



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA



COMUNE DI LUCERA

## AGROVOLTAICO "VACCARELLA"

*Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 44,5056 MW DC e 36,0000 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità, apicoltura e attività sociali, da realizzare nel Comune di Lucera (FG) in località "Vaccarella"*

### PROGETTO DEFINITIVO

Proponente dell'impianto FV:

**ILOS**

**INE VACCARELLA S.R.L.**  
A Company of ILOS New Energy Italy

**INE VACCARELLA S.r.l.**

Via C. D'Ambrosio n. 6, 71016, San Severo (FG)

PEC: [inevaccarellasrl@legalmail.it](mailto:inevaccarellasrl@legalmail.it)

Gruppo di progettazione:

*Ing. Giovanni Montanarella - progettazione generale e progettazione elettrica*

*Arch. Giuseppe Pulizzi - progettazione generale e coordinamento gruppo di lavoro*

*Ing. Salvatore Di Croce - progettazione generale, studi e indagini idrologiche e idrauliche*

*Dott. Arturo Urso - studi e progettazione agronomica*

*Ing. Angela Cuonzo - studio d'impatto ambientale e analisi territoriale*

*Geom. Donato Lensi - studio d'impatto ambientale e rilievi topografici*

*Dott. Geologo Baldassarre Franco La Tessa - studi e indagini geologiche, geotecniche e sismiche*

*Dott.ssa Archeologa Paola Guacci - studi e indagini archeologiche*

*Ing. Silvio Galtieri - valutazione d'impatto acustico*

Proponente del progetto agronomico e Coordinatore generale e progettazione:

**m2  
energia**  
ENERGIE  
RINNOVABILI

**M2 ENERGIA S.r.l.**

Via C. D'Ambrosio n. 6, 71016, San Severo (FG)

[m2energia@gmail.com](mailto:m2energia@gmail.com) - [m2energia@pec.it](mailto:m2energia@pec.it)

+39 0882.600963 - 340.8533113

Elaborato redatto da:

*Ing. Salvatore Di Croce*

*Ordine degli Ingegneri - Provincia di Potenza - n. 1733*

Spazio riservato agli uffici:

<b>PD</b>	Titolo elaborato:				Codice elaborato	
	<b>Relazione Idrologica e Idraulica</b>				<b>PD03_01</b>	
N. progetto: FG0Lu01	N. commessa:	Codice pratica:	Protocollo:	Scala: ---	Formato di stampa: A4	
Redatto il: 13/09/2021	Revis. 01 del: 11/10/2021	Revis. 02 del:	Revis. 03 del:	Verificato il: -	Approvato il: -	Nome_file o Identificatore: FG0Lu01_PD03_01

## INDICE

1	PREMESSA.....	2
1.1	Normativa di riferimento.....	2
2	INQUADRAMENTO .....	3
3	CARATTERI IDROLOGICI DELL'AREA IN ESAME .....	4
3.1	Piogge intense .....	5
4	INTERFERENZE OGGETTO DI ANALISI .....	8
4.1	Area centrale agrovoltaica .....	8
4.1.1	<i>Opere di sistemazione.....</i>	<i>11</i>
4.1.2	<i>Bacino idrografico .....</i>	<i>12</i>
4.1.3	<i>Stima della portata al colmo di piena.....</i>	<i>13</i>
4.1.4	<i>Analisi idraulica .....</i>	<i>18</i>
4.2	Cabina di consegna.....	20
4.3	Cavidotto di vettoriamento.....	22
4.3.1	<i>Percorso del Cavidotto in aree a pericolosità idraulica .....</i>	<i>25</i>
5	CONCLUSIONI .....	26
6	ELENCO ELABORATI.....	27

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive lo studio eseguito, con le relative risultanze, nel corso dell'analisi idrologica ed idraulica condotte dallo scrivente su un'area ricadente in Provincia di Foggia.

Più precisamente l'area in esame è interessata dal progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica e delle opere infrastrutturali connesse, abbinato alla valorizzazione agricola dello stesso sito attraverso l'impiego di colture agricole di pregio (Parco Agrovoltaico); l'insieme costituito dall'impianto agrovoltaico e le opere connesse ricade nel comune di Lucera e, per un breve tratto di cavidotto MT, nel comune di Foggia.

Su incarico della Società Committente si è proceduto ad analizzare gli elementi di progetto che interferiscono con gli elementi idrici superficiali presenti nelle aree in oggetto.

In particolare il presente studio ha riguardato:

- **l'area interessata dall'installazione del campo agrovoltaico** al fine di individuare la presenza di tratti di reticolo idrografico, la loro eventuale pericolosità idraulica nonché le interferenze che gli elementi del parco in oggetto generano con detta rete idrografica;
- **le aree che saranno occupate dalle cabine elettriche** (di conversione, di smistamento e di consegna) al servizio dell'impianto con le medesime finalità descritte al punto precedente;
- **il tracciato dei cavidotti di collegamento** tra campo agrovoltaico e punto di consegna presso la sottostazione MT/AT, al fine di definire le intersezioni tra questi ed il reticolo idrografico nonché la tecnica costruttiva più adeguata per l'attraversamento della stessa.

### 1.1 Normativa di riferimento

L'area ricade all'interno del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – Unit of Management Puglia; dunque il presente studio è stata condotto, nelle condizioni attuali, assumendo a riferimento i criteri del Piano di Bacino Stralcio - Assetto Idrogeologico (PAI), predisposto da detta Autorità ed in particolare le prescrizioni delle Norme Tecniche di Attuazione, emanate con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005.

Nel presente studio è stato inoltre assunto a riferimento il DPCM 29/09/1998 - Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1,

commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180 (che contiene indirizzi procedurali per l'esecuzione di analisi del rischio idrogeologico).

## 2 INQUADRAMENTO

Il parco agrovoltaico in progetto sarà installato in agro di Lucera, in località *Vaccarella*, ed avrà una potenza nominale di 44,5056 MWp per una occupazione superficiale complessiva di circa 65,00 ha. L'area interessata dalla installazione dei tracker fotovoltaici avrà una estensione di circa 54 ha.

Il cavidotto MT di vettoriamento dell'energia prodotta, seguendo principalmente le strade esistenti, si sviluppa per circa 11 Km ed interessa in gran parte il territorio del comune di Lucera, in cui sarà realizzata anche la stazione di trasformazione e consegna, in prossimità della prevista realizzazione della Centrale di Trasformazione da parte di Terna SpA.

Solo in parte il tracciato interessa il territorio del Comune di Foggia.

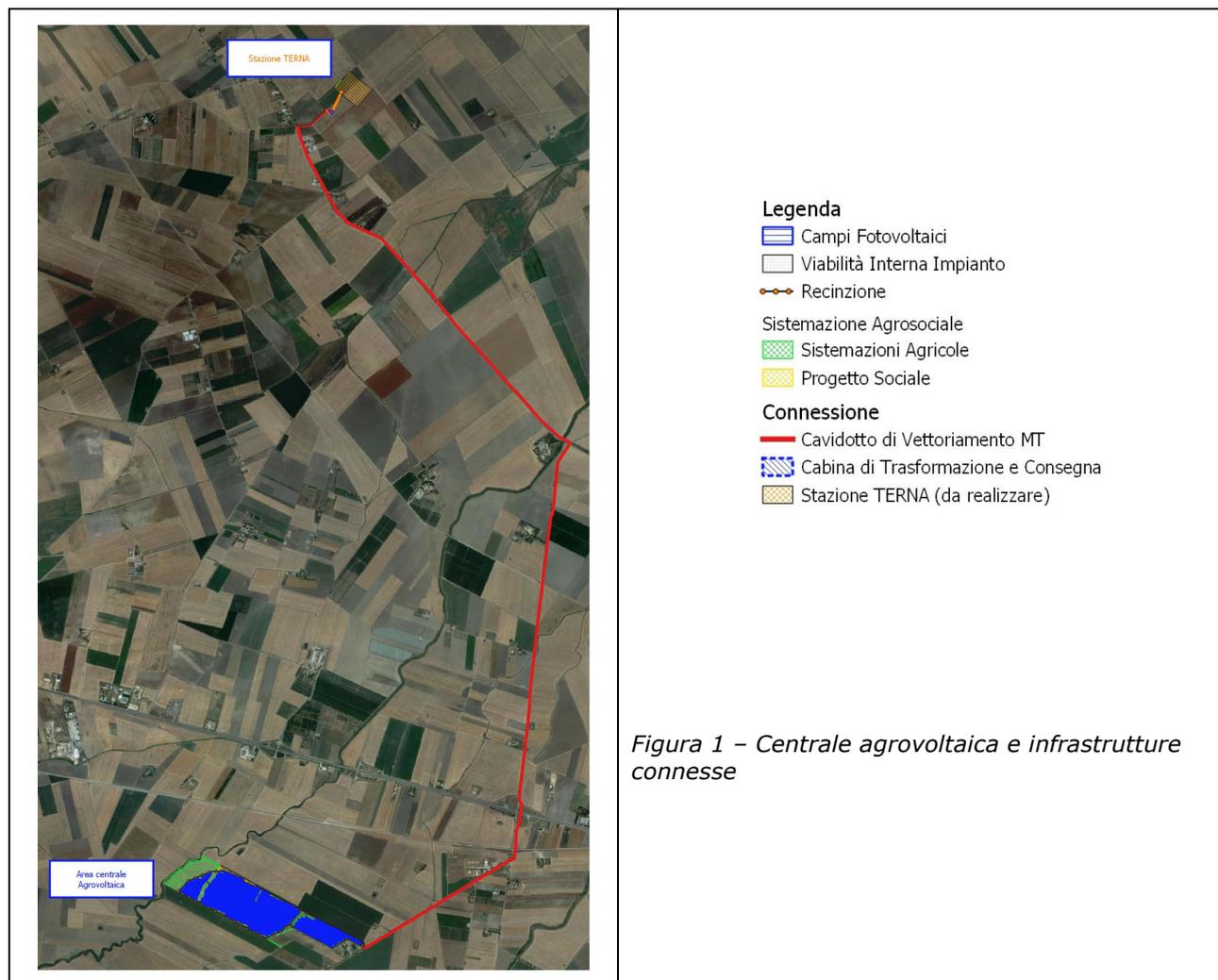


Figura 1 – Centrale agrovoltaica e infrastrutture connesse

Le strutture in progetto cui il presente studio di compatibilità idraulica è riferito sono dunque costituite da:

- **area occupata dalla centrale fotovoltaica**, di estensione di 65,00 ha, contenente tutte le attrezzature meccaniche ed elettromeccaniche, le cabine di conversione, le cabine di smistamento per il funzionamento della stessa centrale, nonché tutte le piantumazioni agricole finalizzate alla valorizzazione agricola dell'area ed alla mitigazione degli aspetti di natura visiva;
- **cavidotto di trasferimento** della potenza generata, della lunghezza di circa 11,00 km;
- **sottostazione MT/AT da collegare alla stazione 150/380kV di Terna SpA, di futura realizzazione.**

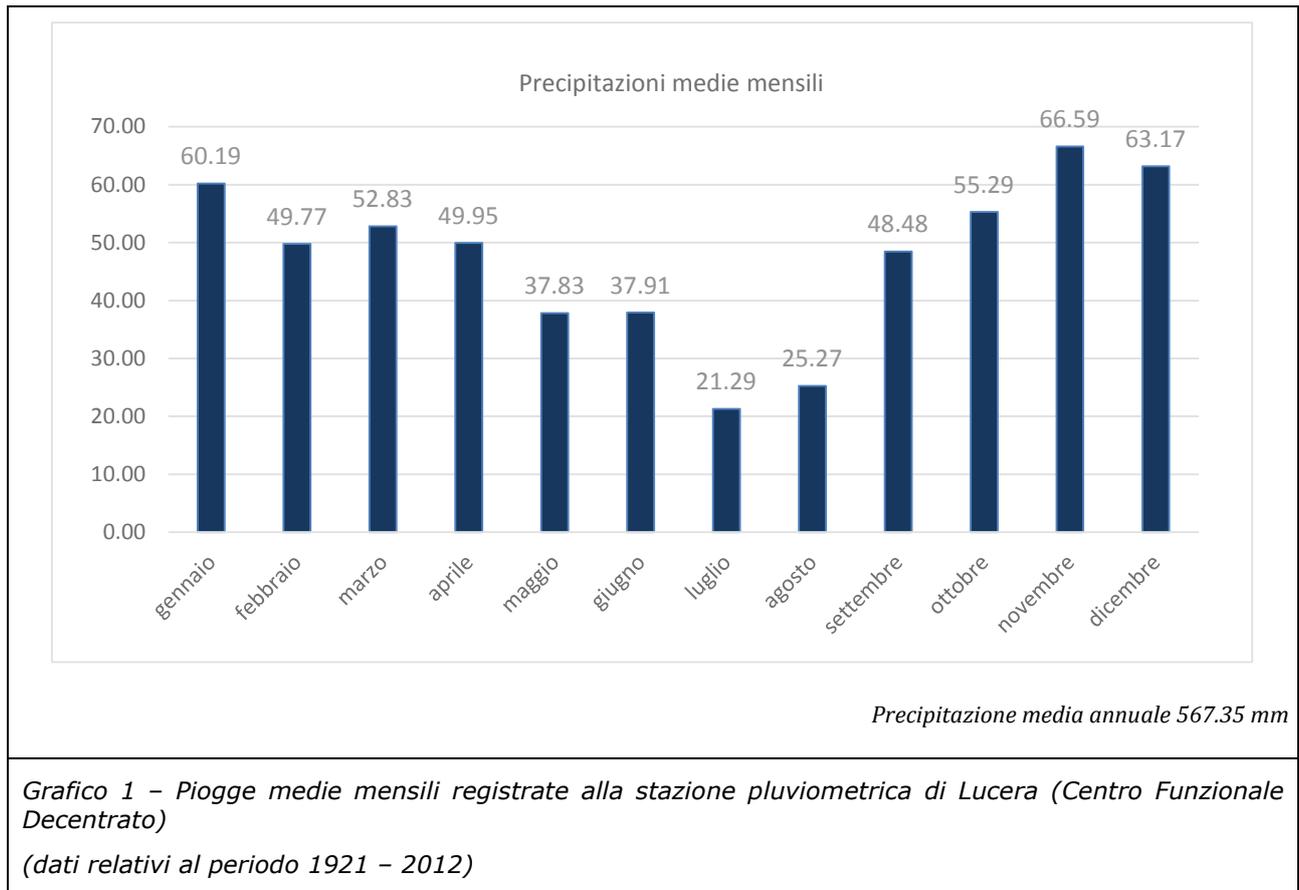
Nello studio è stato assunto a riferimento il reticolo idrografico riportato sulla Carta IGM al 25.000 e quello della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia.

### **3 CARATTERI IDROLOGICI DELL'AREA IN ESAME**

Dal punto di vista climatico, la zona di interesse presenta un clima tipicamente mediterraneo con inverno mite, primavere e autunni caldi ed estate torride. Le temperature medie si attestano intorno 16.0 °C gradi e raramente scendono sotto i 3° c, nei mesi di gennaio e febbraio.

Le precipitazioni medie annuali non superano i 570 mm per un numero medio annuale di giorni piovosi intorno a 74 e sono concentrate nei mesi autunnali e invernali.

Di seguito il grafico delle precipitazioni medie mensili desunte dagli annali idrologici resi disponibili dalla Protezione Civile della Regione Puglia.



### 3.1 Piogge intense

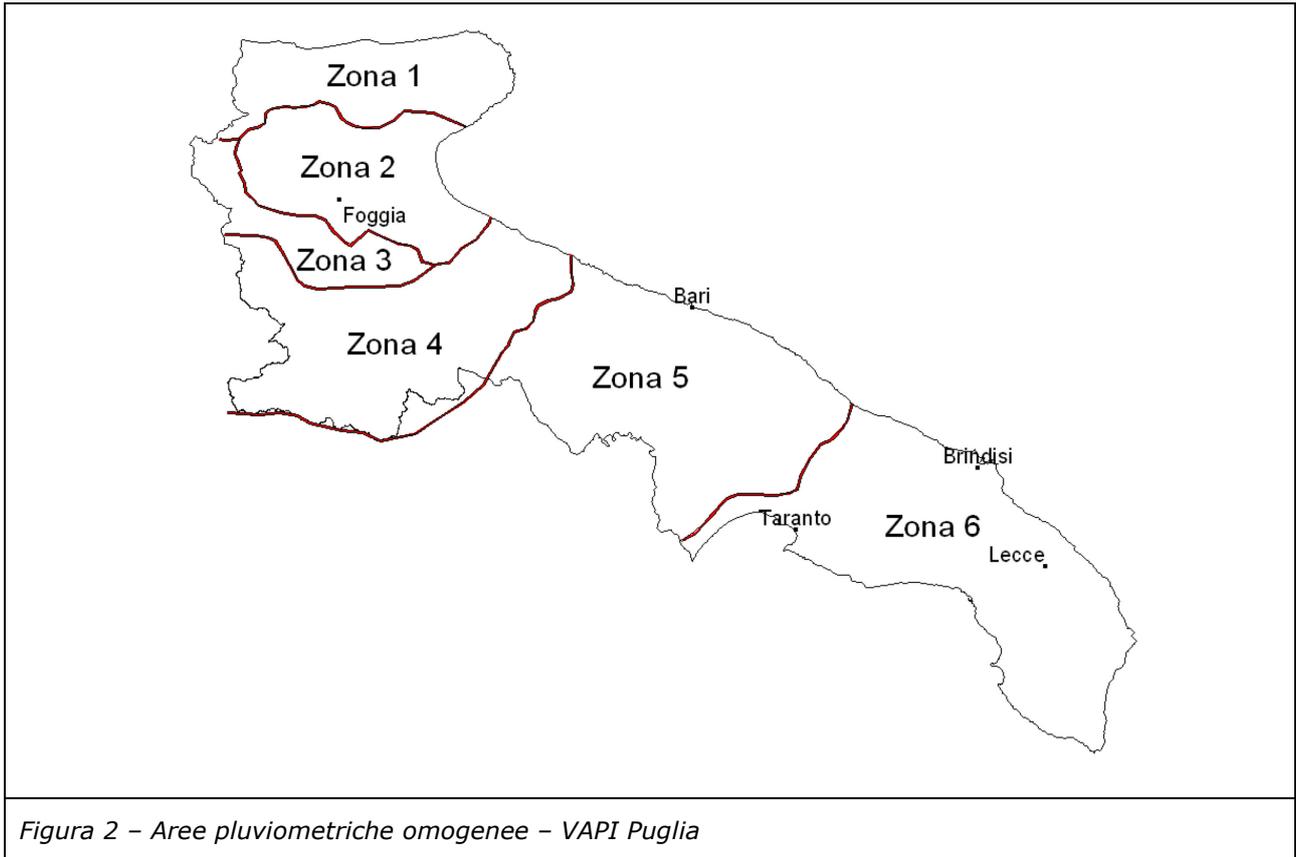
La stima degli afflussi meteorici può essere condotta utilizzando la procedura proposta nel Progetto VAPI Puglia, sviluppato dai proff. M. Fiorentino e V.A. Copertino nell’ambito del lavoro Valutazione delle Piene in Italia, a cura del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Secondo la procedura VAPI la curva di possibilità pluviometrica può essere espressa come:

$$h(T, t) = K_T \cdot m(h_t)$$

dove  $m(h_t)$  rappresenta la curva di possibilità pluviometrica riferita al valor medio del massimo annuale dell’altezza di pioggia giornaliera e  $K_T$  rappresenta il fattore di crescita con il periodo di ritorno  $T$ .

L’intera regione oggetto di indagine è stata suddivisa in 6 aree omogenee (figura seguente), per ciascuna delle quali il rapporto VAPI fornisce le relazioni utili alla determinazione della legge pluviometrica pertinente.



L'area in studio ricade nella Zona Omogenea n. 2, per la quale il rapporto VAPI fornisce:

$$m(h_t) = a \cdot t^n$$

a= 22.20 mm/h  
n= 0.247

$K_T = \left( \frac{\theta^* \cdot \ln \Lambda^*}{\eta} + \frac{\ln(\Lambda_1)}{\eta} \right) + \frac{\theta^*}{\eta} \cdot \ln T$	$\theta^*$	$\Lambda^*$	$\Lambda_1$	$\eta$
	2,121	0,351	17,55	4,1053

Pertanto:

<b>T</b>	<b>K<sub>T</sub></b>	<b>Curve di possibilità pluviometrica</b>	
30 anni	1,98	$h_{t,30} = 1.98 \cdot 22.20 \cdot t^{0.247}$	$h_{t,30} = 43.87 \cdot t^{0.247}$
200 anni	2,76	$h_{t,200} = 2.76 \cdot 22.20 \cdot t^{0.247}$	$h_{t,200} = 61.35 \cdot t^{0.247}$
500 anni	3,14	$h_{t,500} = 3.14 \cdot 22.20 \cdot t^{0.247}$	$h_{t,500} = 69.79 \cdot t^{0.247}$
<b>Curve di possibilità pluviometrica</b>			

#### 4 INTERFERENZE OGGETTO DI ANALISI

Nel capitolo vengono analizzati, suddividendoli per categoria, gli elementi che costituiscono il parco agrovoltaico in progetto ed analizzate le interferenze che essi producono con il reticolo idrografico più prossimo.

##### 4.1 Area centrale agrovoltaica

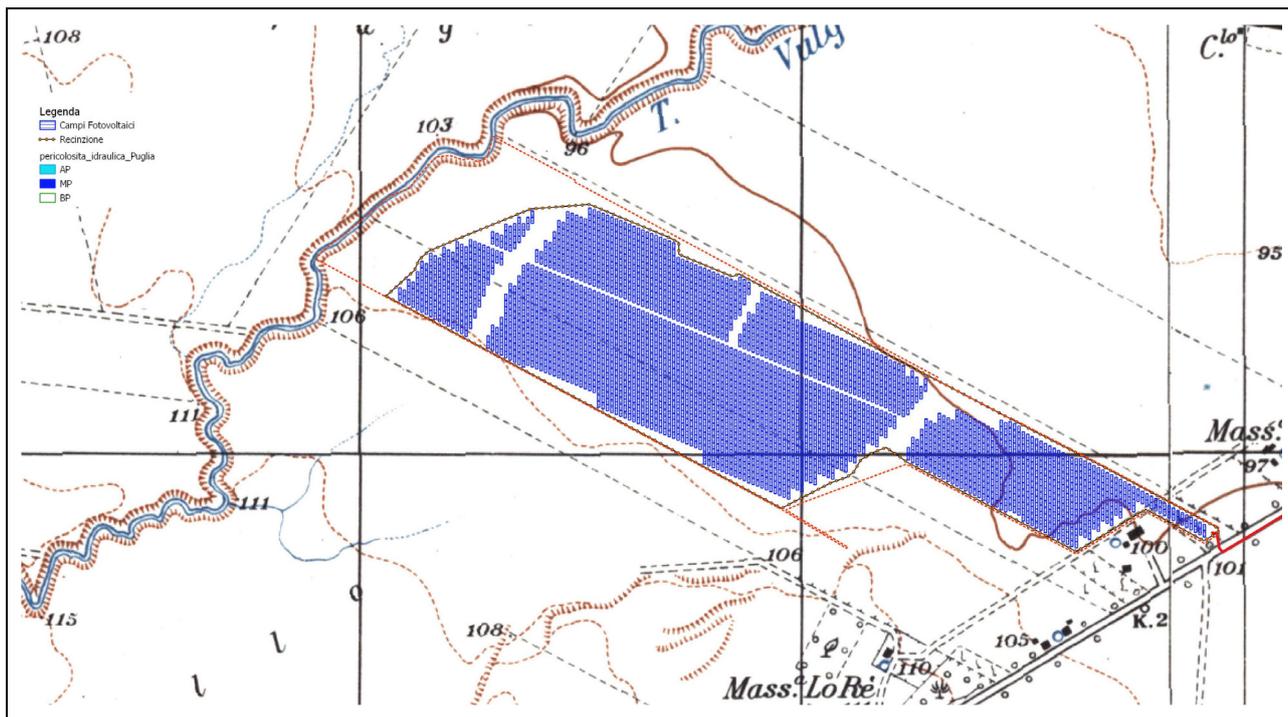


Figura 3. Area della centrale fotovoltaica su Carta IGM

Dalla Carta IGM si può osservare che l'area interessata dalla installazione della centrale agrovoltaica è ubicata a più di 150 m dal Torrente Vulgano quindi esterna alle fasce di pertinenza fluviale (che nel caso in oggetto valgono 75m, come risulta dall'art 6 e dall'art. 10 delle NTA del PAI Puglia.)



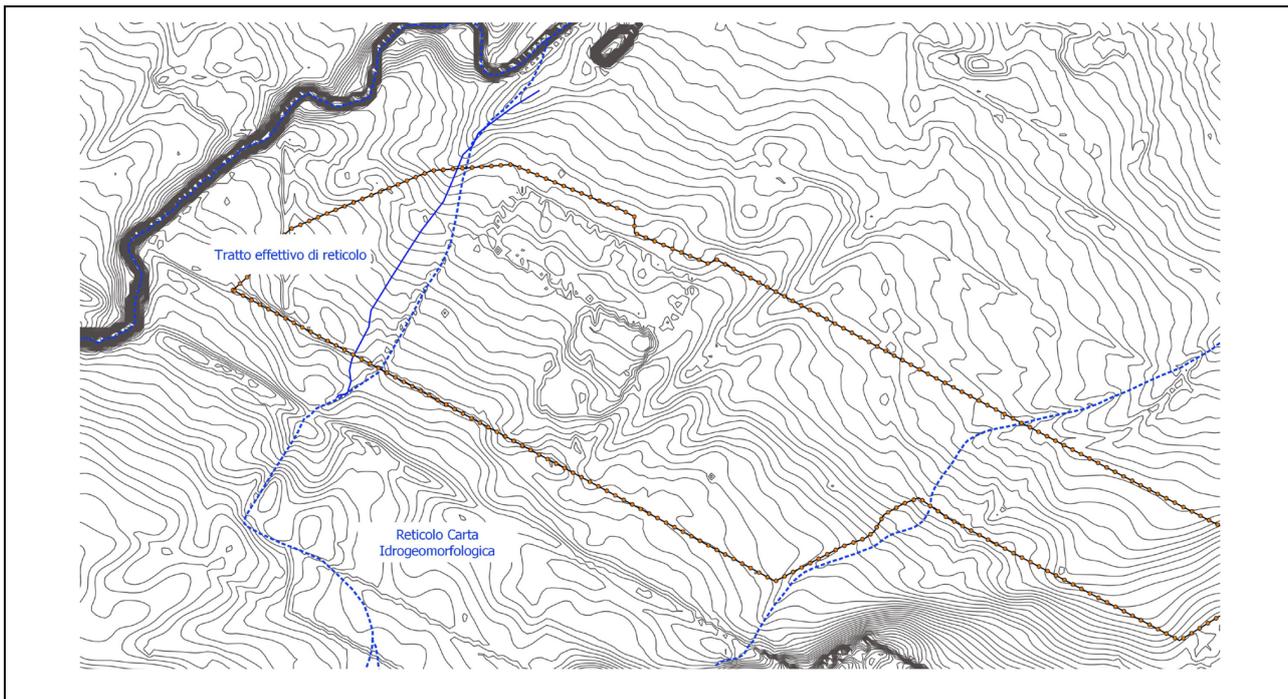
Figura 4. Area della centrale fotovoltaica

Ortofoto con rappresentazione delle aree a pericolosità idraulica (PAI Puglia - aggiornamento 2019) e reticolo idrografico della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia

L'area è inoltre interessata da fasce classificate a pericolosità idraulica ed è attraversata da un'asta idrografica desunta dalla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia.

Per quanto riguarda le fasce a pericolosità idraulica si evidenzia come le superfici occupate dai tracker fotovoltaici sono state scelte esternamente agli areali di pericolosità idraulica.

In merito al tratto di reticolo idrografico che interessa l'area di impianto, di seguito viene mostrato, attraverso l'analisi del modello digitale del terreno mediante GIS, che l'effettiva posizione della stessa risulta traslata verso sinistra di una distanza che vale mediamente 60m.



*Figura 5. Rappresentazione delle curve di livello (da Modello Digitale del Terreno – fonte SIT Puglia)  
Viene mostrata l'effettiva posizione dell'asta idrografica*



*Foto n. 1 – Area di impianto nei pressi dell'asta idrografica rappresentata in figura 5*

L'area nell'intorno dell'asta in esame si presenta significativamente pianeggiante, priva di incisioni idrauliche, probabilmente livellate nel corso degli anni a causa delle lavorazioni agricole.

Di tale posizione effettiva dell'asta idrografica, nonché della pericolosità ad essa associata, si è tenuto conto nella definizione dei limiti areali utilizzabili per la collocazione dei tracker fotovoltaici, come evidenziato nella precedente *figura 4*.

Della condizione di estrema planarità del terreno si è tenuto conto nel progetto degli interventi di sistemazione del sito agrovoltaiico. Essi sono rappresentati nella tavola *PD03\_02 Opere di sistemazione idraulica*, a cui si rimanda per i dettagli.

#### *4.1.1 Opere di sistemazione*

Essi sono di seguito elencati:

1. predisposizione di un buffer di circa 30m all'interno del quale è stata evitata la collocazione dei tracker fotovoltaici;
2. in tale buffer, riprofilatura delle sezioni del terreno mediante lo scotico di terreno superficiale e l'abbassamento del fondo del terreno per un massimo di 40 cm;
3. realizzazione della viabilità di impianto nel buffer in esame, nonché nell'area classificate a pericolosità idraulica, con tecnica "A RASO", senza incidere sui profili trasversali e interferire con il regime idraulico delle aste idrografiche.
4. sistemazione finale dell'area medesima attraverso la semina di specie vegetali prative.

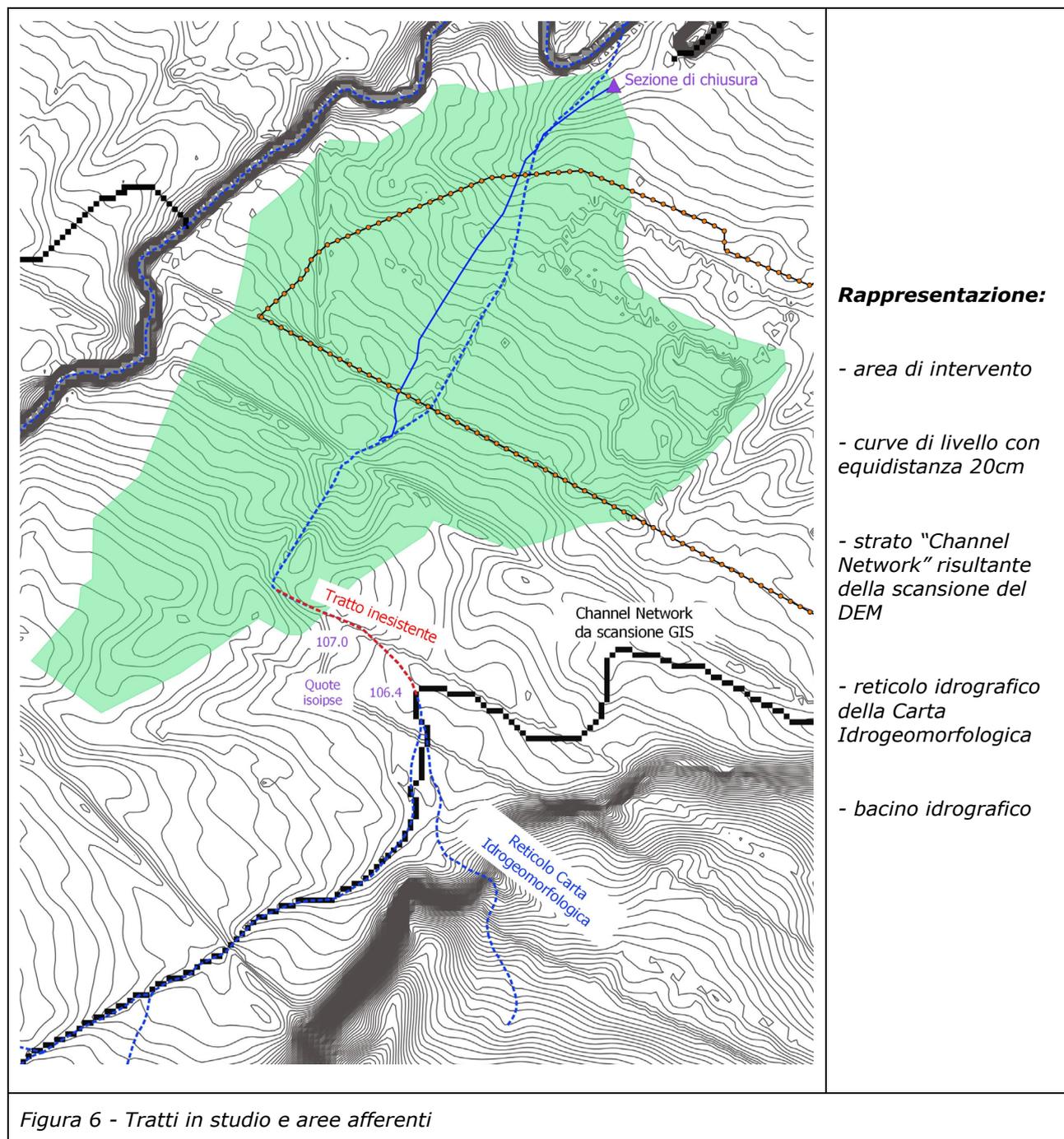
Gli interventi elencati consentono di contenere eventuali divagazioni in caso di eventi di piena, a fronte di un intervento di regimazione molto contenuto e poco invasivo.

L'asta in oggetto è stata sottoposta ad analisi idrologica ed idraulica in modo da verificare l'idoneità degli interventi proposti allo scopo di contenere gli eventuali fenomeni di piena e la pericolosità idraulica a questi associata, nonché limitare al minimo le interferenze delle opere in progetto con il regime idraulico del reticolo naturale presente nell'area.

Lo studio è riportato di seguito.

4.1.2 Bacino idrografico

Ai fini della determinazione del bacino idrografico sotteso dalla sezione di chiusura considerata è stata eseguita l'analisi GIS del Modello Digitale del Terreno (fonte SIT Puglia), riportata nell'immagine seguente.



Come si vede, nei pressi dell'area oggetto di intervento il reticolo idrografico appare sostanzialmente diverso da quello riportato nella Carta Idrogeomorfologica.

In particolare, il tratto evidenziato in rosso, indica un collegamento tra sottobacini che non trova riscontro nell'elaborazione GIS e che peraltro, se esistesse, dovrebbe seguire un percorso contropendenza, come possibile osservare dai valori delle curve di livello ivi rappresentate.

Nella determinazione delle portate di verifica è stato dunque assunto a riferimento il bacino idrografico desunto dalla scansione GIS del Modello Digitale del terreno, così come rappresentato nella figura precedente.

I principali parametri morfometrici valgono:

<b>Area</b>	<b>Hmax</b>	<b>Hmin</b>	<b>Pendenza media asta p.</b>
km <sup>2</sup>	m s.l.m.	m s.l.m.	-
0.48	109.90	99.10	0.0084
<i>Caratteri morfometrici del bacino idrografico</i>			

#### 4.1.3 Stima della portata al colmo di piena

La stima delle portate di verifica è stata eseguita secondo le procedure proposte dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), nel progetto "Valutazione delle Piene in Italia" (VAPI).

Tali procedure adottano l'ipotesi che i valori delle massime portate al colmo di piena siano distribuiti secondo la legge del valore estremo a doppia componente (TCEV), che è descritta dall'espressione:

$$P(X) = \left[ \frac{\lambda_1}{\theta_1} \exp\left(-\frac{X}{\theta_1}\right) + \frac{\lambda_2}{\theta_2} \exp\left(-\frac{X}{\theta_2}\right) \right] \cdot \exp\left[ -\lambda_1 \cdot \exp\left(-\frac{X}{\theta_1}\right) - \lambda_2 \cdot \exp\left(-\frac{X}{\theta_2}\right) \right]$$

rappresentando X, nello specifico, il massimo valore annuale delle portate al colmo di piena.

Il legame tra portata e frequenza/probabilità può anche essere espresso in funzione del periodo di ritorno T, attraverso la relazione:

$$Q(T) = \mu(Q) \cdot K_T$$

essendo:

$\mu(Q)$ : media campionaria della grandezza Q detta anche "Piena Indice".

$K_T$ : fattore di crescita con il periodo di ritorno T.

$$\text{Con } T = \frac{1}{1 - \exp\left(-\lambda_1 \cdot e^{-\mu \cdot K_T} - \lambda_* \cdot \lambda_1^{1/g_*} \cdot e^{-\mu K_T / g_*}\right)} \quad g_* = \frac{g_2}{g_1} \quad \text{e} \quad \lambda_* = \frac{\lambda_2}{\lambda_1^{1/g_*}}$$

Il progetto VAPI (cfr. VAPI Puglia – M. Fiorentino e V. Copertino) fornisce le metodologie per eseguire la stima su base regionale dei parametri che compaiono nelle espressioni sopra riportate.

I parametri ricavati a diverso livello di regionalizzazione e forniti per l'intera regione oggetto di studio, sono:

$g_* = 2.654$	$\lambda_* = 0.350$	$\lambda_1 = 5.00$	$\eta = 2.937$
---------------	---------------------	--------------------	----------------

Il VAPI fornisce inoltre direttamente i valori del coefficiente di crescita  $K_T$  al variare del tempo di ritorno, ricavati dalla relazione sopra riportata.

ANNI	2	5	10	20	15	40	50	100	200	500	1000
$K_T$	0.83	1.39	1.85	2.37	2.55	2.95	3.15	3.76	4.39	5.22	5.84

Nei casi pratici il  $K_T$  può essere effettuata attraverso la relazione semplificata:

$$K_T = -0.4007 + 0.904 \cdot \ln T$$

Piena indice

La Piena indice (valor medio dei massimi annuali delle portate al colmo di piena) è stata valutata a scala di bacino, sempre in accordo con la metodologia proposta dal progetto VAPI, attraverso la formula razionale.

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

in cui:

$$C^* = 0,09 + 0,47 \cdot (1 - pp)$$

è il coefficiente di piena, con pp frazione ad elevata permeabilità del bacino.

$$t_r = 0,344 \cdot A^{0,5}$$

è il tempo di ritardo del bacino idrografico

$$\mu[I(t_r)]$$

è la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata pari al tempo di ritardo del bacino, rapportata al tempo di ritardo stesso

$$\mu[I(t_r)] = \mu[h(t)] / t = a \cdot t_r^{n-1}$$

(con  $a = 22.2$        $n = 0.247$  Zona omogenea 2)

$$K_A(t_r)$$

è il fattore di riduzione areale delle piogge

$$K_A(t_r) = 1 - [1 - \exp(-c_1 \cdot A)] \cdot \exp(-c_2 \cdot t_r^{c_3})$$

(con:  $c_1 = 0.0021$        $c_2 = 0.53$        $c_3 = 0.25$ )

Per la determinazione della frazione ad elevata permeabilità dei bacini si è fatto riferimento alla tabella seguente, desunta dal Rapporto VAPI, che riporta la classe di permeabilità associata alle diverse formazioni geolitologiche presenti nei bacini sottoposti ad analisi regionale.

**Tab. 10.6.** Litotipi e relative classi di permeabilità.

Litotipo	Classe di permeab.
Dep. lacustri, lagunari, di duna, alluvionali, colluviali ed eluviali (terre rosse) Olocene	PE
Detriti di falda. Olocene	PE
Depositi alluvionali terrazzati. Pleistocene Superiore	PE
Depositi marini terrazzati. Pleistocene Superiore	PE
Depositi fluvio-lacustri dei bacini di Venosa ed Atella. Pleistocene Medio-Inf.	PE
Conglomerato di Irsina. Pleistocene Medio-Inferiore	PE
Piroclastiti e lave del Monte Vulture. Pleistocene	PE
Argille e sabbie di Avanfossa. Pliocene-Pleistocene	I
Calcareniti di Gravina. Pliocene Superiore-Pleistocene Inferiore	PE
Dep. clastici del bac. intermont. dell'alta valle del F.Ofanto. Pliocene Medio-Inf.	I
Formazione di Altavilla Irpina. Messiniano	PE
Formazione della Daunia. Burdigaliano-Serravalliano	PM
Formazione di Serra Palazzo. Langhiano-Serravalliano	PE
Formazione di Gorgoglione. Burdigaliano-Serravalliano	PE
Formazione di Castelvetere. Burdigaliano-Serravalliano	I
Formazione di Stigliano. Aquitaniano-Burdigaliano	PE
Argille varicolori. Cretacico Superiore-Oligocene	I
Depositi carbonatici della Murgia Apula. Cretacico Inferiore-Giura Superiore	PE
Dep. carbonatici dei M.ti Picentini (unità Alburno-Cervati), Cretacico Sup.-Giura Sup.	PE
Zone urbane	I

La quantificazione della estensione delle diverse componenti litologiche presenti nei bacini in studio eseguita mediante l'analisi della Carta Geolitologica riportata di seguito.

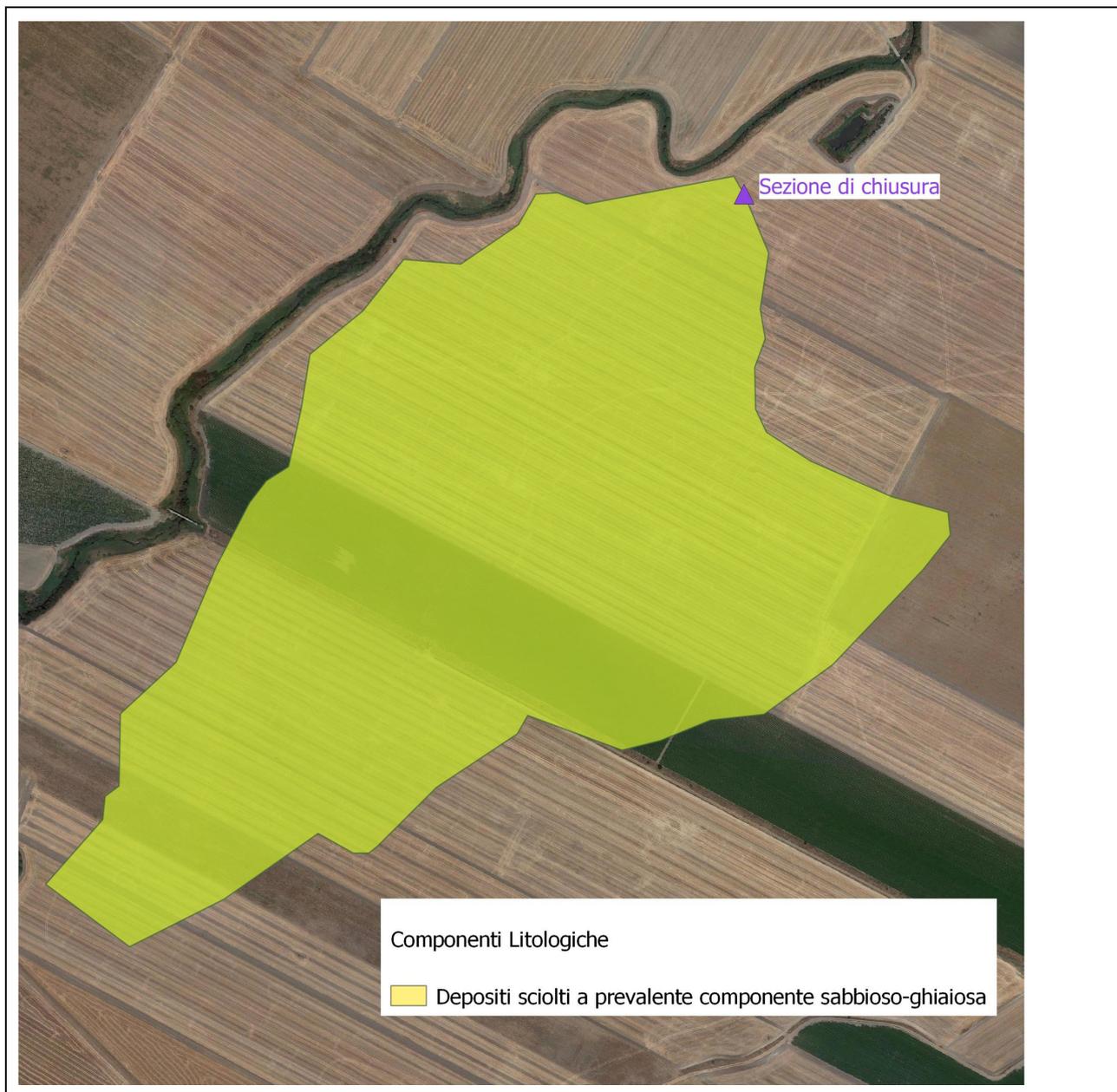


Figura 7. Componenti litologiche presenti nel bacino idrografico

Come si può notare dall’analisi della Carta Geolitologica l’intera area del bacino in studio è interessata da “Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa” per i quali si può ragionevolmente assumere una classe di permeabilità molto elevata. Di conseguenza il valore del coefficiente di piena assume valore 0.09.

	PP	C*
<b>Bacino in studio</b>	100%	0.09

<b>A</b> <b>[km<sup>2</sup>]</b>	<b>C*</b>	<b>t<sub>r</sub></b> <b>[h]</b>	$\mu[I(t_r)]$ <b>[mm/h]</b>	$K_A(t_r)$	$\mu(Q)$ <b>[m<sup>3</sup>/s]</b>
0.48	0.090	0.24	65.36	0.9993	0.78

Portate al colmo di piena per i diversi tempi di ritorno

Sulla scorta dei risultati di cui al punto precedente si è proceduto al calcolo delle portate da utilizzare per le verifiche di pericolosità idraulica, attraverso la citata relazione  $Q(T) = \mu(Q) \cdot K_T$

I risultati ottenuti:

<b>A</b> <b>[km<sup>2</sup>]</b>	$\mu(Q)$ <b>[m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>T = 30 anni</b> <b>(K<sub>T</sub> = 2.67)</b>	<b>T = 200 anni</b> <b>(K<sub>T</sub> = 4.39)</b>	<b>T = 500 anni</b> <b>(K<sub>T</sub> = 5.22)</b>
		<b>Q<sub>30</sub> [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>Q<sub>200</sub> [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>Q<sub>500</sub> [m<sup>3</sup>/s]</b>
0.48	0.78	2.09 → 2.10	3.44 → 3.50	4.09 → 4.10

#### 4.1.4 Analisi idraulica

Ai fini della esecuzione delle verifiche idrauliche la modellazione del reticolo in studio è stata eseguita utilizzando le sezioni rilevate da tecnici incaricati direttamente dalla Società Committente. L'ubicazione delle sezioni utilizzate sono riportate nell'elaborato A.3-2 - *Aree soggette ad allagamento*.

L'analisi del comportamento idraulico in corrispondenza degli eventi di piena è stata eseguita in condizioni di moto permanente, utilizzando il software HEC-RAS, dell'Hydrologic Engineering Center - USA.

Il software esegue la simulazione del moto idraulico che si ha in corrispondenza di portate di valore assegnato, ricostruendone il profilo di corrente in condizioni di moto permanente. Le quote del profilo ricostruito consentono l'individuazione delle aree soggette a inondazione per gli assegnati periodi di ritorno.

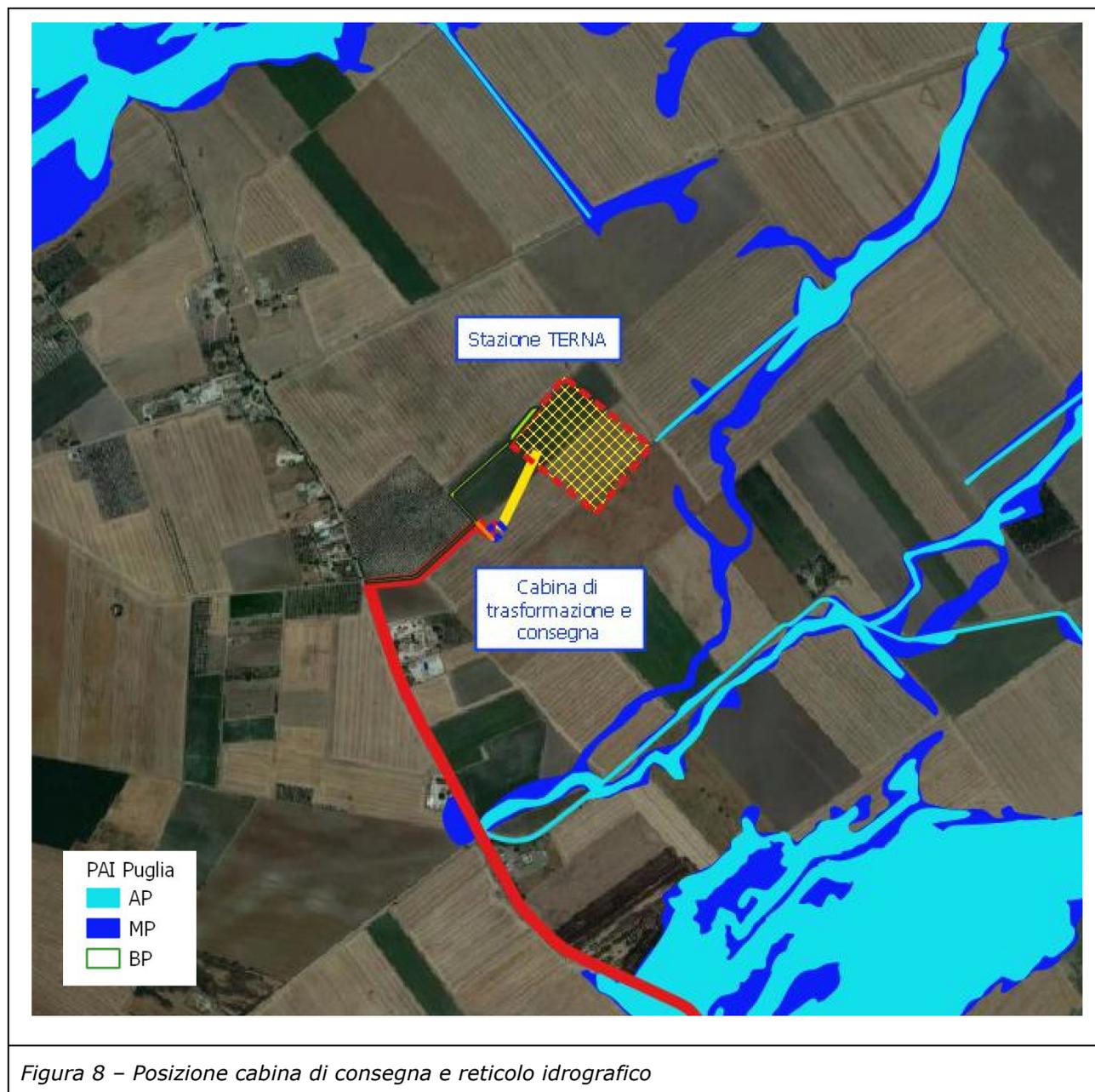
Nella simulazione idraulica, quali condizioni al contorno sono state imposte **condizioni di moto uniforme nelle sezioni di monte e di valle** in regime di Mixed Flow, in maniera tale da consentire al software la determinazione del regime di corrente.

I risultati della simulazione idraulica in termini di aree soggette ad allagamento sono mostrati nell'elaborato *PD03\_03 - Aree soggette ad allagamento* mentre i tabulati di calcolo sono riportati in *Appendice A. Risultati della simulazione idraulica*.

Attraverso la loro analisi è possibile desumere che l'area interessata dal progetto della centrale agrovoltaica si trova in condizioni di sicurezza idraulica, ovvero totalmente all'esterno delle fasce di Alta, Media e Bassa pericolosità idraulica.

#### 4.2 Cabina di consegna

Rispetto alla rete idrografica, la cabina di consegna non è interessata da fasce a pericolosità idraulica ed è ubicata a oltre 400 metri dall'asse del reticolo idrografico più prossimo.



Dall'analisi dell'immagine si evidenzia che la posizione della cabina di consegna è significativamente distante (oltre 400m) da aste idrografiche o da aree classificate a pericolosità idraulica. Si osserva tuttavia che la posizione di ampliamento della Sottostazione TERNA è interessata dalla presenza di un tratto di reticolo idrografico; tuttavia detta posizione

deve essere intesa come di prima istanza, non facente parte del presente progetto definitivo in quanto di competenza di Terna SpA, che dovrà tener conto di tale condizione nel proprio progetto di costruzione della Stazione.

Sulla scorta di tali considerazioni si conclude che la posizione della Cabina di consegna non risulta soggetta a pericolosità idraulica.

### 4.3 Cavidotto di vettoriamento

Il percorso del cavidotto, seguendo le strade esistenti, interseca il reticolo idrografico in 8 punti e diverse aree catalogate dal PAI come a pericolosità idraulica

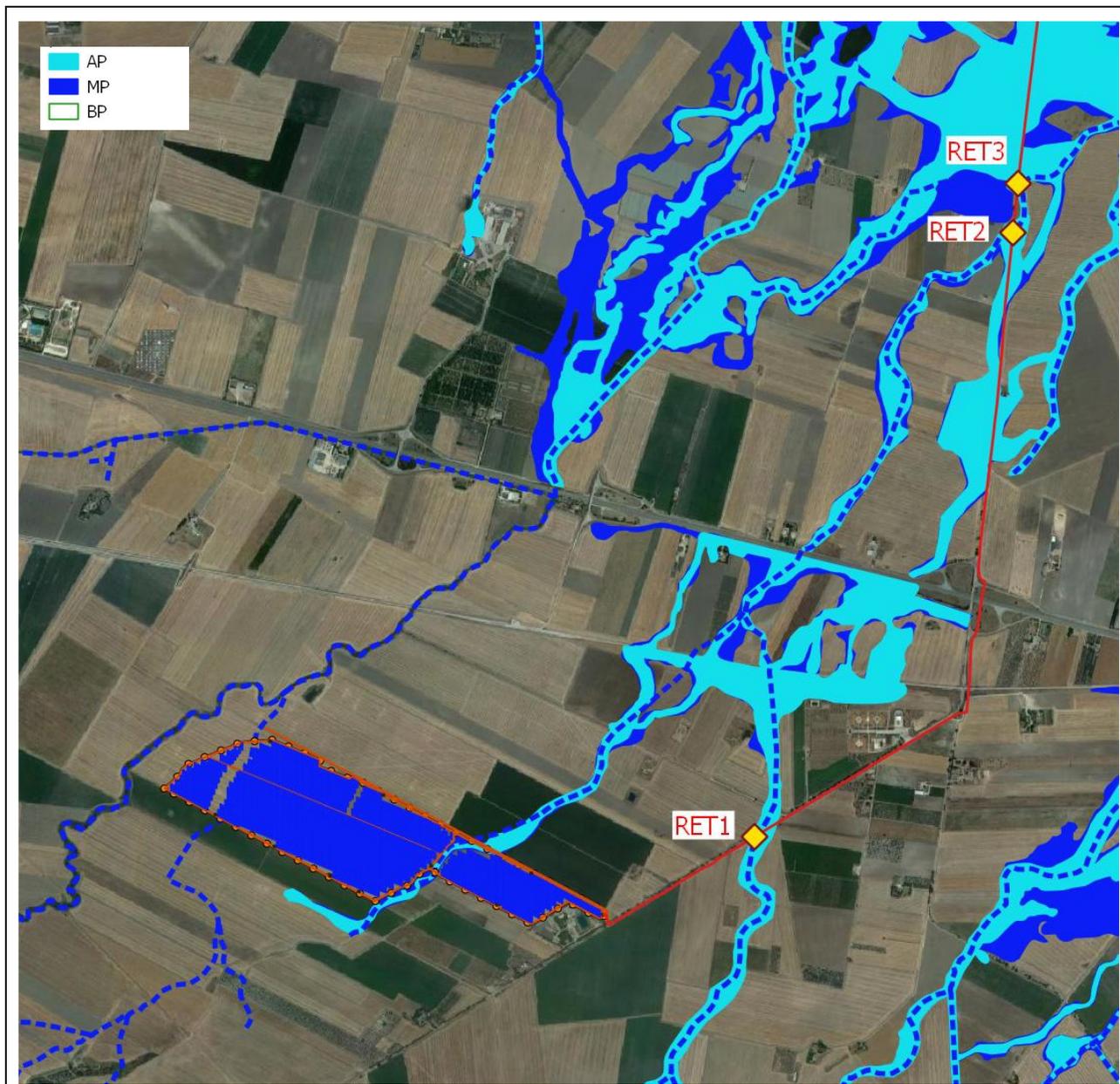


Figura 9a – Cavidotto di vettoriamento (Tratto da Cabina di Partenza a Interferenza RET3)  
Interferenze con reticolo idrografico e fasce a pericolosità idraulica del PAI Puglia (aggiornamento 2019)

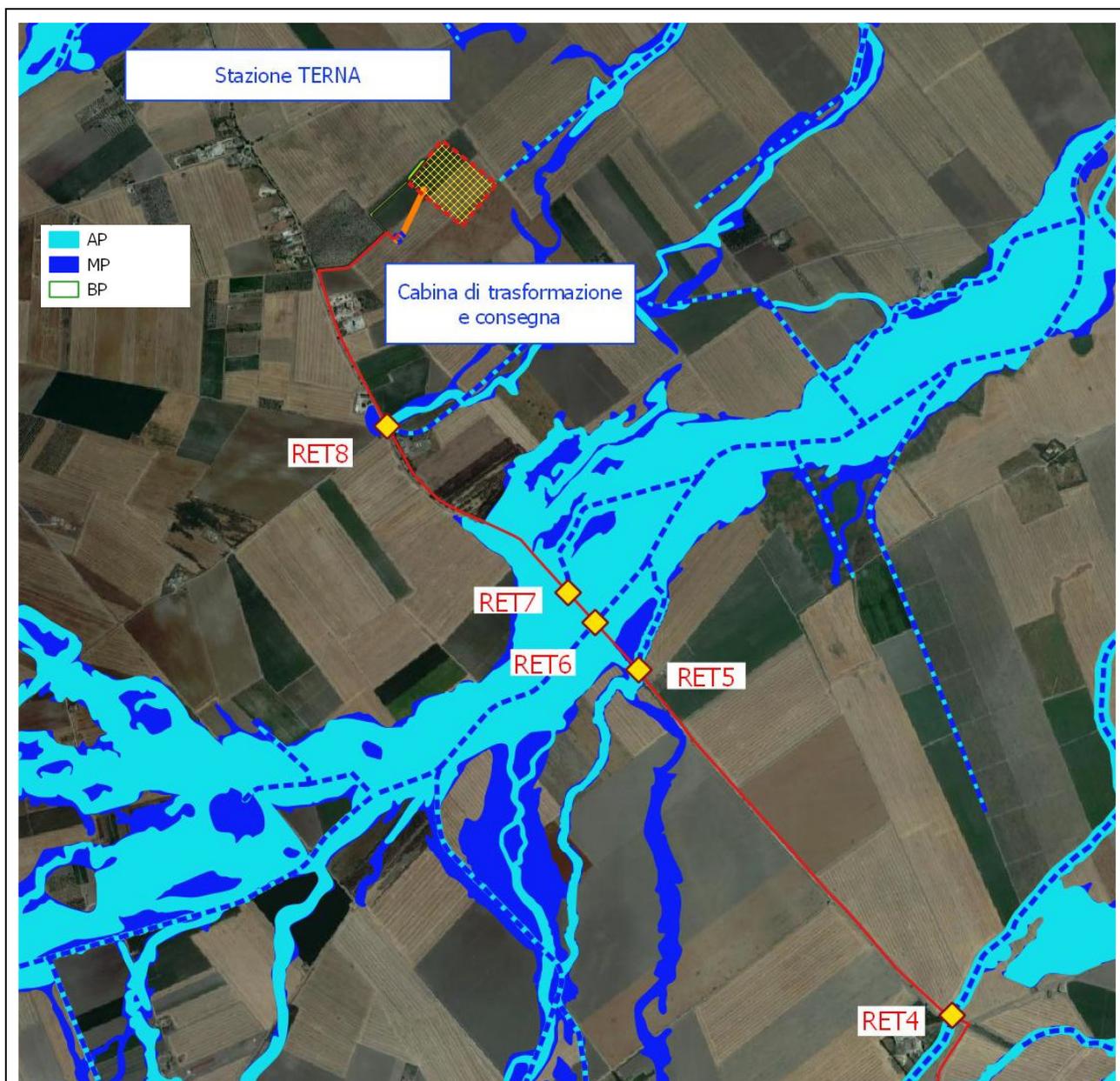
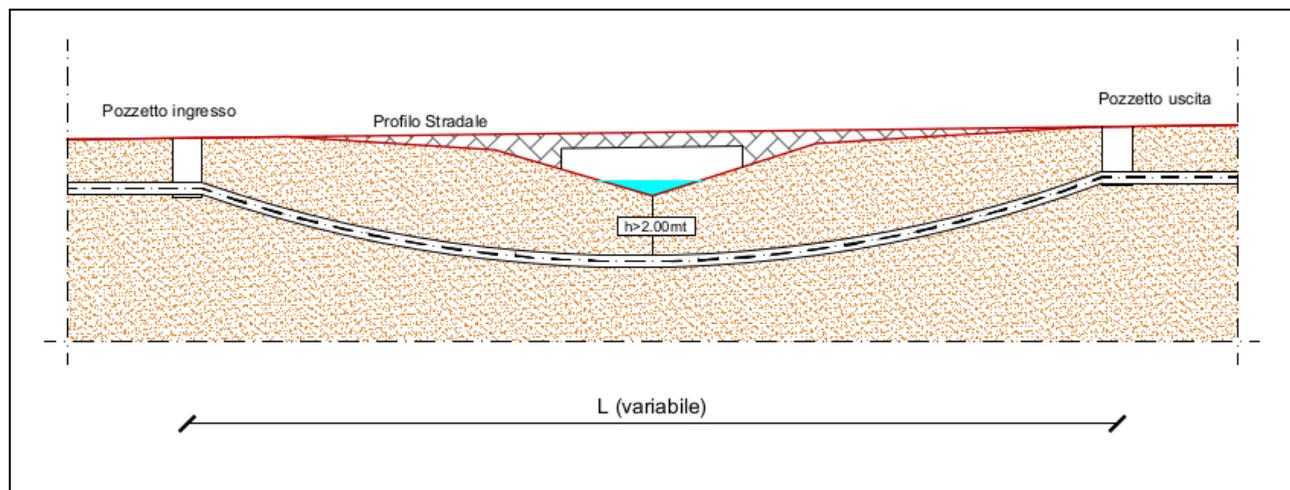


Figura 9b – Cavidotto di vettoriamento (Tratto da Interferenza RET4 a Cabina di Consegna)  
Interferenze con reticolo idrografico e fasce a pericolosità idraulica del PAI Puglia (aggiornamento 2019)

Coordinate Interferenze				(Coordinate UTM – WGS1984 – fuso 33)		
Id.	Coordinata X	Coordinata Y		Id.	Coordinata X	Coordinata Y
RET1	538.502,3	4.590.964,0		RET5	538.564,5	4.597.280,3
RET2	539.601,9	4.593.553,9		RET6	538.378,3	4.597.483,3
RET3	539.623,8	4.593.764,6		RET7	538.262,9	4.597.612,0
RET4	539.902,3	4.595.794,5		RET8	537.490,2	4.598.327,9

Per tutte le intersezioni individuate, la tecnica di attraversamento prescelta consiste nella trivellazione orizzontale controllata (TOC).



Id.	Lunghezza		Id.	Lunghezza
RET1	30.0m		RET5	30.0m
RET2	50.0m		RET6	40.0m
RET3	30.0m		RET7	30.0m
RET4	70.0m		RET8	35.0m

Figura 10 – Schema T.O.C e lunghezze delle trivellazioni

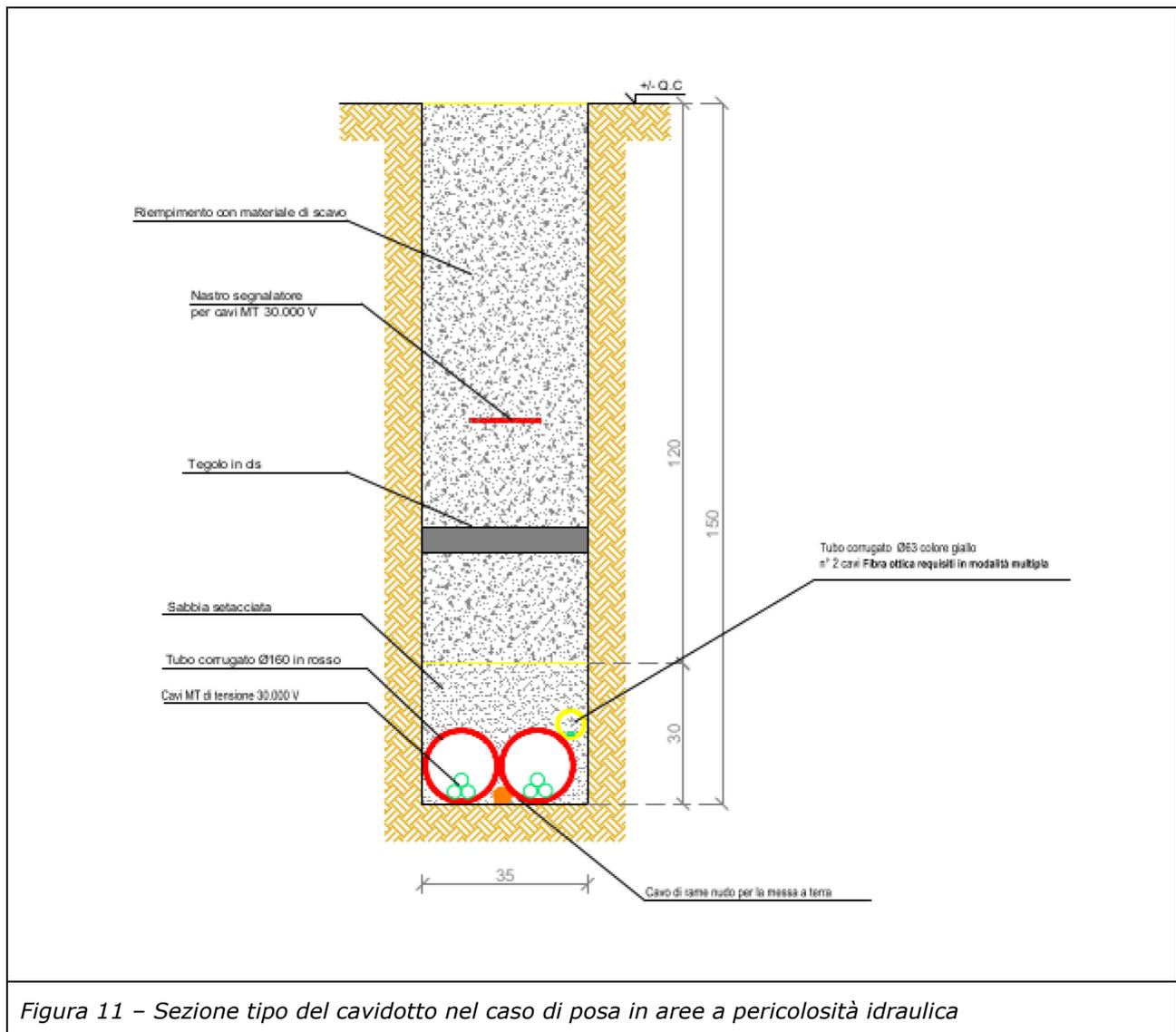
Nella realizzazione della Trivellazione, particolare cura sarà posta nella scelta della profondità di posa del cavidotto al disotto del fondo alveo in modo da proteggere il cavidotto stesso da potenziali fenomeni di erosione.

Tale profondità in nessun caso darà inferiore a mt 2,00 al di sotto del fondo dell'alveo.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici del progetto definitivo.

#### 4.3.1 Percorso del Cavidotto in aree a pericolosità idraulica

Nelle aree classificate come ad alta e media pericolosità idraulica si prevede di proteggere il cavidotto con la posa di un tegolo in calcestruzzo, come riportato nella sezione tipo della figura seguente.



In tali aree:

- non è prevista la realizzazione di alcuna opera fuori terra;

- gli attraversamenti saranno eseguiti in un arco temporale limitato e gli scavi saranno tempestivamente richiusi;
- non ci sarà deposito di materiali né qualsiasi altro elemento di ostacolo al regolare deflusso delle acque;
- la morfologia del terreno non sarà in alcun modo modificata.

## **5 CONCLUSIONI**

In ottemperanza all'incarico conferito allo scrivente dalla società committente, avente per oggetto la verifica delle condizioni di compatibilità delle opere in progetto con i contenuti e le prescrizioni del PAI, il sottoscritto ha effettuato la ricognizione dello stato dei luoghi interessati dal progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza elettrica di 44,5056MWp (da ubicarsi nel Comune Lucera, in località Vaccarella) e delle relative opere ed infrastrutture connesse che interessano i Comuni di Lucera e Foggia.

Sulla scorta dei riscontri effettuati sono state individuate diverse interferenze tra le opere in progetto ed il reticolo idrografico presente nell'area.

Tra esse la più importante ha riguardato la presenza nell'area di ubicazione del parco agrovoltaico un canale naturale per il quale è stata prevista la sistemazione idraulica attraverso una leggera riprofilatura delle sezioni trasversali e successivo inerbimento con essenze prative in modo da valorizzarne la naturalità e contenere al contempo la pericolosità idraulica.

Le opere in oggetto sono classificabili come opere di pubblico interesse (art. 12 D.Lgs 387/2003) non altrove localizzabili e sono dunque comprese tra le opere elencate nell'art. 17 delle Norme Tecniche attuative del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (ex Autorità del bacino Interregionale del Fiume Saccione)..

Nel presente studio sono state dunque individuate le soluzioni tecniche per la soluzione di tali interferenze con il duplice scopo di:

- a) non interferire con il regime idraulico dei corsi d'acqua presenti in modo da evitare di provocare l'aumento dei livelli di pericolosità idraulica ad essi correlati;

- b) nell'area della centrale FV, sistemare l'asta idrografica esistente in modo da mitigarne la pericolosità e nel contempo valorizzare gli aspetti naturali mediante l'impiego di tecniche di ingegneria adeguate allo scopo.

Per quanto sopra espresso si ritiene che le opere per la realizzazione dell'impianto agrovoltico in oggetto siano compatibili con i contenuti e con le prescrizioni del Piano Stralcio – Assetto idrogeologico – dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale – UoM Puglia.

## **6 ELENCO ELABORATI**

- Appendice A – Risultati simulazione idraulica
- Elaborato grafico PD03\_02 Opere di sistemazione Idraulica
- Elaborato grafico PD\_03\_03 Aree soggette ad allagamento

## **Appendice A. Risultati simulazione Idraulica**

HEC-RAS Plan: plan1 River: 1 Reach: CANALE

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
CANALE	150	Q30	2.15	104.68	104.90	104.87	104.93	0.007191	0.85	2.87	26.28	0.67
CANALE	150	Q200	3.60	104.68	104.95	104.93	104.99	0.006669	0.98	4.56	35.25	0.67
CANALE	150	Q500	4.20	104.68	104.96	104.94	105.01	0.006660	1.02	5.12	35.78	0.68
CANALE	140	Q30	2.15	104.47	104.69		104.73	0.008940	0.89	2.58	22.72	0.73
CANALE	140	Q200	3.60	104.47	104.74	104.72	104.80	0.009709	1.11	3.73	29.77	0.80
CANALE	140	Q500	4.20	104.47	104.75	104.74	104.82	0.009985	1.18	4.19	32.62	0.82
CANALE	130	Q30	2.15	104.35	104.47		104.49	0.007327	0.67	3.76	43.59	0.63
CANALE	130	Q200	3.60	104.35	104.50		104.53	0.007490	0.81	5.36	48.55	0.67
CANALE	130	Q500	4.20	104.35	104.51		104.54	0.007527	0.86	5.94	49.37	0.68
CANALE	125	Q30	2.15	104.20	104.30	104.30	104.34	0.017879	0.86	2.67	38.61	0.94
CANALE	125	Q200	3.60	104.20	104.33	104.33	104.38	0.015688	1.00	4.01	44.93	0.93
CANALE	125	Q500	4.20	104.20	104.34	104.34	104.40	0.018975	1.12	4.19	45.68	1.03
CANALE	120	Q30	2.15	103.60	103.74	103.78	103.87	0.051971	1.61	1.33	13.58	1.64
CANALE	120	Q200	3.60	103.60	103.78	103.83	103.97	0.052911	1.94	1.86	14.54	1.73
CANALE	120	Q500	4.20	103.60	103.79	103.85	104.00	0.052282	2.03	2.06	14.91	1.75
CANALE	110	Q30	2.15	103.31	103.52	103.44	103.54	0.003512	0.63	3.41	18.86	0.47
CANALE	110	Q200	3.60	103.31	103.58	103.49	103.61	0.003736	0.77	4.66	19.80	0.51
CANALE	110	Q500	4.20	103.31	103.60	103.51	103.64	0.003818	0.82	5.11	20.13	0.52
CANALE	105	Q30	2.15	103.21	103.38		103.41	0.007487	0.79	2.71	18.73	0.67
CANALE	105	Q200	3.60	103.21	103.43		103.48	0.007540	0.96	3.76	19.74	0.70
CANALE	105	Q500	4.20	103.21	103.45		103.50	0.007556	1.01	4.15	20.10	0.71
CANALE	100	Q30	2.15	103.03	103.20		103.24	0.007838	0.80	2.68	18.88	0.68
CANALE	100	Q200	3.60	103.03	103.25		103.30	0.008048	0.98	3.68	19.70	0.72
CANALE	100	Q500	4.20	103.03	103.27		103.33	0.008146	1.04	4.05	19.99	0.74
CANALE	95	Q30	2.15	102.86	103.01		103.04	0.008196	0.78	2.75	20.82	0.69
CANALE	95	Q200	3.60	102.86	103.06		103.11	0.008118	0.95	3.80	21.37	0.72
CANALE	95	Q500	4.20	102.86	103.08		103.13	0.008096	1.00	4.18	21.57	0.73

HEC-RAS Plan: plan1 River: 1 Reach: CANALE (Continued)

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
CANALE	90	Q30	2.15	102.36	102.55		102.58	0.010022	0.85	2.52	19.56	0.76
CANALE	90	Q200	3.60	102.36	102.60		102.65	0.009960	1.03	3.51	20.45	0.79
CANALE	90	Q500	4.20	102.36	102.61		102.67	0.009965	1.08	3.87	20.77	0.80
CANALE	85	Q30	2.15	101.88	102.05		102.09	0.009208	0.88	2.43	16.75	0.74
CANALE	85	Q200	3.60	101.88	102.11		102.17	0.009459	1.06	3.40	18.24	0.78
CANALE	85	Q500	4.20	101.88	102.13		102.19	0.009587	1.12	3.76	18.76	0.80
CANALE	80	Q30	2.15	101.40	101.58		101.61	0.005766	0.74	2.90	18.25	0.59
CANALE	80	Q200	3.60	101.40	101.64		101.68	0.006063	0.90	4.01	19.68	0.64
CANALE	80	Q500	4.20	101.40	101.66		101.71	0.006110	0.95	4.43	20.20	0.65
CANALE	70	Q30	2.15	101.25	101.50		101.52	0.003382	0.64	3.38	17.95	0.47
CANALE	70	Q200	3.60	101.25	101.57		101.60	0.003669	0.76	4.73	20.38	0.51
CANALE	70	Q500	4.20	101.25	101.60		101.63	0.003743	0.80	5.24	21.23	0.52
CANALE	65	Q30	2.15	101.17	101.33		101.36	0.007043	0.75	2.87	20.73	0.64
CANALE	65	Q200	3.60	101.17	101.39		101.43	0.006699	0.89	4.03	21.41	0.66
CANALE	65	Q500	4.20	101.17	101.41		101.45	0.006589	0.94	4.46	21.66	0.66
CANALE	60	Q30	2.15	100.93	101.11		101.15	0.007729	0.83	2.59	17.20	0.68
CANALE	60	Q200	3.60	100.93	101.17		101.22	0.008184	1.00	3.59	18.70	0.73
CANALE	60	Q500	4.20	100.93	101.19		101.25	0.008371	1.06	3.95	19.22	0.75
CANALE	55	Q30	2.15	100.60	100.80	100.78	100.85	0.010052	0.94	2.30	15.52	0.78
CANALE	55	Q200	3.60	100.60	100.86	100.83	100.92	0.010713	1.12	3.21	17.31	0.83
CANALE	55	Q500	4.20	100.60	100.88	100.85	100.95	0.010845	1.18	3.56	17.95	0.85
CANALE	50	Q30	2.15	100.31	100.47	100.45	100.51	0.010055	0.90	2.40	17.21	0.77
CANALE	50	Q200	3.60	100.31	100.53	100.50	100.58	0.010082	1.07	3.36	18.48	0.80
CANALE	50	Q500	4.20	100.31	100.55	100.52	100.61	0.010024	1.13	3.72	18.94	0.81
CANALE	40	Q30	2.15	100.17	100.37		100.39	0.003904	0.65	3.32	19.17	0.50
CANALE	40	Q200	3.60	100.17	100.43		100.46	0.004096	0.78	4.59	20.55	0.53

HEC-RAS Plan: plan1 River: 1 Reach: CANALE (Continued)

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
CANALE	40	Q500	4.20	100.17	100.45		100.49	0.004180	0.83	5.05	21.03	0.54
CANALE	30	Q30	2.15	100.00	100.22		100.24	0.004123	0.63	3.40	21.18	0.50
CANALE	30	Q200	3.60	100.00	100.28		100.31	0.004262	0.77	4.70	22.52	0.53
CANALE	30	Q500	4.20	100.00	100.30		100.33	0.004322	0.81	5.18	22.99	0.55
CANALE	20	Q30	2.15	99.87	100.04		100.07	0.008877	0.78	2.74	21.97	0.71
CANALE	20	Q200	3.60	99.87	100.09		100.13	0.008738	0.94	3.84	24.53	0.74
CANALE	20	Q500	4.20	99.87	100.11		100.16	0.008735	0.99	4.27	25.78	0.75
CANALE	10	Q30	2.15	99.42	99.61		99.63	0.004201	0.68	3.73	29.78	0.52
CANALE	10	Q200	3.60	99.42	99.67		99.69	0.004282	0.82	5.40	34.41	0.54
CANALE	10	Q500	4.20	99.42	99.68		99.72	0.004313	0.86	6.04	36.01	0.55
CANALE	5	Q30	2.15	99.14	99.32	99.27	99.34	0.004001	0.65	4.27	36.64	0.50
CANALE	5	Q200	3.60	99.14	99.37	99.31	99.39	0.004005	0.77	6.19	41.58	0.52
CANALE	5	Q500	4.20	99.14	99.39	99.32	99.41	0.004005	0.81	6.90	43.03	0.53

