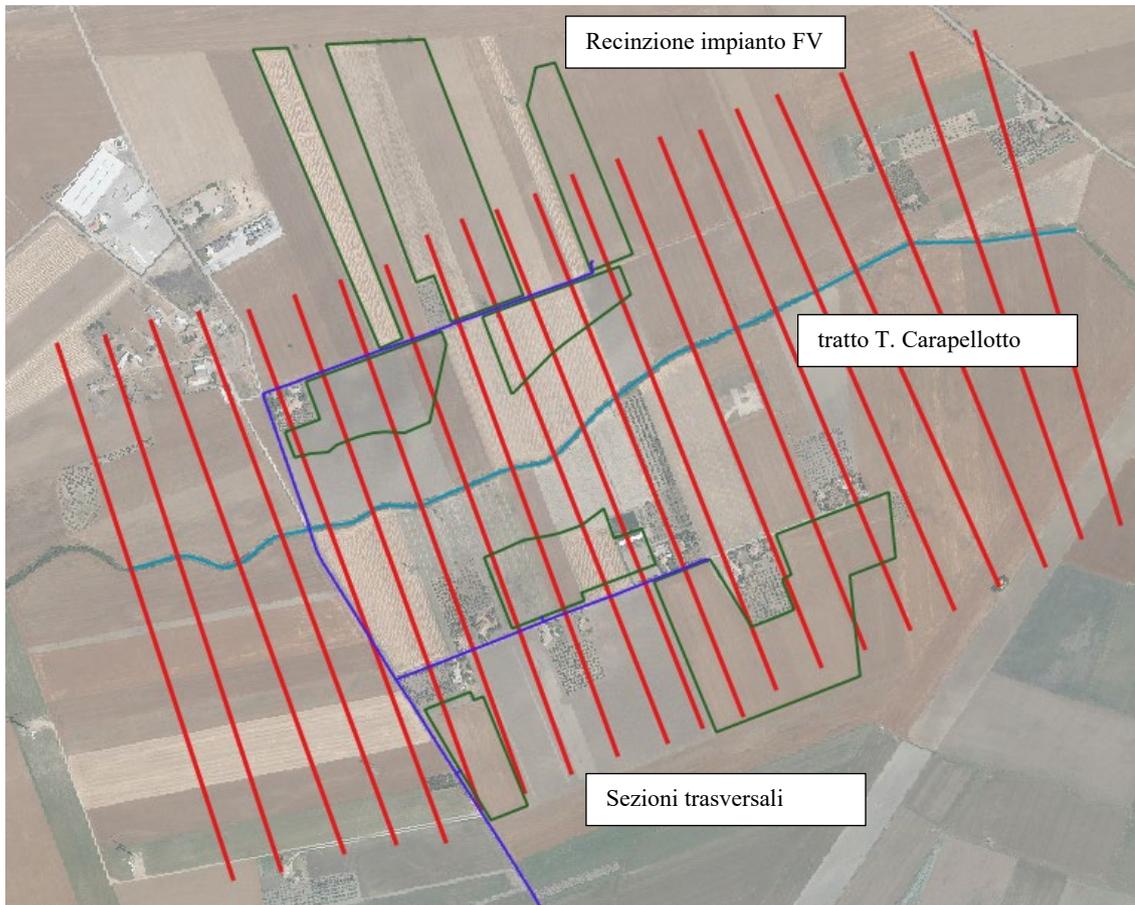


Figura 5: Planimetria del corso d'acqua analizzato con l'individuazione delle sezioni trasversali rilevate per lo stato di fatto

**Le portate al colmo di piena** considerate sono quelle desunte dal PGRA e riportate nella precedente tabella 1.

Come precisato in precedenza, le portate sono state considerate, per ragioni cautelative, costanti nel tempo e le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente.

Come parametro di scabrezza, che identifica la resistenza al moto all'interno di una sezione di deflusso, è stato utilizzato un coefficiente di Manning pari a  $0.030 \text{ s/m}^{1/3}$  per il fondo dell'alveo in cui defluisce il corso d'acqua e un coefficiente pari a 0.04 in corrispondenza delle sponde a destra e sinistra del corso.

Tale coefficiente è stato determinato in base a quanto stabilito nelle tabelle parametriche riportate in letteratura in corrispondenza di fiumi caratterizzati da "alvei non vegetati, rettilinei, corrente regolare" o, in caso di aree esterne, indicate come "aree con cespugli sparsi e erba alta".

Tabella 2-- VALORI DEL COEFFICIENTE DI RESISTENZA DI MANNING: n (s/m<sup>1/3</sup>) DA (CHOW V. T., 1959)

tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
<b>ALVEI DI PIANURA</b>			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con molienti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, molienti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150
<b>GOLENE E PIANE INONDABILI</b>			
prato senza cespugli, erba bassa	0.025	0.030	0.035
prato senza cespugli, erba alta	0.030	0.035	0.050
campi incolti	0.020	0.030	0.040
coltivazioni a filari	0.025	0.035	0.045
colture di cereali in pieno sviluppo	0.030	0.040	0.050
aree con cespugli sparsi e erba alta	0.035	0.050	0.070
aree con cespugli bassi e alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
aree con cespugli bassi e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
cespugli fitti, in inverno	0.045	0.070	0.110
cespugli fitti, in estate	0.070	0.100	0.160

### 5.2.2. Risultati delle simulazioni per il Torrente Carapellotto

Nel seguito, si riportano e si commentano i risultati dello studio idraulico, effettuato in condizioni di moto permanente, in riferimento all'asta modellata riguardante il **tratto del Torrente Carapellotto** su menzionato.

In particolare, sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate, in condizioni di moto permanente in corrispondenza di portate di piena caratterizzate dal tempo di ritorno di 200 e 500 anni.

Tali verifiche hanno consentito, grazie all'ausilio del software HEC-RAS, di definire le caratteristiche proprie del deflusso e, in particolare, il massimo livello idrico raggiunto in ogni sezione, oltre che la pendenza della linea dell'energia, la velocità media della corrente, la larghezza del pelo libero, il numero di Froude della corrente, ecc..

Tutte queste informazioni sono indicate sotto forma numerica nelle tabelle riassuntive seguenti, nelle quali, per ognuna delle sezioni, sono riportati i dati relativi ai principali parametri idraulici desunti dal calcolo al passaggio dell'onda di piena. Le sigle riportate sono relative a:

- Q total = Portata totale espressa in m<sup>3</sup>/s;
- Min Ch El = Quote del fondo dell'alveo;
- W.S. Elev = Quota del pelo libero;
- Crit W.S. = Quota critica del pelo libero;

- E.G. Elev = Quota della linea dell'energia;
- E.G. Slope = Pendenza della linea dell'energia;
- Vel Chnl = Velocità media della corrente nell'alveo;
- Flow area = Area totale della sezione liquida effettiva;
- Top Width = Larghezza superficiale della sezione liquida;
- Froude = Numero di Froude dell'alveo.

Come già anticipato in precedenza, le simulazioni sono state effettuate utilizzando il modello di calcolo HEC-RAS dello US Army Corps of Engineers. Tali simulazioni sono state effettuate, per ragioni cautelative, in regime di moto permanente della corrente. Nelle figure seguenti sono mostrate le tabelle con i valori numerici ottenuti dal modello idraulico per i due tempi di ritorno considerati. Tali tempi di ritorno, in linea con il PAI Puglia, corrispondono rispettivamente alle aree a media (MP: T = 200 anni) e bassa (BP: T = 500 anni) pericolosità idraulica.

Per la delimitazione delle aree allagabili è stato utilizzato un DTM con accuratezza di 2 m.

Tabella 3-Tr=200 anni (media pericolosità)

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: trattoT.Carapell Reach: trattoT.Carapell Profile: Tr 200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
trattoT.Carapell	2131.62	Tr 200	52.21	235.10	235.36	235.36	235.40	0.003386	0.66	63.03	184.91	0.47
trattoT.Carapell	2032.34	Tr 200	52.21	232.51	233.29	233.29	233.54	0.010195	2.52	31.69	138.47	1.00
trattoT.Carapell	1900.90	Tr 200	52.21	228.80	230.33	229.90	230.52	0.002777	1.93	27.11	23.21	0.57
trattoT.Carapell	1794.50	Tr 200	52.21	229.07	229.80	229.75	229.92	0.004762	1.65	41.41	121.81	0.67
trattoT.Carapell	1757		Bridge									
trattoT.Carapell	1695.87	Tr 200	52.21	227.03	228.01	227.72	228.17	0.003278	1.79	29.16	31.06	0.59
trattoT.Carapell	1598.26	Tr 200	52.21	226.01	226.59	226.59	226.73	0.008480	2.02	39.53	130.21	0.88
trattoT.Carapell	1495.19	Tr 200	52.21	223.52	224.88	224.44	225.00	0.001983	1.61	46.89	147.64	0.47
trattoT.Carapell	1393.97	Tr 200	52.21	222.53	223.26	223.26	223.30	0.002939	1.27	76.78	305.17	0.53
trattoT.Carapell	1293.02	Tr 200	52.21	220.02	220.98	220.98	221.41	0.009542	2.91	17.95	20.80	1.00
trattoT.Carapell	1200.37	Tr 200	52.21	218.72	220.15	219.64	220.31	0.002188	1.78	29.39	22.93	0.50
trattoT.Carapell	1117.42	Tr 200	52.21	217.60	218.93	218.48	219.08	0.002287	1.71	30.55	27.09	0.51
trattoT.Carapell	1025.49	Tr 200	52.21	216.49	217.75	217.17	217.84	0.001280	1.29	40.34	35.10	0.39
trattoT.Carapell	937.34	Tr 200	52.21	215.54	216.56	216.31	216.74	0.003935	1.92	27.14	30.43	0.65
trattoT.Carapell	835.47	Tr 200	52.21	213.82	214.84	214.84	215.24	0.009740	2.81	18.57	23.14	1.00
trattoT.Carapell	737.74	Tr 200	52.21	212.14	213.01	213.01	213.42	0.009794	2.82	18.51	22.91	1.00
trattoT.Carapell	648.51	Tr 200	52.21	210.39	211.68	211.33	211.89	0.003280	2.04	25.60	22.57	0.61
trattoT.Carapell	557.25	Tr 200	52.21	209.32	210.83	210.23	210.97	0.001694	1.62	32.29	24.51	0.45
trattoT.Carapell	463.53	Tr 200	52.21	207.51	209.32	208.52	209.43	0.001214	1.48	35.27	23.74	0.39
trattoT.Carapell	336.79	Tr 200	52.21	206.08	207.48	206.97	207.61	0.002007	1.63	32.07	27.77	0.48
trattoT.Carapell	199.91	Tr 200	52.21	204.30	206.12	205.19	206.14	0.000272	0.73	118.77	157.11	0.18
trattoT.Carapell	81.61	Tr 200	52.21	204.37	205.21	205.21	205.57	0.010100	2.67	19.52	27.16	1.01

Tabella 4-Tr=500 anni (bassa pericolosità)

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: trattoT.Carapell Reach: trattoT.Carapell Profile: Tr 500

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
trattoT.Carapell	2131.62	Tr 500	62.33	235.10	235.36	235.36	235.41	0.004826	0.79	63.03	184.91	0.57
trattoT.Carapell	2032.34	Tr 500	62.33	232.51	233.43	233.43	233.56	0.005152	1.97	57.54	203.64	0.72
trattoT.Carapell	1900.90	Tr 500	62.33	228.80	230.38	230.02	230.63	0.003527	2.21	28.24	23.56	0.64
trattoT.Carapell	1794.50	Tr 500	62.33	229.07	229.90	229.82	229.91	0.000369	0.44	204.71	466.97	0.19
trattoT.Carapell	1757		Bridge									
trattoT.Carapell	1695.87	Tr 500	62.33	227.03	228.03	227.81	228.25	0.004334	2.09	29.85	31.10	0.68
trattoT.Carapell	1598.26	Tr 500	62.33	226.01	226.63	226.63	226.78	0.008677	2.13	44.83	134.76	0.90
trattoT.Carapell	1495.19	Tr 500	62.33	223.52	224.94	224.62	225.07	0.002219	1.75	56.49	184.75	0.50
trattoT.Carapell	1393.97	Tr 500	62.33	222.53	223.26	223.26	223.32	0.004187	1.52	76.79	305.18	0.63
trattoT.Carapell	1293.02	Tr 500	62.33	220.02	221.09	221.09	221.57	0.009237	3.06	20.36	21.27	1.00
trattoT.Carapell	1200.37	Tr 500	62.33	218.72	220.33	219.75	220.50	0.002112	1.86	33.42	23.49	0.50
trattoT.Carapell	1117.42	Tr 500	62.33	217.60	219.07	218.58	219.23	0.002333	1.82	34.19	27.91	0.53
trattoT.Carapell	1025.49	Tr 500	62.33	216.49	217.87	217.26	217.97	0.001328	1.39	44.69	35.69	0.40
trattoT.Carapell	937.34	Tr 500	62.33	215.54	216.71	216.41	216.90	0.003470	1.96	31.81	31.53	0.62
trattoT.Carapell	835.47	Tr 500	62.33	213.82	214.95	214.95	215.39	0.009511	2.94	21.19	24.19	1.00
trattoT.Carapell	737.74	Tr 500	62.33	212.14	213.12	213.12	213.57	0.009412	2.97	21.00	23.31	1.00
trattoT.Carapell	648.51	Tr 500	62.33	210.39	211.82	211.44	212.06	0.003259	2.16	28.83	23.12	0.62
trattoT.Carapell	557.25	Tr 500	62.33	209.32	210.97	210.34	211.12	0.001798	1.75	35.62	25.07	0.47
trattoT.Carapell	463.53	Tr 500	62.33	207.51	209.47	208.63	209.60	0.001312	1.61	38.77	24.40	0.41
trattoT.Carapell	336.79	Tr 500	62.33	206.08	207.63	207.08	207.78	0.001963	1.71	36.46	28.83	0.49
trattoT.Carapell	199.91	Tr 500	62.33	204.30	206.27	205.30	206.28	0.000247	0.73	142.15	165.21	0.18
trattoT.Carapell	81.61	Tr 500	62.33	204.37	205.31	205.31	205.71	0.009529	2.78	22.40	28.10	1.00

Dall'analisi condotta sullo stato di fatto del corso d'acqua Torrente Carapellotto ne consegue che, poiché si prevedono delle possibili aree di inondazione per tempi di ritorno di 200 e 500 anni di altezze inferiori ad 1 m, i campi dell'impianto fotovoltaico (E, F, G, H) e le strutture annesse, verranno innalzati di una quota pari a 1.5 m dal suolo a vantaggio di sicurezza.

Per ulteriori approfondimenti sui dettagli costruttivi si rimanda alle tavole:

R18W5P2\_ElaboratoGrafico\_1\_04 223901\_D\_D\_0138 Particolari costruttivi

### 5.3. VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE INTERFERENTI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Riguardo le interferenze del Progetto con il reticolo idrografico dell'area in esame, è opportuno definire ed individuare, preliminarmente, determinati elementi del **reticolo idrografico** definiti dall'Autorità di Bacino della Puglia e disciplinati agli artt. 6 e 10 delle NTA, in particolare:

- **Alveo in modellamento attivo:** porzioni dell'alveo interessato dal deflusso concentrato delle acque, ancorché non continuativo, legato a fenomeni di piena con frequenza stagionale;
- **Area golenale:** porzione di territorio contermina all'alveo in modellamento attivo, interessata dal deflusso concentrato delle acque, ancorché non continuativo, per fenomeni di piena di frequenza pluriennale. Il limite è di norma determinabile in quanto coincidente con il piede esterno dell'argine maestro o con il ciglio del versante;
- **Fascia di pertinenza fluviale:** porzione di territorio contermina all'area golenale;

All'interno delle aree "**Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali**" l'art. 6 delle NTA del Psai della Puglia definisce che possono essere consentiti *la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili*, purché uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.

Il comma 8 sottolinea 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 delle NTA del Psai della Puglia definisce che, all'interno di tali fasce, *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.

Il comma 3 sottolinea 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.

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.

Attualmente l'Autorità di Bacino della Puglia intende per "reticolo idrografico" tutto quanto rappresentato come tale su cartografia idrogeomorfologica. L'individuazione dei reticoli idrografici interessati dalle opere in progetto è stata ottenuta considerando, oltre che la carta idrogeomorfologica, anche la cartografia IGM 1:25000 e le ortofoto della Regione Puglia.

Nell'individuazione dei reticoli idrografici si è fatto riferimento alla carta idrogeomorfologica dell'AdB Puglia confrontandola con la carta IGM 1:25000. Dal confronto tra le due cartografie si rilevano alcune differenze tra il percorso rinvenuto da carta idrogeomorfologica rispetto a quello rinvenuto dalla carta IGM a causa molto probabilmente di interventi di bonifica eseguiti negli anni.

Per eseguire il calcolo delle aree allagabili in regime di moto permanente, 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 fino a 200 anni nelle sezioni di chiusura, di riferimento per le condizioni di sicurezza idraulica.

Dalla sovrapposizione del Progetto in esame con la carta idrogeomorfologica dell'Autorità di Bacino della Puglia, si riscontra che:

- Impianto Fotovoltaico
  - (campi L ed N) risultano prossimi a dei corsi d'acqua, ed in particolare esterni alle aree golenali così come individuate dalla situazione effettivamente riscontrata sul territorio (riportate nel Documento R18W5P2\_RilievoPlanoaltimetrico\_01).  
Per verificare le condizioni di sicurezza idraulica e quindi la non inondabilità per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni, di cui l'art.36 delle NTA, è stato redatto uno studio di compatibilità idraulica.
- il cavidotto MT al di sotto della viabilità esistente interferisce in diversi punti con il reticolo idrografico (tra cui Torrente Carapellotto, Marana di Valle Traversa ed altri corsi d'acqua)
- La stazione elettrica d'utenza, l'impianto di utenza per la connessione (AT) e l'impianto di rete per la connessione non interferiscono con il reticolo idrografico.

Ai sensi degli artt. 6 e 10, la realizzazione dei campi dell'impianto fotovoltaico interferenti con il reticolo idrografico, è consentita, in quanto ricadente in "realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili", previo parere vincolante dell'Autorità di Bacino.

Inoltre, per tale intervento l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata verificando le condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36.

Nel seguito, si farà riferimento ai corsi d'acqua nelle vicinanze dell'impianto fotovoltaico, e relativi bacini idrici, verificando la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica delle fasce di pertinenza fluviale per fenomeni con tempo di ritorno fino a 200 anni.

In merito all'interferenze del cavidotto MT con il reticolo idrografico, non si è ritenuto necessario effettuare una stima delle portate e successiva modellazione idraulica, in quanto saranno realizzati mediante tecniche non invasive, non comportando alcuna riduzione delle sezioni utili per il deflusso idrico.

#### **5.4. ANALISI ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE DELL'INTERVENTO**

In accordo al D. Lgs 152/2006 e s.m.i., è stata effettuata l'analisi delle principali alternative ragionevoli, al fine di confrontarne i potenziali impatti con quelli determinati dall'intervento proposto; mediante tale analisi è stato possibile valutare le alternative, con riferimento a:

- alternative strategiche, individuazione di misure diverse per realizzare lo stesso obiettivo;
- alternative di localizzazione, in base alla conoscenza dell'ambiente, all'individuazione di potenzialità d'uso dei suoli e ai limiti rappresentati da aree critiche e sensibili;
- alternative di processo o strutturali, esame di differenti tecnologie e processi e di materie prime da utilizzare;
- alternative di compensazione o di mitigazione degli effetti negativi, consistono nella ricerca di contropartite nonché in accorgimenti vari per limitare gli impatti negativi non eliminabili;
- alternativa zero, rinuncia alla realizzazione del progetto;

In particolare, non sono state individuate alternative possibili per la produzione di energia rinnovabile di pari capacità che possano essere collocate utilmente nella stessa area.

Non sono in effetti disponibili molte alternative relativamente alla ubicazione di un impianto del tipo di quello in progetto. Difatti per la sua realizzazione è necessario individuare un sito che abbia:

- dimensioni sufficienti a ospitare l'impianto;
- che sia in zona priva di vincoli ostativi alla realizzazione dell'intervento;
- che sia vicino ad una Stazione Elettrica della Rete Elettrica Nazionale, in modo da contenere impatti e costi delle opere di connessione;
- che non interferisca con la tutela dell'ambiente, del paesaggio, del patrimonio storico e artistico, delle tradizioni agroalimentari locali, della biodiversità e del paesaggio rurale.

La zona individuata soddisfa pienamente tutti i requisiti tecnici ed ambientali per la produzione di energia elettrica da impianto fotovoltaico. Infatti, tale area è notoriamente una delle più soleggiate d'Italia, il che la rende una delle più produttive in assoluto per la produzione di energia solare ed il terreno quasi pianeggiante favorisce la perfetta predisposizione naturale dei pannelli, garantendo rendimenti altissimi.

In merito ai Cavidotti MT e BT interni all'impianto e al cavidotto MT esterno, si evidenzia che avranno impatto visivo nullo in quanto completamente interrati. In questo modo si avrà anche una massima protezione alle intemperie ed una conseguenza migliore resistenza all'usura, grazie anche all'ottima qualità dei materiali adottati. Si vedrà, inoltre, nel corso delle analisi, che laddove i cavidotti MT, BT ed il cavidotto MT esterno, nel loro tragitto attraverseranno corsi d'acqua, la posa verrà effettuata mediante tecniche non invasive, garantendo l'assenza d'interferenze con la sezione libera di deflusso dei corsi d'acqua.

Infine, in merito all'alternativa zero, ovvero alla non realizzazione dell'impianto, mantenendo lo status quo dell'ambiente, si nota come si avrebbe il mancato beneficio degli effetti positivi del progetto sulla comunità.

Non realizzando il parco, infatti, si rinunciarebbe alla produzione di energia elettrica pari a 64,17 GWh/anno che contribuirebbero a:

- risparmiare in termini di emissioni in atmosfera di composti inquinanti e di gas serra che sarebbero di fatti emessi da un altro impianto di tipo convenzionale;

- incrementare in maniera importante la produzione da Fonti Energetiche Rinnovabili, favorendo il raggiungimento degli obiettivi previsti dal Pacchetto Clima-Energia;

Inoltre, si perderebbero anche gli effetti positivi che si avrebbero dal punto di vista socio economico, con la creazione di un indotto occupazionale in aree che vivono in maniera importante il fenomeno della disoccupazione.

## **6. VERIFICA CONDIZIONI DI SICUREZZA IDRAULICA DELLE OPERE INTERFERENTI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO**

### **6.1. IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Dall'analisi delle cartografie dell'Autorità di Bacino della Puglia, di cui gli stralci in Figura 2 e 3, si è riscontrato che l'impianto fotovoltaico:

- (*campi L ed N*) risultano prossimi a dei corsi d'acqua, ed in particolare esterni alle aree golenali così come individuate dalla situazione effettivamente riscontrata sul territorio (riportate nel Documento R18W5P2\_RilievoPlanoaltimetrico\_01).

L'AdB richiede la verifica della sicurezza idraulica del Progetto in esame per cui è stato redatto lo studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata per verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36.

#### **6.1.1. Modellazione Idraulica**

Il tracciamento dei profili di corrente è stato condotto, anche in questo caso, utilizzando il codice di calcolo HEC RAS, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers.

HEC-RAS è l'abbreviazione di Hydrologic Engineering Center's River Analysis System.

La modellazione idraulica del deflusso nei corsi d'acqua naturali e artificiali prevede schematizzazioni diverse in funzione dei dati disponibili e del grado di accuratezza del risultato che si intende ottenere.

Ai fini pratici la schematizzazione più utilizzata è sicuramente quella monodimensionale; essa offre risultati soddisfacenti quando la componente principale di moto è lungo una direzione prevalente.

Con riferimento allo schema di moto monodimensionale, occorre fare una seconda distinzione in base alle condizioni temporali. In particolare, si ha moto permanente quando le caratteristiche del deflusso restano costanti in funzione del tempo e moto vario quando esse variano. Inoltre, una corrente a pelo libero è in moto uniforme se scorre in un alveo cilindrico con la superficie libera parallela al fondo, in natura si trovano situazioni di questo genere solo in canali ed alvei completamente artificiali ed in perfetto stato di manutenzione. Una corrente a pelo libero è in moto permanente gradualmente variato quando sono presenti variazioni graduali di sezione e di direzione, ma in ogni caso la pressione può ritenersi distribuita idrostaticamente e la portata non varia nel tempo. Una corrente a pelo libero è in moto vario quando sono presenti brusche variazioni di portata in una sezione che si trasmettono quindi alle sezioni circostanti.

Nel caso di moto permanente, il software è in grado di modellare profili di correnti lente, veloci ed anche miste quando richiesto o ritenuto opportuno automaticamente dal programma.

Per poter risolvere correttamente le equazioni di moto occorre disporre anche delle condizioni al contorno di monte e di valle che regolano il deflusso della corrente. A tale proposito, occorre ricordare che una corrente lenta è influenzata dalle condizioni di valle mentre una corrente veloce è influenzata unicamente dalle condizioni di monte; se infine si tratta di una corrente mista allora sarà influenzata sia dalle condizioni al contorno a monte che a valle.

Nel caso in esame il calcolo è stato svolto in condizioni di moto permanente utilizzando valori delle portate di piena, determinati nella relazione idrologica e riportati di seguito, corrispondenti a tempi di ritorno pari a 30 e 200anni.

### 6.1.2. Corsi d'acqua e sezioni di calcolo

Nella Figura riportata di seguito, si evidenziano i corsi d'acqua prossimi all'impianto fotovoltaico, e relativi bacini idrografici, considerati ai fini della verifica di sicurezza idraulica.

I corsi d'acqua in esame non presentano una denominazione su cartografia IGM, per cui si procederà ad indicarli come di seguito:

- Canale Sud – Bacino 1;
- Canale Nord – Bacino 2;

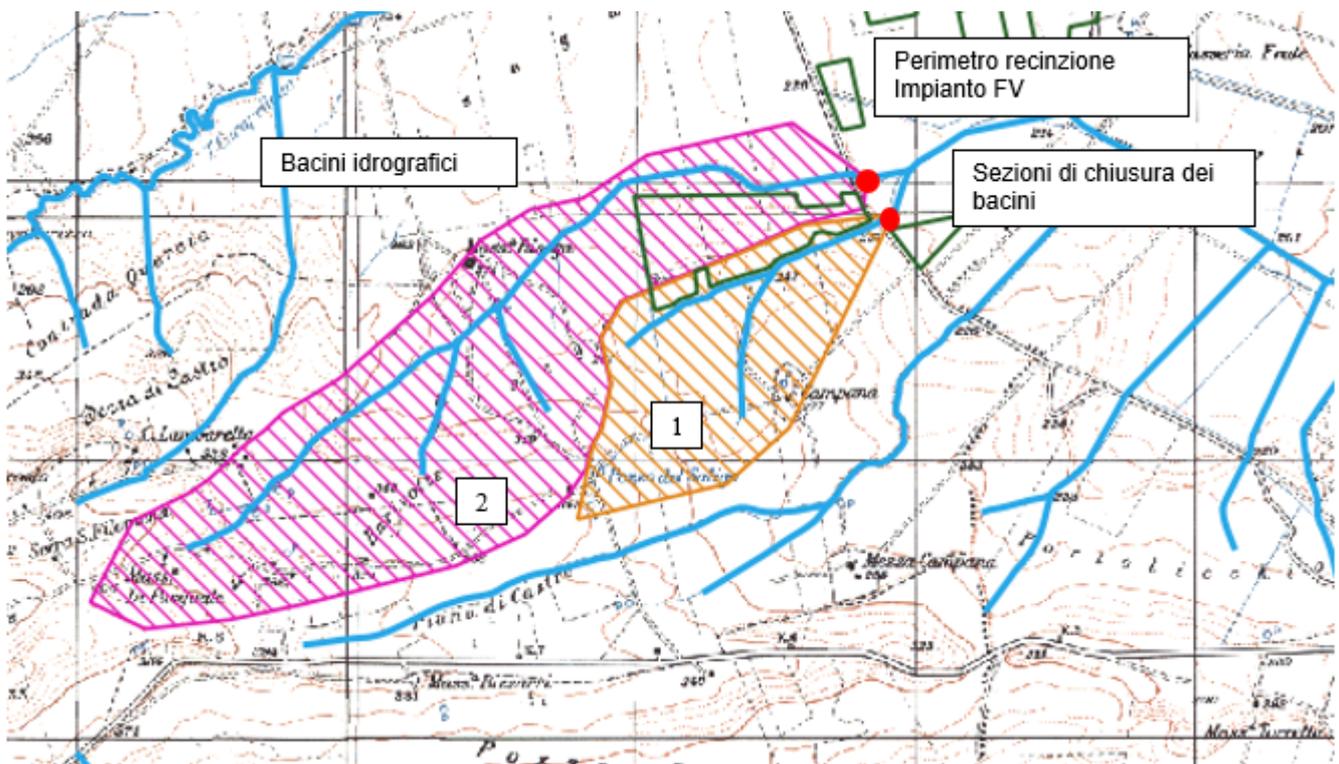


Figura 6 - Corsi d'acqua considerati ai fini della verifica idraulica e relativo bacino idrografico di riferimento

Con l'ausilio del modello digitale del terreno, scaricabile dal SIT Puglia, è stato possibile definire le sezioni del corso d'acqua individuato.

Le simulazioni sono state condotte utilizzando un valore del coefficiente di scabrezza "n" secondo Manning pari a 0.025 sulle sponde dell'alveo e per il letto dell'alveo. Il valore adottato è consigliato per alvei naturali con erba sul fondo ed è cautelativo ai fini delle determinazioni idrauliche conseguenti.

### 6.1.3. Risultati delle simulazioni

Nel seguito, si riportano e si commentano i risultati dello studio idraulico, effettuato in condizioni di moto permanente, in riferimento alle aste modellate.

In particolare, sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate, in condizioni di moto permanente in corrispondenza di portate di piena caratterizzate dal tempo di ritorno di 30 e 200 anni.

Tali verifiche hanno consentito, grazie all'ausilio del software HEC-RAS, di definire le caratteristiche proprie del deflusso e, in particolare, il massimo livello idrico raggiunto in ogni sezione, oltre che la pendenza della linea dell'energia, la velocità media della corrente, la larghezza del pelo libero, il numero di Froude della corrente, ecc..

Tutte queste informazioni sono indicate sotto forma numerica nelle tabelle riassuntive seguenti, nelle quali, per ognuna delle sezioni, sono riportati i dati relativi ai principali parametri idraulici desunti dal calcolo al passaggio dell'onda di piena. Le sigle riportate sono relative a:

- Q total = Portata totale espressa in m<sup>3</sup>/s;
- Min Ch El = Quote del fondo dell'alveo;
- W.S. Elev = Quota del pelo libero;
- Crit W.S. = Quota critica del pelo libero;
- E.G. Elev = Quota della linea dell'energia;
- E.G. Slope = Pendenza della linea dell'energia;
- Vel Chnl = Velocità media della corrente nell'alveo;
- Flow area = Area totale della sezione liquida effettiva;
- Top Width = Larghezza superficiale della sezione liquida;
- Froude = Numero di Froude dell'alveo.

I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle seguenti:

#### Canale Sud – Bacino 1

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: trattocanale1-ba Reach: trattocanale1-ba Profile: TR 30 anni											
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
trattocanale1-ba	1201.98	15.00	271.21	271.83	271.83	271.99	0.009167	1.75	8.57	27.71	1.01
trattocanale1-ba	1048.78	15.00	259.07	259.60	259.60	259.74	0.009569	1.66	9.06	32.93	1.01
trattocanale1-ba	847.00	15.00	250.48	250.97	250.97	251.12	0.009196	1.74	8.62	28.15	1.00
trattocanale1-ba	647.20	15.00	243.36	243.80	243.80	243.95	0.009341	1.73	8.66	28.83	1.01
trattocanale1-ba	461.99	15.00	236.98	237.67	237.67	237.86	0.008859	1.93	7.79	21.26	1.02
trattocanale1-ba	294.70	15.00	231.47	232.05	232.05	232.24	0.008339	1.97	7.62	19.21	1.00
trattocanale1-ba	156.17	15.00	227.12	227.51	227.51	227.51	0.000067	0.13	59.08	96.31	0.08
trattocanale1-ba	18.04	15.00	223.73	224.15	224.15	224.28	0.009594	1.60	9.37	35.88	1.00

Tabella 5 – Parametri idraulici del calcolo in moto permanente (Tr=30 anni)

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: trattocanale1-ba Reach: trattocanale1-ba Profile: Tr 200 anni											
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
trattocanale1-ba	1201.98	22.00	271.21	271.94	271.94	272.12	0.008121	1.87	11.88	35.47	0.98
trattocanale1-ba	1048.78	22.00	259.07	259.69	259.69	259.86	0.009246	1.79	12.31	38.82	1.01
trattocanale1-ba	847.00	22.00	250.48	251.06	251.06	251.25	0.008610	1.93	11.42	30.54	1.01
trattocanale1-ba	647.20	22.00	243.36	243.89	243.89	244.08	0.008681	1.90	11.57	31.68	1.01
trattocanale1-ba	461.99	22.00	236.98	237.79	237.79	238.02	0.008289	2.11	10.43	23.57	1.01
trattocanale1-ba	294.70	22.00	231.47	232.17	232.17	232.41	0.007895	2.15	10.22	21.59	1.00
trattocanale1-ba	156.17	22.00	227.12	227.51	227.51	227.52	0.000144	0.19	59.08	96.31	0.12
trattocanale1-ba	18.04	22.00	223.73	224.20	224.20	224.20	0.000050	0.12	94.61	138.26	0.07

Tabella 6 – Parametri idraulici del calcolo in moto permanente (Tr=200 anni)

**Canale Nord – Bacino 2**

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: trattocanale2-ba Reach: trattocanale2-ba Profile: Tr 30 anni											
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
trattocanale2-ba	870.07	21.00	241.14	241.86	241.86	241.88	0.000831	0.65	32.87	79.01	0.32
trattocanale2-ba	723.19	21.00	238.21	238.89	238.89	238.90	0.000327	0.35	45.44	89.92	0.19
trattocanale2-ba	576.30	21.00	234.62	234.94	234.94	235.01	0.007962	1.43	18.23	108.45	0.91
trattocanale2-ba	452.48	21.00	232.17	232.41	232.41	232.46	0.003996	0.62	22.11	99.67	0.57
trattocanale2-ba	337.54	21.00	230.71	231.19	231.19	231.20	0.000406	0.32	44.39	102.29	0.20
trattocanale2-ba	224.54	21.00	228.72	229.16	229.16	229.32	0.009059	1.78	11.80	36.93	1.00
trattocanale2-ba	132.31	21.00	227.30	227.75	227.75	227.88	0.009445	1.63	12.87	47.28	1.00
trattocanale2-ba	33.63	21.00	226.12	226.41	226.41	226.49	0.009208	1.33	17.68	105.89	0.94

Tabella 7 – Parametri idraulici del calcolo in moto permanente (Tr=30 anni)

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: trattocanale2-ba Reach: trattocanale2-ba Profile: Tr 200 anni											
Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
trattocanale2-ba	870.07	30.00	241.14	241.86	241.86	241.90	0.001696	0.93	32.87	79.01	0.45
trattocanale2-ba	723.19	30.00	238.21	238.89	238.89	238.92	0.000667	0.51	45.44	89.92	0.28
trattocanale2-ba	576.30	30.00	234.62	234.95	234.95	235.08	0.012257	1.85	19.97	109.35	1.14
trattocanale2-ba	452.48	30.00	232.17	232.41	232.41	232.51	0.008156	0.89	22.11	99.67	0.81
trattocanale2-ba	337.54	30.00	230.71	231.19	231.19	231.22	0.000828	0.45	44.39	102.29	0.29
trattocanale2-ba	224.54	30.00	228.72	229.25	229.25	229.44	0.008524	1.94	15.50	40.82	1.00
trattocanale2-ba	132.31	30.00	227.30	227.85	227.85	227.98	0.005976	1.60	20.54	92.28	0.84
trattocanale2-ba	33.63	30.00	226.12	226.45	226.45	226.55	0.010106	1.49	21.73	109.25	1.00

Tabella 8 – Parametri idraulici del calcolo in moto permanente (Tr=200 anni)

Si precisa che nella modellazione dell'onda di piena si è considerata, a vantaggio di sicurezza, in tutte le sezioni del canale in esame, una portata pari a quella della sezione di chiusura.

Si riporta inoltre, la planimetria con le sezioni trasversali e le aree di inondazione per portate con tempo di ritorno 30 e 200anni, con riferimento ai corsi d'acqua analizzati.

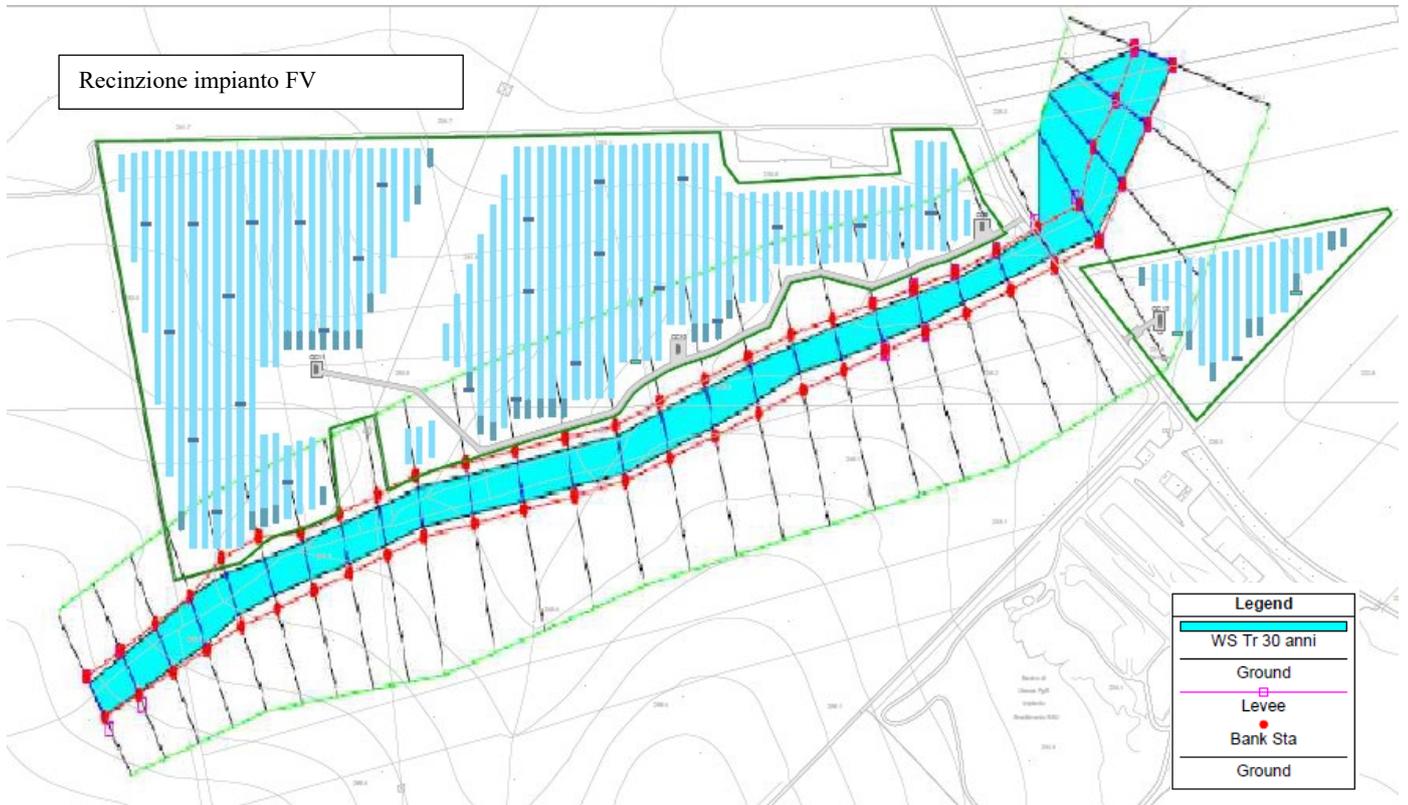


Figura 7 - Planimetria con le sezioni trasversali e le aree di alluvionamento per portate con TR\_30\_Canale Sud

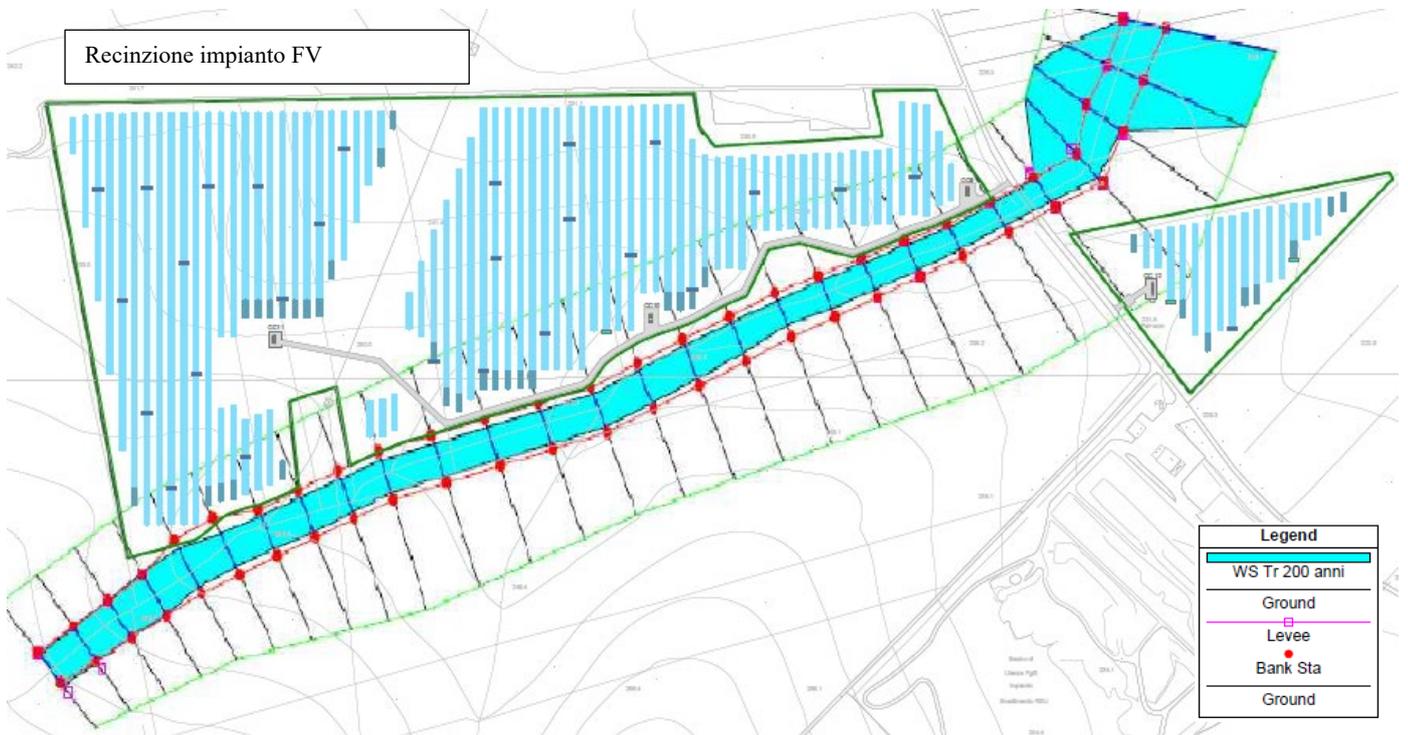


Figura 8 - Planimetria con le sezioni trasversali e le aree di alluvionamento per portate con TR\_200\_Canale Sud

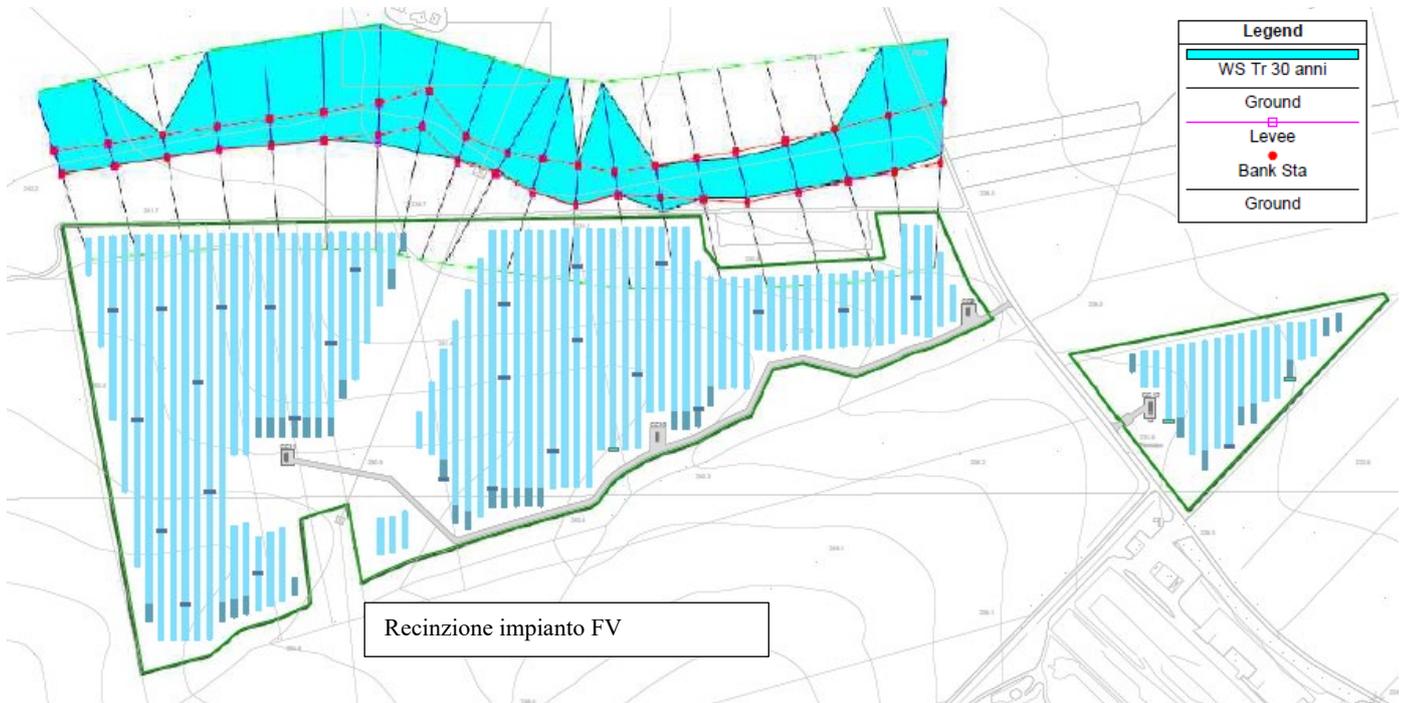


Figura 9 - Planimetria con le sezioni trasversali e le aree di alluvionamento per portate con TR\_30\_Canale Nord



Figura 10 - Planimetria con le sezioni trasversali e le aree di alluvionamento per portate con TR\_200\_Canale Nord

Dalla sovrapposizione delle aree di alluvionamento individuate dal modello ed il progetto in esame, si evince che l'impianto risulta esterno alle fasce di alluvionamento come definite in precedenza per cui risulta verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica.

## 6.2. CAVIDOTTO MT

Dall'analisi delle cartografie dell'Autorità di Bacino della Puglia, di cui gli stralci in Figura 2 e 3, si è riscontrato che il cavidotto MT interferisce con il reticolo idrografico (Torrente Carapellotto, Marana di Valle Traversa e altri corsi d'acqua).

Come già anticipato, ai sensi degli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI, la realizzazione del cavidotto MT, interferente con il reticolo idrografico, è consentita.

In merito all'interferenze del cavidotto MT con il reticolo idrografico, non si è ritenuto necessario effettuare una stima delle portate e successiva modellazione idraulica, in quanto gli attraversamenti saranno realizzati mediante tecniche non invasive, non comportando alcuna riduzione delle sezioni utili per il deflusso idrico.

Si procede con la descrizione delle modalità di realizzazione degli attraversamenti del cavidotto MT in corrispondenza delle sezioni d'attraversamento individuate.

È possibile trovare riscontro delle interferenze del cavidotto MT con il reticolo idrografico, e della relativa soluzione (posa in opera) negli elaborati grafici:

R18W5P2_ElaboratoGrafico_2_01	Planimetria cavidotto MT su CTR - tratto 1
R18W5P2_ElaboratoGrafico_2_02	Planimetria cavidotto MT su CTR - tratto 2
R18W5P2_ElaboratoGrafico_2_03	Planimetria cavidotto MT su CTR - tratto 3
R18W5P2_ElaboratoGrafico_2_09	Dettagli costruttivi cavidotto MT

### Attraversamento -TOC

L'attraversamento in esame riguarda il cavidotto MT che attraversa il corso d'acqua in corrispondenza di una viabilità già esistente. La tecnica scelta per la posa in opera, al fine di sottopassare il corso d'acqua senza alterarne la funzionalità idraulica neanche in fase di cantiere, è la Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC). Quest'ultima prevede la perforazione mediante una sonda teleguidata ancorata a delle aste metalliche. L'avanzamento avviene per la spinta a forti pressioni esercitata da acqua o miscele di acqua e polimeri totalmente biodegradabili: per effetto della spinta il terreno è compresso lungo le pareti del foro, e l'acqua è utilizzata anche per raffreddare l'utensile.

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

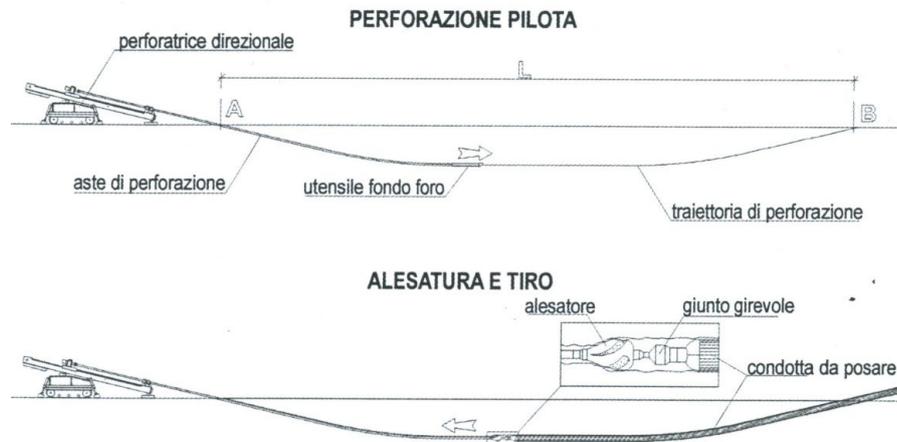
Le fasi principali del processo di TOC sono le seguenti:

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

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

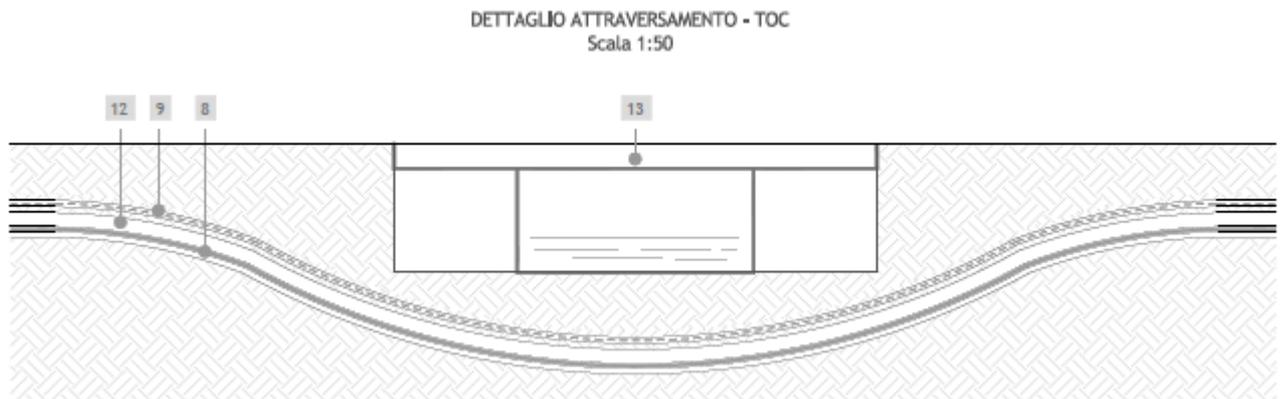
Il controllo della posizione della testa di perforazione, giuntata alla macchina attraverso aste metalliche che permettono piccole curvature, è assicurato da un sistema di sensori posti sulla testa stessa. Una volta eseguito il foro pilota viene collegato alle aste un alesatore di diametro leggermente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

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



Tale intervento avverrà senza comportare interventi di rilevante trasformazione, né arature profonde e/o movimenti di terra che possano alterare in modo sostanziale e/o stabilmente il profilo degli alvei fluviali, né comporterà estrazione di materiali litoidi dalle aree fluviali, tale da modificarne le sezioni di deflusso. In particolare, gli interventi previsti non comporteranno l'asportazione di materiale inerte dagli alvei dei corsi d'acqua, dalle aree di golena esterne agli alvei e, più in generale, dalle fasce di pertinenza fluviale, non determinando, pertanto, alcuna modifica dello stato fisico o dell'aspetto esteriore dei luoghi rispetto alla situazione attuale.

In via esemplificativa, si riporta di seguito lo stralcio inerente la modalità di posa in opera del cavidotto MT mediante TOC.



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

Figura 11 – Particolari costruttivi del cavidotto MT\_TOC

## 7. CONCLUSIONI

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

L'area occupata dall'impianto fotovoltaico ricade all'interno di aree classificate a pericolosità idraulica e risulta prossimo a dei corsi d'acqua, ed in particolare interno alla porzione di terreno assunta pari a 75m sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua. Pertanto, è stato necessario condurre il presente studio di compatibilità idraulica al fine di individuare le aree di alluvionamento per i tratti dei reticoli idrografici individuati e verificare la sussistenza delle condizioni di **sicurezza idraulica**.

In particolare, il calcolo è stato svolto in condizioni di moto permanente, con l'ausilio del software HEC-RAS, utilizzando valori delle portate di piena, desunti dal PGRA della Puglia nel primo caso e determinati nella relazione idrologica nel secondo caso e, corrispondenti a tempi di ritorno pari a 200 e 500 anni per le aree a pericolosità idraulica (media e bassa) e pari a 30 e 200 anni per il reticolo idrografico.

Tali portate sono state utilizzate nella successiva analisi idraulica che, grazie all'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*, è stata finalizzata alla valutazione delle modalità di deflusso degli eventi di piena al fine di stabilire i massimi valori del livello di pelo libero e, di conseguenza, di valutare le effettive estensioni delle aree a diversa pericolosità idraulica e delle aree di alluvionamento.

Per i campi dell'impianto fotovoltaico (E, F, G, H) poiché dallo studio idraulico risulta la possibilità di inondazione per i periodi di ritorno pari a 200 e 500 anni, si è valutato l'innalzamento dei suddetti campi e delle strutture ad essi annessi di un'altezza pari a 1,5 m.

I campi dell'impianto fotovoltaico L ed N, in seguito allo studio idraulico, risultano esterni alle aree allagabili e dunque non creeranno ostacoli al deflusso idrico.

Il cavidotto MT interessa anche esso il reticolo idrografico. Tuttavia, è stato analizzato nel presente elaborato, la tecnica TOC- tecnica non invasiva per l'attraversamento dei corsi d'acqua individuati non creando, anche in questo caso, ostacolo al deflusso delle acque.

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

### 8. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Interferenze_AdBP_PAI	223901_D_D_0101	Interferenza con il Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Autorità di bacino della Puglia (AdB - Puglia)
Interferenze_AdB_Cartaldrogeomorfologica	223901_D_D_0102	Interferenza con la Carta Idrogeomorfologica (AdB - Puglia)
R18W5P2_RilievoPlanoaltimetrico	223901_D_D_0130	Rilievo Planoaltimetrico
R18W5P2_ElaboratoGrafico_2_09	223901_D_D_0148	Dettagli costruttivi cavidotto MT

