

IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DA 33,91 MWp (30 MW in immissione) Comune di Castellaneta (TA)

PROPONENTE: KEA01 S.r.l.

Via Vittor Pisani n.28
20124, Milano
P.Iva: 12090160966
Pec: kea01@legalmail.it

GRUPPO DI LAVORO:

Coordinamento sviluppo: Kenergia S.r.l. - Ing. Giovanni Simoni

KENERGIA S.r.l.

Sede Legale: Via Eleonora Duse n.53, 00197, Roma
Sede Operativa: Via Settebagni n.390, 00139; Roma



Tel: 06 83764509
P.Iva: 09217271007

Progettazione tecnica: Full Service Company S.r.l.

Via del Commercio n.14/A
60021, Camerano (AN)
P.Iva: 02743840429
Pec: fullservicecompany@legalmail.it



Aspetti ambientali e paesaggistici:

Arch. Nicola F. Fuzio: coordinamento generale e paesaggistico
Dott. Biologo Michele Bux: aspetti naturalistici flora, fauna, habitat ed ecosistemi
Dott. Geologo Vito Pellegrini: geologia e geomorfologia
Dott. Geologo Francesco Pezzati: idrologia e compatibilità idraulica
Società CAST: archeologia
Dott. Agronomo Vito N. Mancino: aspetti agronomici

Rev.	Data	Descrizione	Dis.	Contr.	App.
0	15/12/21	Progetto definitivo	F.M.	R.M.	G.S.

Nome Progetto:
Impianto Agro-Fotovoltaico Castellaneta

Codice Documento:
VIA.ET.07

Nome Documento:
Relazione idraulica/compatibilità PAI



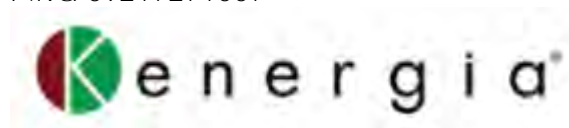
COMUNE DI CASTELLANETA

Città Metropolitana di Taranto

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE
UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 33,91 MW E UN ACCUMULO ELETTROCHIMICO DI 5
MVA

RELAZIONE IDROGEOLOGICA CON VALUTAZIONE IDROLOGICA E
IDRAULICA

Committente: KENERGIA SRL
Via Eleonora Duse, 53 – 00197 Roma
P.Iva 09217271007



Tecnico: geol. Francesco Pezzati
Via Baione n 72 – 70043 Monopoli (BA)
geol.pezzati@gmail.com
cell. 393.87.59.293

PEZZATI FRANCESCO



Monopoli, 02/02/2022

Sommario

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO	4
3. INQUADRAMENTO DELL'AREA RISPETTO AL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) ED AL PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)	10
4. INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO IN RELAZIONE AGLI ASPETTI MORFOLOGICI ED IDROGRAFICI PRESENTI SUL TERRITORIO.....	11
4.1. Analisi morfologica e individuazione del bacino idrografico	13
4.2. Determinazione del tempo di corrivazione e del Curve Number.....	16
5. ANALISI IDROLOGICA.....	20
5.1. Analisi Pluviometrica.....	20
5.2. Applicazione dei modelli afflussi-deflussi (METODO SCS-CN).....	22
6. ANALISI IDRAULICA.....	24
7. CONSIDERAZIONI FINALI	34

ALLEGATI CARTOGRAFICI

- ALLEGATO A: Cross Section

1. PREMESSA

Il presente studio si configura nell'ambito del progetto di realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico avente una potenza complessiva di 33,91 MW e avente un accumulo elettrochimico complessivo di 5, ricadente nel comune di Castellaneta (TA), per conto della società Kenergia SRL, con sede in Via Eleonora Duse n. 53 - 00197 Roma (Partita IVA 09217271007).

Il sito di intervento è ubicato nell'agro di Castellaneta (TA), ha accesso diretto dalla S.P. n. 22, e dista in linea d'aria circa 7 km verso SSE da Castellaneta (TA), circa 12 km verso N da Gioia del Colle (BA) e circa 30 km verso SE da Taranto; le coordinate geografiche del punto circa baricentrico del sito sono: Latitudine 40° 41' 23" Nord e Longitudine 16° 54' 13" Est. Per quanto concerne i riferimenti catastali il sito interessa il Foglio di mappa n. 11 alle Particelle n. 8, 10, 11, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 26, 28, 29, 32, 50, 51, 52, 53, 60, 61, 66, 67, 68, 70, 182, 192, 194 e 197 e il Foglio di mappa n. 7 alle Particelle n. 93 e 95.

L'area di interesse, attraverso l'analisi delle ultime perimetrazioni del PAI aggiornate al 2019 su cartografia ufficiale consultabile in maniera interattiva tramite il WebGIS dell' AdB Puglia sul sito <http://www.adb.puglia.it>, non ricade in nessuna delle tre zone classificate ad alta, media, bassa pericolosità idraulica, come definita di cui agli artt. 7, 8 e 9 delle Norme Tecniche di Attuazione (Novembre 2005) del Piano d'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Dall'analisi della cartografia ufficiale I.G.M. 1.25.000 (fig. 2), l'area di intervento è prossima a reticoli idrografici superficiali privi di denominazione ufficiale. Gli stessi corsi d'acqua sono riportati sullo stralcio dell'ortofoto della Carta Idrogeomorfologica redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia a nord ovest e a sud ovest del sito in studio.

La distanza dai corsi d'acqua all'area in studio è in alcune zone inferiore a 150 m, pertanto, si necessita dover verificare la compatibilità idrologica ed idraulica dell'intervento in oggetto rispetto al reticolo ai sensi degli artt. 6 "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" e 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" delle NTA del PAI.

Sinteticamente, il progetto prevede la realizzazione di un impianto Agro-Fotovoltaico avente una potenza complessiva di 33,91 MW e sarà integrato con un sistema di accumulo elettrochimico dell'energia da 5 MVA.

La realizzazione dell'impianto sarà eseguita mediante l'installazione di moduli fotovoltaici di potenza nominale pari a 570 Wp, a terra installati su un sistema ad inseguimento monoassiale che raggiunge +/- 55° di inclinazione rispetto al piano di calpestio disposti in direzione N-S su

file parallele e distanziate tra loro 10.5 m. I moduli ruotano sull'asse E-O, seguendo l'andamento giornaliero del sole. L'impianto agro-fotovoltaico è stato progettato con il principio di non "consumare" terreno agricolo rivalutando anche parzialmente le stesse attività agricole; l'occupazione fisica del suolo agricolo da parte dell'impianto, infatti, è unicamente costituita dai pali di sostegno delle strutture di supporto e movimentazione dei moduli.

La superficie totale di Progetto si estende su un'area di circa 185 ha, dei quali solo 57 ha (31%) sarà utilizzata per l'installazione dei moduli.

E' stato definito uno specifico Piano di coltura, distinguendo tra:

- le aree coltivabili tra le strutture di sostegno (interfile) dei moduli;
- le aree perimetrali dell'impianto
- le restanti aree di progetto non direttamente interessate all'installazione dei moduli fotovoltaici

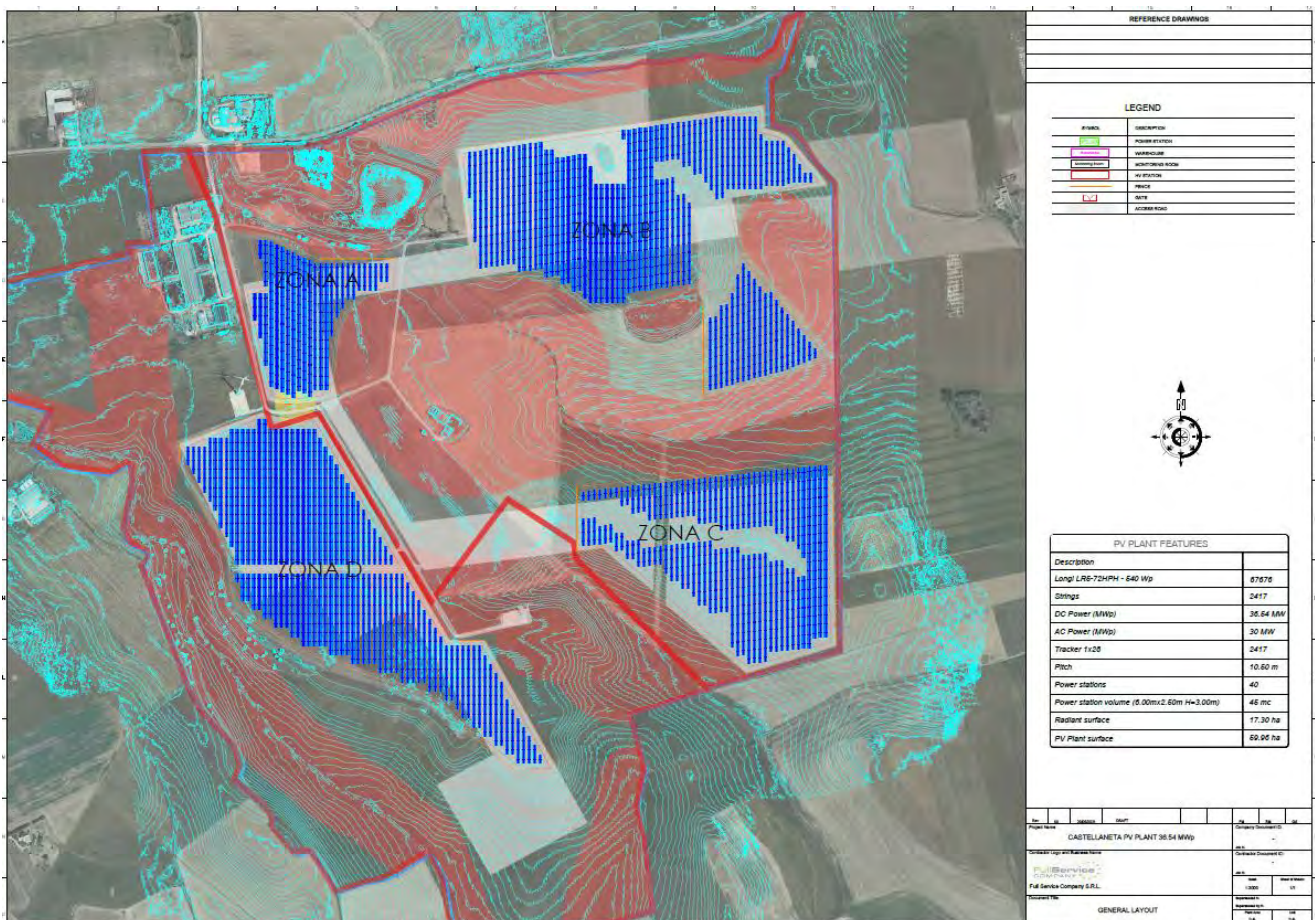


Figura 1: Stralcio tavola di progetto

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO

Il sito di intervento rientra nell'agro di Castellaneta (C.da San Domenico) e nello specifico esso ricade in un territorio che dal punto di vista geografico è a cavallo tra l'Alta Murgia verso N (direttrice Santeramo in Colle-Gioia del Colle-Noci) e l'Arco ionico tarantino verso S (direttrice Laterza-Castellaneta-Mottola); la sua quota topografica è mediamente pari a + 275-280 m s.l.m., variando da un massimo pari a circa + 300 m s.l.m. a un minimo pari a circa + 255 m s.l.m., con una generale pendenza verso S/SE. La distanza euclidea minima dal Mar Ionio è pari a circa 23,5 km verso SE (località Chiatona) e, come già espresso, le coordinate geografiche del punto circa baricentrico del sito sono: Latitudine 40° 41' 23" Nord e Longitudine 16° 54' 13" Est.

Dal punto di vista dell'inquadramento cartografico e topografico il sito è così ricompreso:

- Foglio n. 473 "Gioia del Colle" / Carta Topografica d'Italia 1:50.000;
- Tav. 189 II SE "Masseria del Porto" / Carta Topografica d'Italia 1:25.000;
- Elemento n. 437111 "Masseria La Prechicca" / Carta Tecnica Regionale 1:5.000.

In estrema sintesi, il territorio descritto mostra in affioramento unità geologiche aventi caratteri estremamente diversi: si passa infatti da unità lapidee carbonatiche quali i calcari cretacei del Gruppo dei Calcari della Murgia (Calcare di Bari e Calcare di Altamura), affioranti nella porzione centro-settentrionale del Foglio n. 189, a unità argillose e sabbiose silicoclastiche a unità carbonatiche calcarenitiche tutte di età quaternaria, affioranti nella porzione meridionale del Foglio n. 189 e per una fascia molto più estesa ad Ovest che ad Est.

Nel dettaglio dello spigolo sud-orientale, dove ricade il sito oggetto del presente elaborato, si ritrovano in affioramento le seguenti unità:

Calcare di Altamura (C^{10}_9): è l'impalcatura carbonatica degli ultimi rilievi murgiani digradanti verso l'arco ionico tarantino, nel territorio circostante il sito forma un'ampia insenatura al piede della quale i depositi quaternari la sormontano, con spessori perlopiù modesti, *addolcendo* la morfologia accidentata.

Tufo di Gravina (Q^{c_c}): è affiorante sotto forma di lembi dallo spessore ridotto e dall'estensione areale alquanto limitata, lo si osserva in carta come una fascia stretta e allungata al piede dell'insenatura della quale ne seguono lo sviluppo.

Tufi delle Murge ($Q^{c_{ca}}$) e Argille di Gravina (Q^{c_a}): si osservano al piede dell'insenatura e verso Sud rispetto ai rilievi murgiani, con affioramenti che interessano interamente il sito in esame fatta eccezione per il fondo dei solchi erosivi dove si ritrovano depositi alluvionali attuali e recenti (a_2).

Nel territorio circoscritto in un raggio di qualche decina di km dal nostro sito di intervento l'osservazione e l'analisi della carta geologica permette di rilevare come i calcari sono interessati da numerose faglie dirette con sviluppo prevalente in direzione NO-SE (quale principale direttrice tettonica regionale denominata *direttrice appenninica*) e subordinatamente con sviluppo ortogonale e in direzione NE-SO (appunto direttrice *anti-appenninica*); notevole è anche la presenza e lo sviluppo di anticlinali e sinclinali i cui assi si possono agevolmente rinvenire nel territorio murgiano subito a Nord del sito in esame e il cui sviluppo è concorde, come ci si aspetterebbe, a quello delle principali faglie e quindi concorde con la *direttrice appenninica* e quella *anti-appenninica*.

Il rilevamento geologico di superficie eseguito nella proprietà oggetto di intervento ha evidenziato la presenza di un suolo agrario di natura argillosa con fossili marini, ma con una sporadica presenza di blocchi litici solitamente poco cementati; non sono stati osservati i caratteri litostratigrafici del sottosuolo in profondità al di sotto del terreno agrario in quanto non presenti scavi, trincee o sezioni di qualsivoglia natura che avrebbero potuto permettere di rilevarle. Le evidenze osservate, soprattutto la presenza di blocchi litici sparsi, i caratteri delle formazioni descritti in bibliografia, unitamente alla notevole estensione dei terreni dove si realizzerà l'impianto agro-fotovoltaico, non permettono di escludere del tutto la presenza dei Tufi delle Murge (e in misura meno probabile anche del Tufo di Gravina).

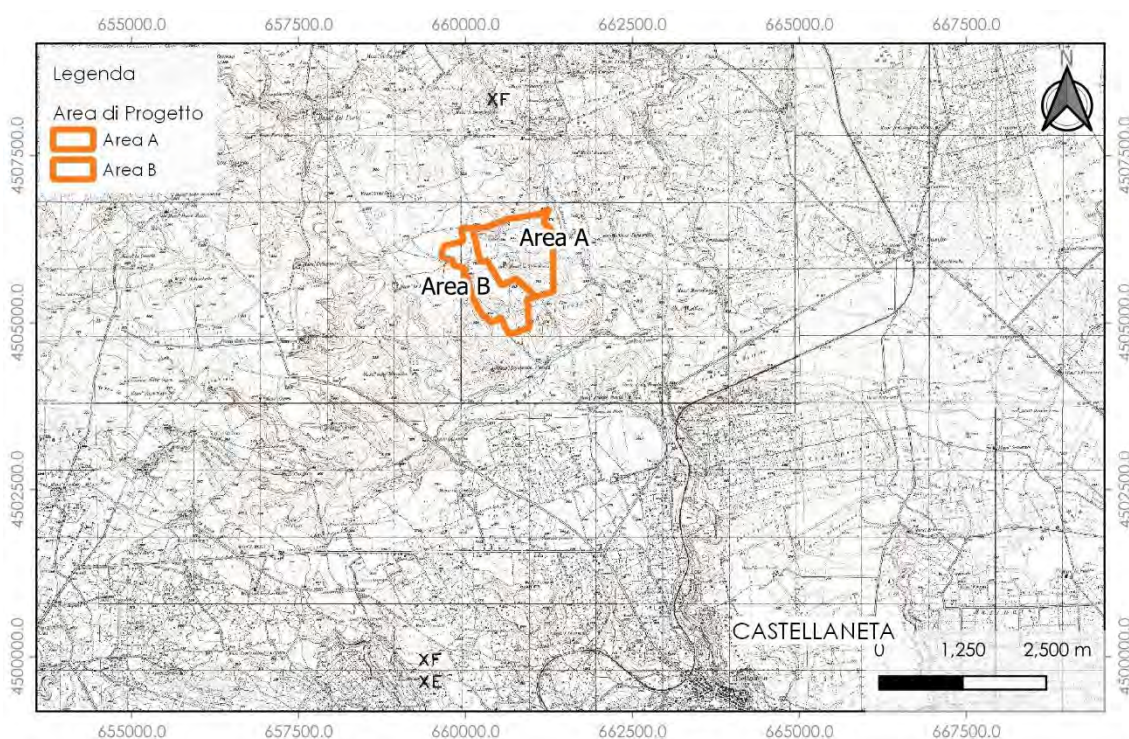


Figura 2: Stralcio corografico con ubicazione dell'area di intervento in scala 1:100.000

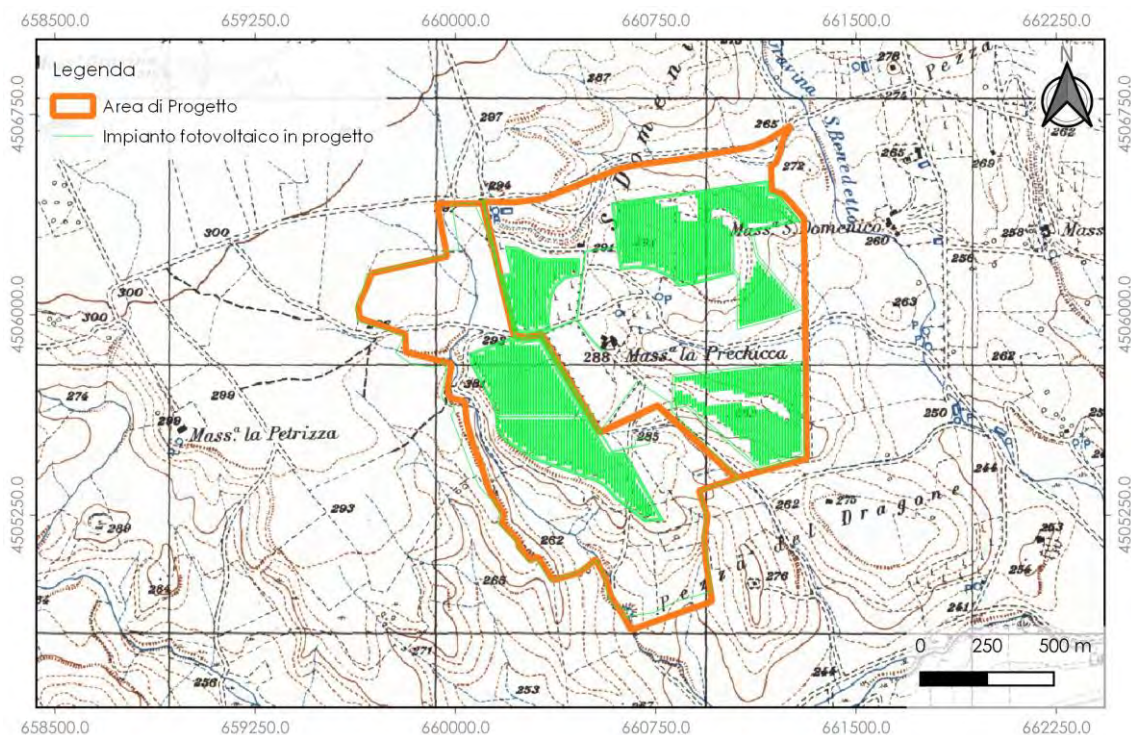


Figura 3: Stralcio corografico con ubicazione dell'area di intervento in scala 1:25.000

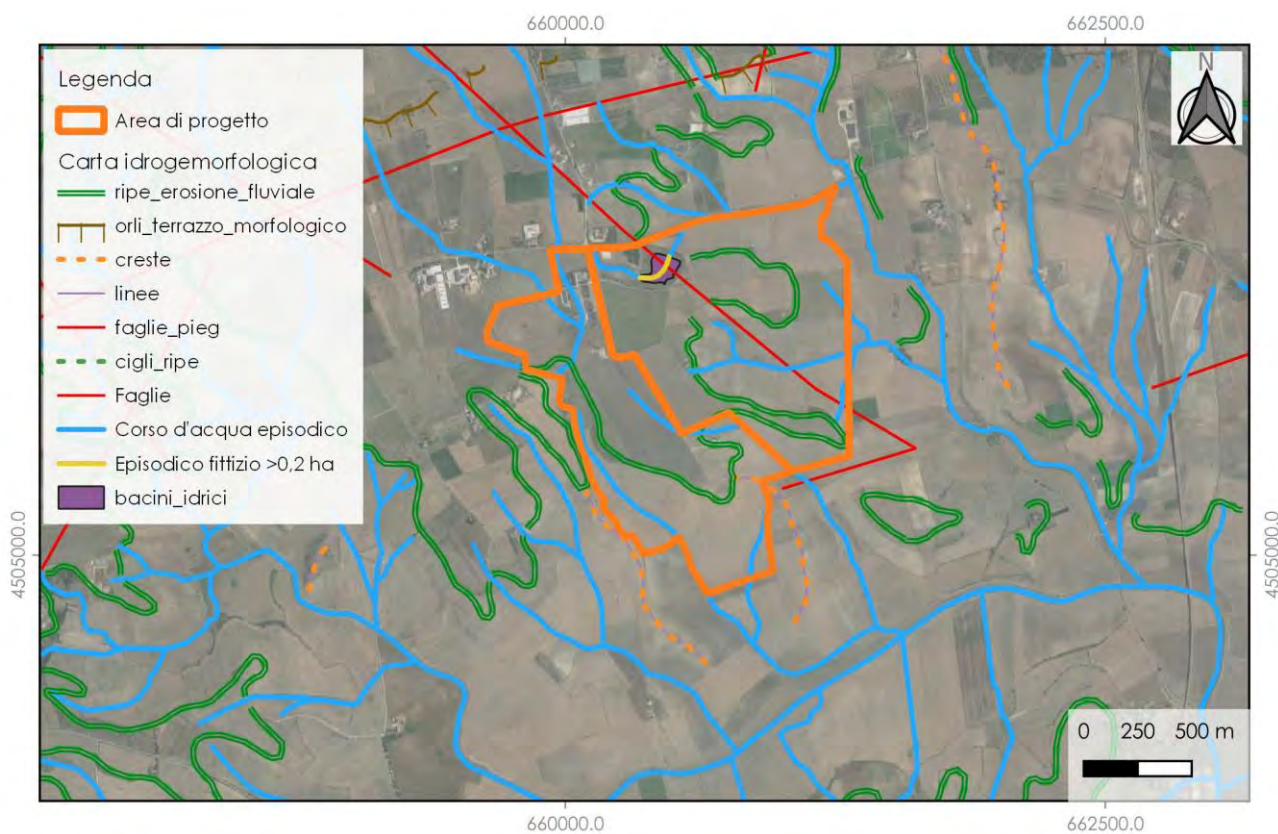


Figura 4: Stralcio carta Idrogeomorfologica con ubicazione dell'area di intervento in scala 1:35.000

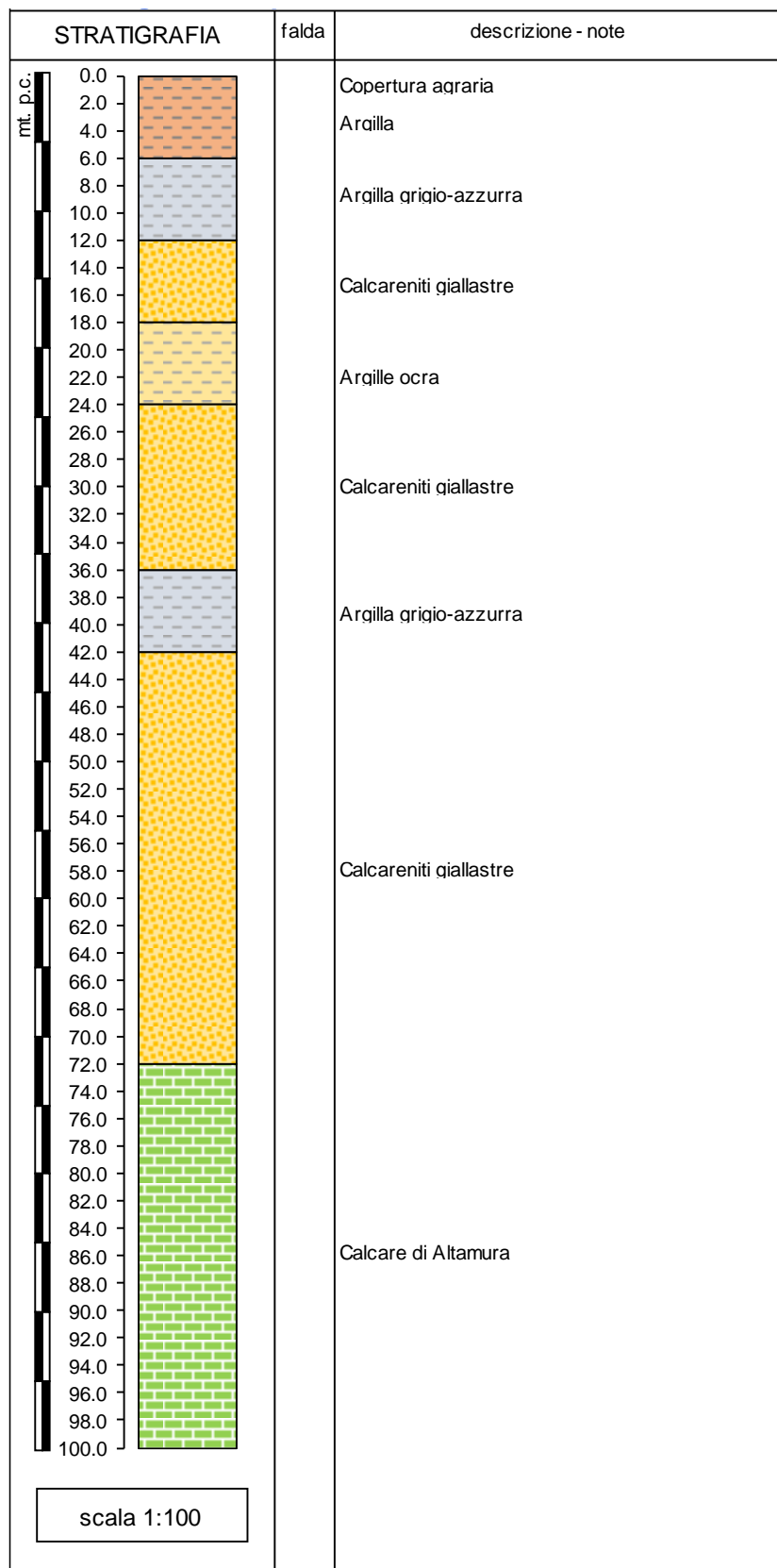


Figura 5: Stratigrafia schematica del sottosuolo nel sito di intervento secondo quanto riportato nell'archivio ISPRA per il pozzo e fino a una profondità di 100 m dal p.c. (Da Relazione Geologica redatta dal dott. Geol. Vito Pellegrini)

Nell'area sono assenti forme perenni di scorrimento superficiale, soprattutto nelle immediate vicinanze del sito di intervento. Nell'area sono visibili diverse incisioni superficiali, impostate nei

terreni quaternari, prevalentemente con forma ad "U" svasata, con direzione di deflusso delle acque a grande scala verso sud est. A nord dell'area di progetto è presente un piccolo bacino idrico (1,5 ha) generato su una contropendenza morfologica lungo il percorso di un reticolo idrografico.



Figura 6: Vista di insieme del Lago Prichicca verso la Masseria Prichicca (la Masseria La Prechicca è posta a Sud rispetto il punto di presa della foto).



Figura 7: Vista dell'area di intervento

L'area di interesse, attraverso l'analisi delle ultime perimetrazioni del PAI su cartografia ufficiale consultabile in maniera interattiva tramite il WebGIS dell'AdB Puglia sul sito <http://www.adb.puglia.it>, non ricade in nessuna delle tre zone classificate ad alta, media, bassa pericolosità idraulica, come definita di cui agli artt. 7, 8 e 9 delle Norme Tecniche di Attuazione (Novembre 2005) del Piano d'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Dall'analisi della cartografia ufficiale I.G.M. 1.25.000 (fig. 2), l'area di intervento è prossima a reticoli idrografici superficiali afferenti a un impluvio denominato *Gravina San Benedetto*. Gli stessi corsi d'acqua sono riportati sullo stralcio dell'ortofoto della Carta Idrogeomorfologica redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia.

Dal punto di vista idrogeologico una delle fondamentali peculiarità idrogeologiche delle rocce mesozoiche murgiane è quella di possedere nel loro insieme una permeabilità relativamente bassa e marcatamente discontinua, specie alle profondità alle quali normalmente si rinvengono le acque di falda.

L'ammasso carbonatico, infatti, è notoriamente sede di un'imponente falda idrica sotterranea, meglio nota come "falda carsica", la cui alimentazione è funzione delle discontinuità primarie (per lo più rappresentate dai giunti di strato), del numero e della tipologia delle discontinuità secondarie o post-genetiche (faglie, fratture, diaclasi, ecc.) nonché dell'evoluzione subita nel tempo sia dalle une che dalle altre, a seguito del fenomeno carsico.

Tale falda, infatti, data la natura carsica dei terreni in cui è contenuta e le numerose discontinuità che li attraversano, è praticamente assente in superficie dove il reticolo idrografico, a prevalente sviluppo esoreico, convoglia le acque meteoriche in numerose depressioni rilevate nel territorio comunale di Taranto, in corrispondenza delle quali si esplica poi l'infiltrazione in profondità. Ciò comporta una notevole entità dell'alimentazione così come confermato anche dagli alti carichi piezometrici che si riscontrano e dal forte spessore dell'acquifero, nelle aree in esame. In particolare, va rilevato che nell'area di interesse la falda non circola mai a pelo libero e poco al di sopra del livello marino, bensì in pressione e molto spesso a notevole profondità rispetto a quest'ultimo.

Il livello piezometrico relativo alla falda carsica principale, individuata nella Tav. 6.2 "distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento del P.T.A. "Piano di Tutela delle Acque, si trova a poco più di 5 metri sul livello del mare, cioè a circa 83 m al di sotto del piano campagna.

I depositi quaternari sono spesso sede di una falda acquifera superficiale. Le acque di precipitazione si infiltrano nel sottosuolo e, incontrando livelli a granulometria più fine, ristagnano, costituendo una riserva d'acqua sotterranea. Dalle conoscenze acquisite e dai sopralluoghi effettuati, è possibile stabilire che in quest'area non è presente una falda idrica superficiale rilevante.

3. INQUADRAMENTO DELL'AREA RISPETTO AL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) ED AL PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

Secondo quanto riportato nella cartografia pubblicata sul sito www.adb.puglia.it aggiornata al 19.11.2019, a corredo delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico, predisposta dall'ex Autorità di Bacino della Puglia (L.R. 19/2002), l'area di intervento non ricade in perimetrazioni a pericolosità e/o rischio frana né zone a pericolosità e/o rischio di inondazione. La zona perimetrata con i 3 valori di pericolosità più vicina all'area di intervento è a circa 3 km in direzione nord.

Inoltre, per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica, la perimetrazione più vicina è situata a circa 2,7 km in direzione nord-ovest.

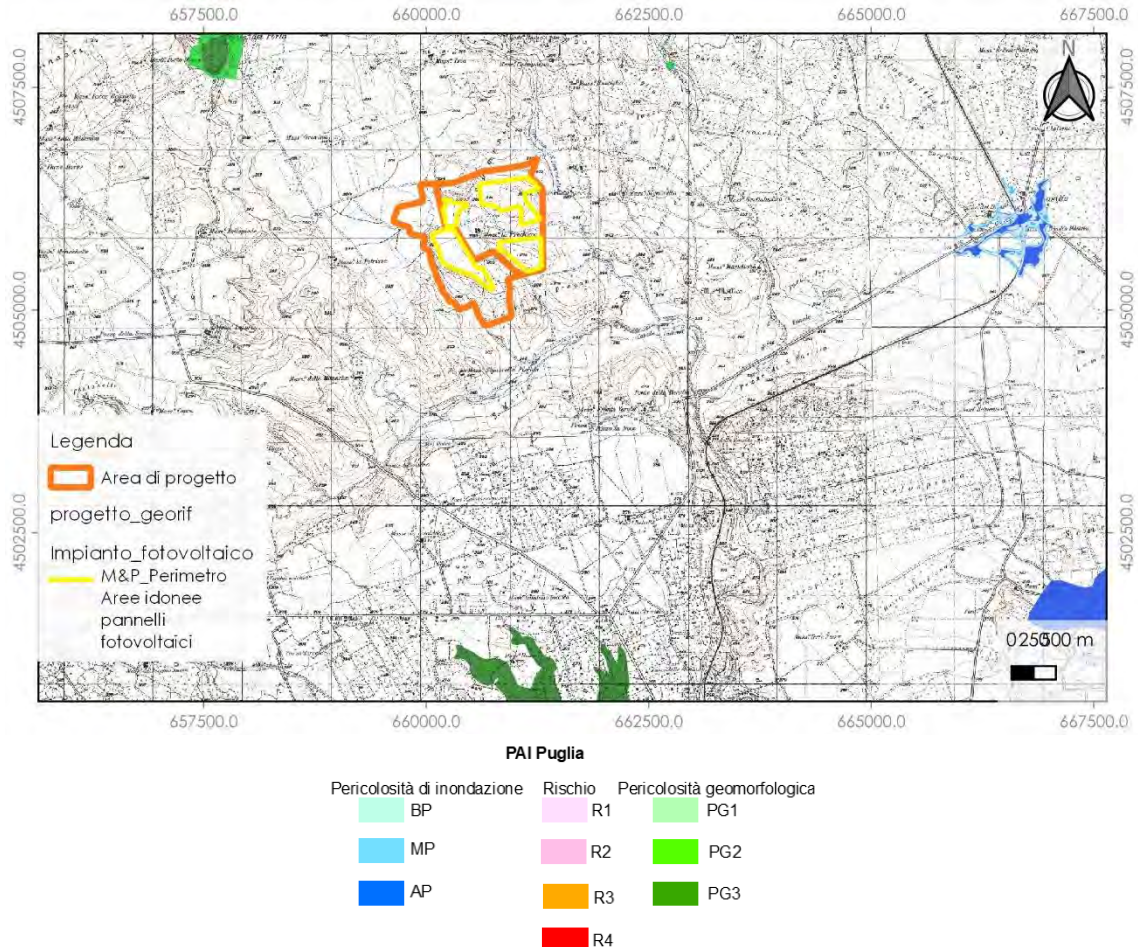


Figura 8: Inquadramento dell'area di intervento rispetto al PAI Puglia (agg. 2019).

Il Piano di Gestione Rischio di Alluvioni del Distretto idrografico Appennino Meridionale PGRA DAM è stato adottato, ai sensi dell'art. 66 del d.lgs. 152/2006, con Delibera n° 1 del Comitato Istituzionale Integrato del 17 dicembre 2015, ed è stato approvato dal Comitato Istituzionale Integrato in data 3 marzo 2016. Con l'emanazione del DPCM in data 27/10/2016 si è concluso il I ciclo di Gestione.

Con Decreto di adozione n- 540 del 13/10/2020, sono state adottate le Misure di Salvaguardia relative alle aree soggette a modifica di perimetrazione e/o classificazione della pericolosità e rischio dei Piani di assetto idrogeologico configurate nei progetti di varianti di aggiornamento dei PAI alle nuove mappe del PGRA da approvarsi dall'art. 54 della legge 120 del 11 settembre 2020 "Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale". Dall'analisi della cartografia, sono presenti perimetrazioni nella zona di interesse che tuttavia non interferiscono con le aree di installazione dei pannelli fotovoltaici.

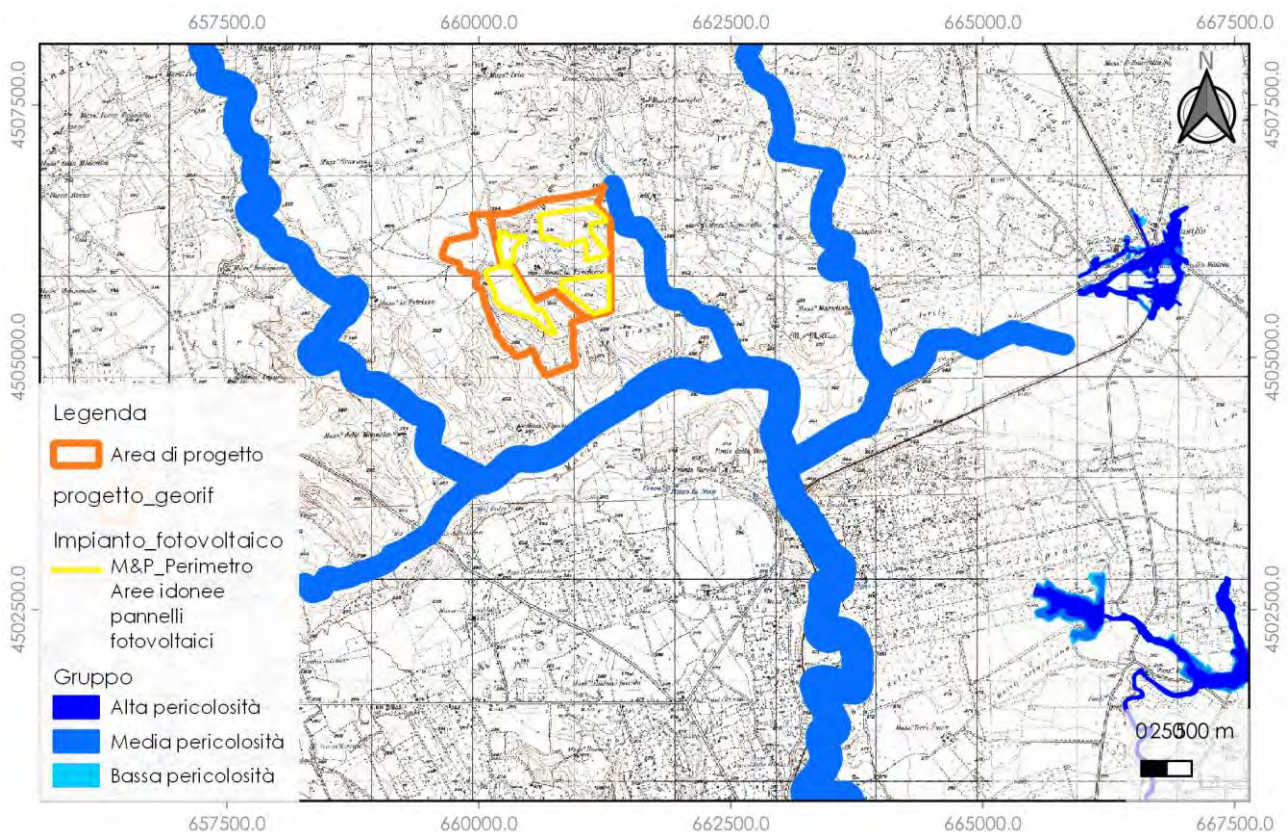


Figura 9: Inquadramento dell'area di intervento con le perimetrazioni del PGRA.

4. INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO IN RELAZIONE AGLI ASPETTI MORFOLOGICI ED IDROGRAFICI PRESENTI SUL TERRITORIO

L'area oggetto del presente studio riguarda una porzione del territorio ricadente in un bacino idrografico relativo ad un corso d'acqua episodico denominato *Canale Lummo*. In particolare, dai sopralluoghi in campo, dal confronto della Carta Idrogeomorfologica

redatta dall'ADB Puglia, e dal reticolo presente nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni, si evincono alcune differenze relativamente ai tratti di monte di alcuni impluvi. Ai fini del presente studio è stato preso in esame il reticolo redatto dal PGRA in quanto risultato più attuale e conforme alla situazione reale riscontrata in campo.

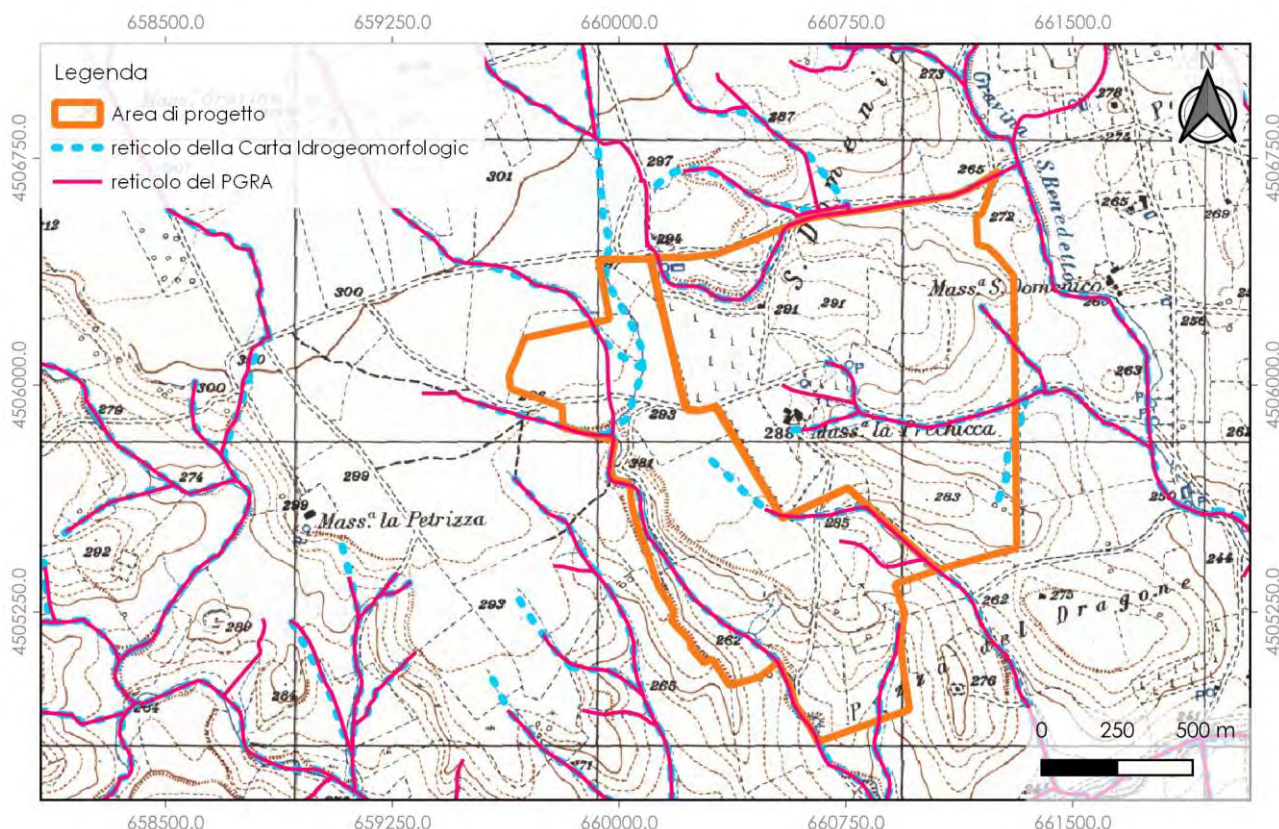


Figura 10: Differenza del reticolo individuato nella Carta Idrogeomorfologic con il reticolo del PGRA.

In funzione della posizione della stazione di servizio, sulla base dei dati del Modello Digitale del Terreno, disponibili sul Portale Istituzionale Cartografico della Regione Puglia (<http://www.sit.puglia.it/>), delle tavolette IGM in scala 1:25000, e della Carta Tecnica Regionale, è stata ricostruita la morfometria del bacino e dei sottobacini in esame.

Le varie morfologie degli impluvi sono abbastanza evidenti, sia in campo sia da immagini raster, tuttavia, per alcuni tratti non è riconoscibile una distinzione tra alveo di magra e alveo di piena. Complessivamente sono stati individuati 6 sottobacini, relativi a diverse aste fluviali facenti parte del più grande bacino idrografico relativo al Canale lummo.

I 6 sottobacini hanno diversa estensione e su ciascuno di essi è stata effettuata l'analisi morfometrica per la determinazione delle informazioni da inserire in un modello idraulico.

ID	Denominazione	Area [km ²]	Perimetro [m]
1	Sottobacino_1	15.3	19005

1	Sottobacino _2	2.8	8232
1	Sottobacino _3	0.1	1512
1	Sottobacino _4	0.5	3164
1	Sottobacino _5	2.1	8295
1	Sottobacino _6	0.5	3771

Al fini del presente studio è stato effettuato una analisi in ambiente GIS sul DTM regionale nella zona in cui ricade il sito di interesse, mediante il quale sono stati individuati i 6 sottobacini e per ciascuno di questi sono state effettuate le analisi morfometriche di seguito esposte.

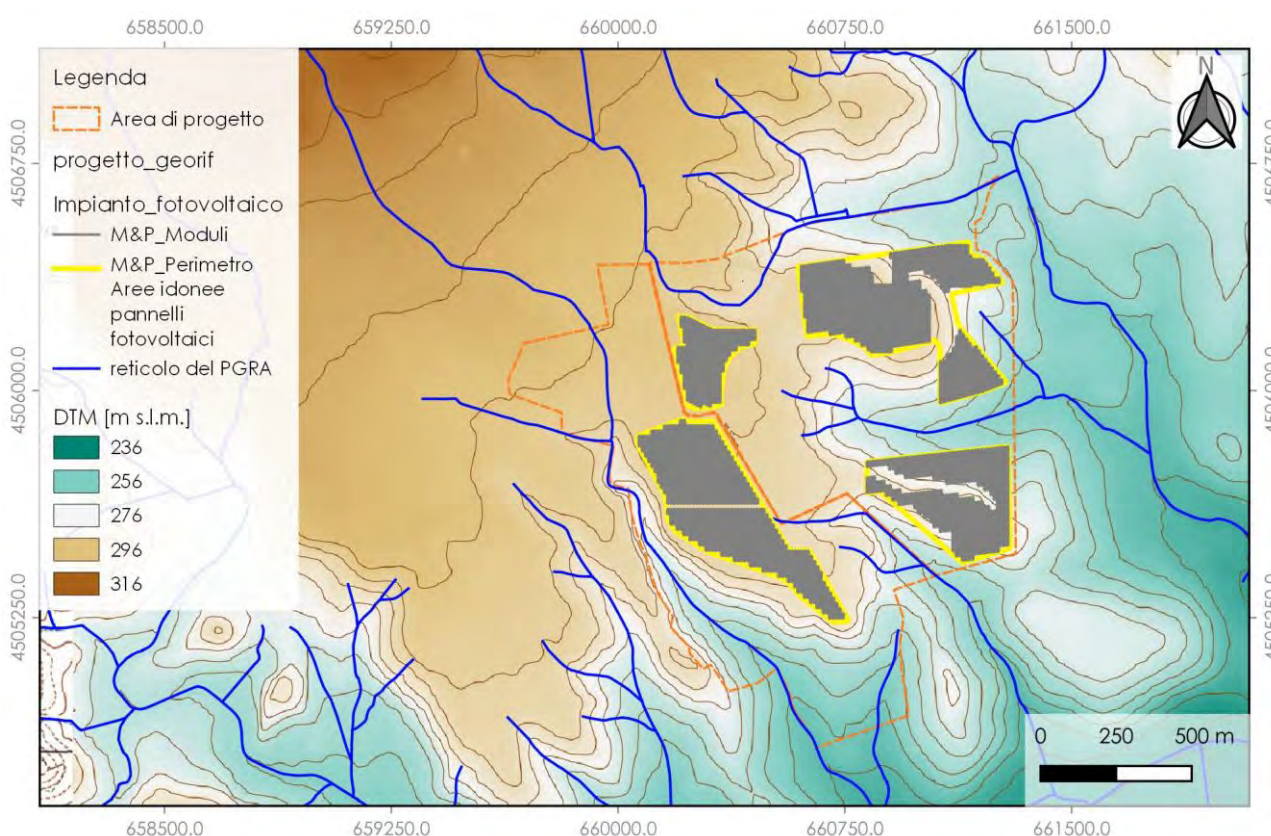


Figura 11: Individuazione del bacino idrografico rispetto ad una sezione di chiusura individuata a 450 m a valle della stazione di servizio.

Finalità del presente studio è quella di individuare l'impronta planimetrica definita dall'evento di piena caratterizzato da un Tempo di Ritorno di 200 anni secondo la definizione di Sicurezza idraulica dell'art.36 delle NTA del P.A.I.

4.1. Analisi morfologica e individuazione del bacino idrografico

Come accennato in precedenza, per l'individuazione dei bacini idrografici, in questo caso meglio definiti come aree di drenaggio (data la limitata estensione), è stata utilizzata come cartografia di base il dtm con risoluzione geometrica di 8*8 m, scaricabile dal SIT Puglia. I dati

scaricati si riferiscono al foglio 473, in particolare è stato utilizzato il raster riferito agli elementi 473032 – 473071 – 473072 – 473073 – 473074 – 473111 - 473114.

Di seguito si riportano le caratteristiche morfometriche di ciascuna area di drenaggio (sottobacini) in funzione della sezione di chiusura relativa.

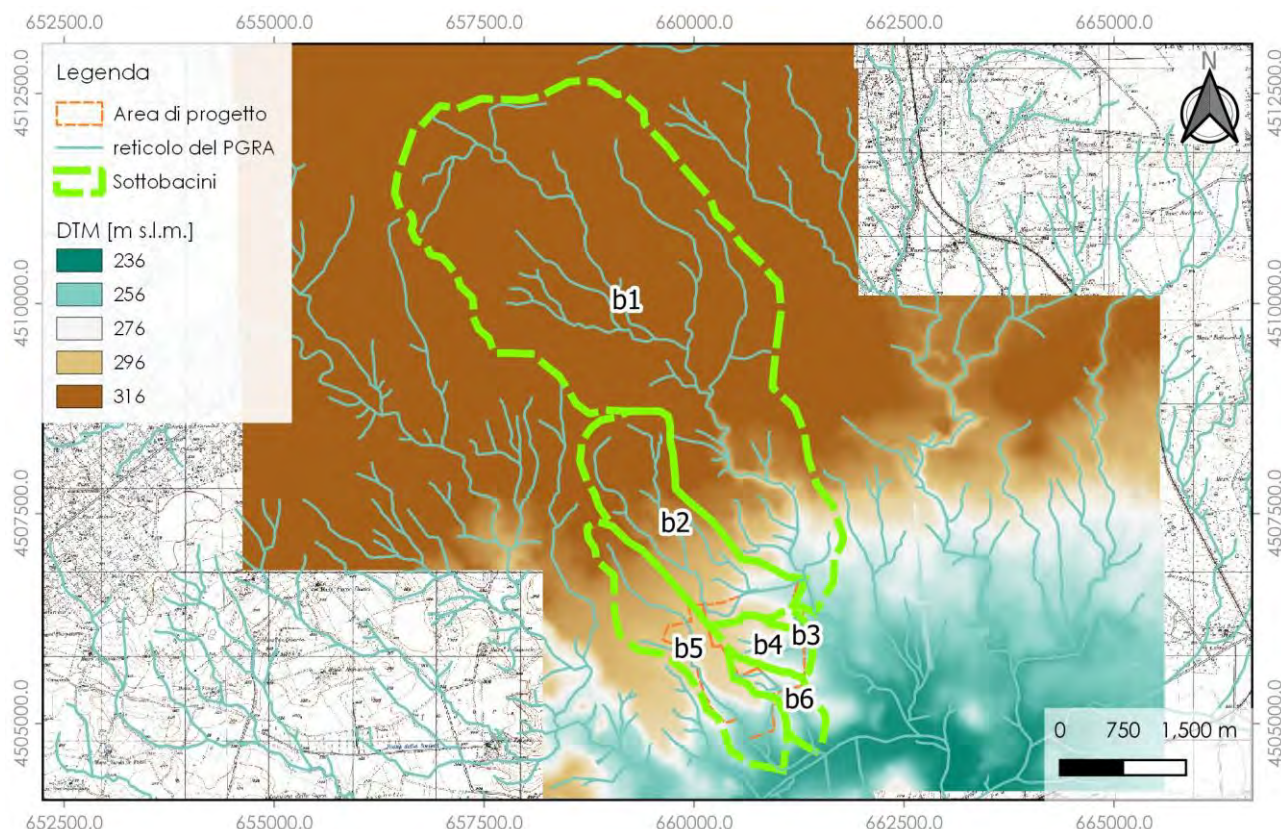


Figura 12: Rappresentazione dei sottobacini con sovrapposto il modello digitale del terreno e l'area di progetto.

L'individuazione dei sottobacini scolanti costituisce un passaggio fondamentale al fine di giungere alla determinazione della portata al picco di piena nell'area di indagine. I parametri individuati da questo tipo di analisi costituiscono una parte dell'input dei modelli idrologici e idraulici applicati nel seguito. I dati morfometrici del bacino sono stati determinati *clippando* il raster relativo al DTM dell'area dei sottobacini e calcolando le statistiche di cella relative alle quote e alle pendenze per ogni raster

I dati così calcolati hanno costituito l'input per il calcolo afflussi-deflussi descritto nei paragrafi successivi.

Sottobacino 1	Dati
A = Area di bacino [Kmq]	15.3
Hmax = H massima del bacino [m s.l.m.]	415
H = H media del bacino [m]	347.6
H min = H minima del bacino [m]	255.8
Lp = Flowlength MAX [Km]	8.020

Sottobacino 2	Dati
A = Area di bacino [Kmq]	2.8
Hmax = H massima del bacino [m s.l.m.]	344.6
H = H media del bacino [m]	308.5
H min = H minima del bacino [m]	261.4
Lp = Flowlength MAX [Km]	4.200

L = lungh. dell'asta princ. [Km]	8.79	L = lungh. dell'asta princ. [Km]	4.15
im = Pendenza media del bacino [%]	4.3	im = Pendenza media del bacino [%]	4
ia = Pend. media dell'asta princip. [m/m]	0.02	ia = Pend. media dell'asta princip. [m/m]	0.02
Ha = H media dell'asta princ. [m]	294.8	Ha = H media dell'asta princ. [m]	299
Sottobacino 3	Dati	Sottobacino 4	Dati
A = Area di bacino [Kmq]	0.1	A = Area di bacino [Kmq]	0.5
Hmax = H massima del bacino [m s.l.m.]	287	Hmax = H massima del bacino [m s.l.m.]	293.5
H = H media del bacino [m]	274.2	H = H media del bacino [m]	276.9
H min = H minima del bacino [m]	256.3	H min = H minima del bacino [m]	256.1
Lp = Flowlength MAX [Km]	0.689	Lp = Flowlength MAX [Km]	1.310
L = lungh. dell'asta princ. [Km]	0.36	L = lungh. dell'asta princ. [Km]	0.86
im = Pendenza media del bacino [%]	5.9	im = Pendenza media del bacino [%]	6
ia = Pend. media dell'asta princip. [m/m]	0.04	ia = Pend. media dell'asta princip. [m/m]	0.03
Ha = H media dell'asta princ. [m]	261.1	Ha = H media dell'asta princ. [m]	263.3
Sottobacino 5	Dati	Sottobacino 6	Dati
A = Area di bacino [Kmq]	2.1	A = Area di bacino [Kmq]	0.5
Hmax = H massima del bacino [m s.l.m.]	321	Hmax = H massima del bacino [m s.l.m.]	290.6
H = H media del bacino [m]	288	H = H media del bacino [m]	269.3
H min = H minima del bacino [m]	244	H min = H minima del bacino [m]	242.9
Lp = Flowlength MAX [Km]	3.930	Lp = Flowlength MAX [Km]	1.750
L = lungh. dell'asta princ. [Km]	3.67	L = lungh. dell'asta princ. [Km]	1.49
im = Pendenza media del bacino [%]	4.3	im = Pendenza media del bacino [%]	7.7
ia = Pend. media dell'asta princip. [m/m]	0.02	ia = Pend. media dell'asta princip. [m/m]	0.03
Ha = H media dell'asta princ. [m]	262	Ha = H media dell'asta princ. [m]	271.5

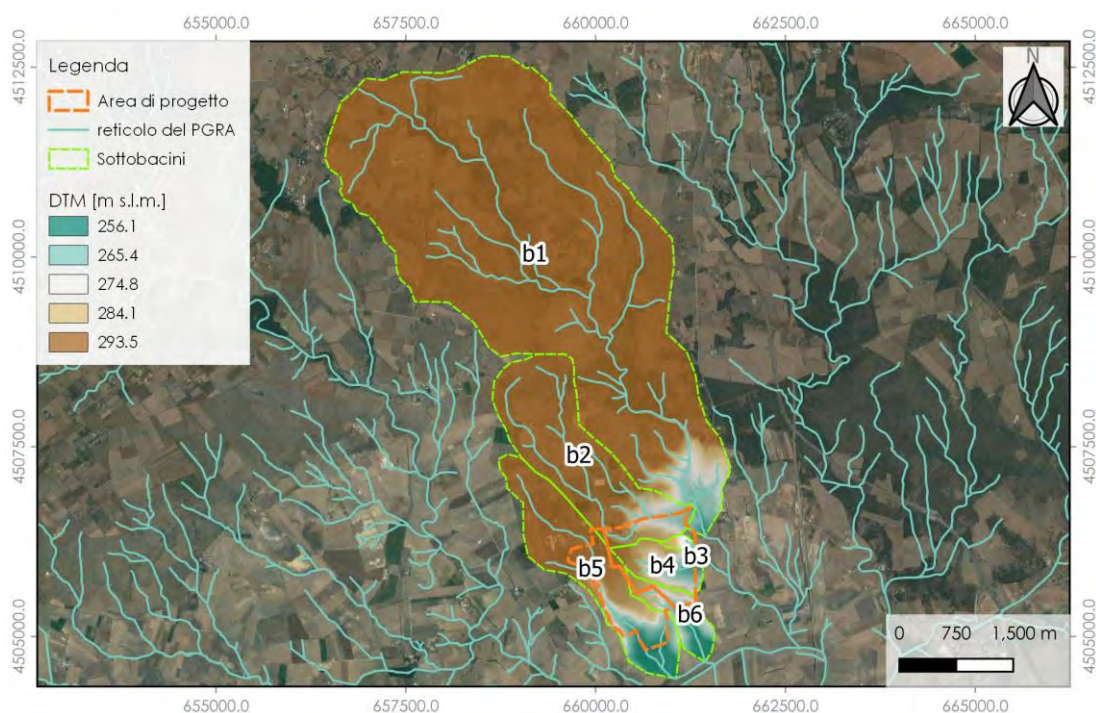


Figura 13: Rappresentazione del bacino di interesse e dei sottobacini.

4.2. Determinazione del tempo di corrivazione e del Curve Number

In un bacino il tempo di corrivazione massimo denominato tempo di corrivazione "tc" del bacino rappresenta il tempo che impiega la goccia d'acqua che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura.

Per la determinazione del tempo di corrivazione esistono in letteratura svariate formule di natura per lo più empirica che variano in base ai parametri morfometrici del bacino. Nel presente studio si è fatto riferimento alle relazioni elencate in Tabella 3.

Tabella 1: Principali formule per la determinazione del tempo di corrivazione.

Kirpich - Pezzoli	$t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^{0.8}$
SCS-CN	$t_c = 0.675\sqrt{A}$
Viparelli	$t_c = \frac{L}{v}$
Giandotti	$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}}$
Kirpich	$t_c = 0.000325 \left(\frac{L_p}{\sqrt{i_a}} \right)^{0.77}$

In cui:

L = lunghezza dell'asta principale - i_a = pendenza dell'asta principale) – A = area del bacino
– v = velocità media dell'acqua – H_m = altezza media del bacino – L_p = flowlength.

Fra le relazioni utilizzate quelle che nella pratica trovano maggior riscontro sotto l'aspetto delle applicazioni di questo tipo sono quelle di Giandotti, Viparelli e Kirpich. Considerato che l'approccio del Giandotti è esplicitamente rivolto a bacini di dimensioni variabili fra 170 e 70000 kmq e quello di Kirpich riguarda l'analisi di piccoli bacini americani, la formulazione razionale che appare più adatta al caso in esame risulta quella di Viparelli che, si ricorda, è stata sviluppata dall'analisi sperimentale su piccoli bacini pedemontani piemontesi ed è una delle poche ad avere un significato fisico oltre che empirico in quanto si basa sulla misura della velocità dell'acqua. Il tempo di corrivazione considerato per ciascuno sottobacino oggetto del presente studio è dato dalla media delle formule di SCS-CN, Viparelli e Kirpich-Pezzoli.

Tabella 2: Media dei tempi di corrivazioni stimati per i sottobacini in esame

Sottobacino 1	
Formule	Tempo di corrivazione
Kirpich-Pezzoli	1.487
SCS-CN	2.442
Viparelli	2.640
Tc medio considerato	2.538

Sottobacino 2	
Formule	Tempo di corrivazione
Kirpich-Pezzoli	0.903
SCS-CN	1.388
Viparelli	1.816
Tc medio considerato	1.223

Sottobacino 3	
Formule	Tempo di corrivazione
Kirpich-Pezzoli	0.172
SCS-CN	0.149
Viparelli	0.343
Tc medio considerato	0.154

Sottobacino 4	
Formule	Tempo di corrivazione
Kirpich-Pezzoli	0.315
SCS-CN	0.335
Viparelli	0.767
Tc medio considerato	0.223

Sottobacino 5	
Formule	Tempo di corrivazione
Kirpich-Pezzoli	0.858
SCS-CN	1.258
Viparelli	1.572
Tc medio considerato	0.456

Sottobacino 6	
Formule	Tempo di corrivazione
Kirpich-Pezzoli	0.394
SCS-CN	0.520
Viparelli	0.767
Tc medio considerato	0.223

Infine, fra le caratteristiche fondamentali da determinare per poter effettuare l'analisi idrologica, con specifico riferimento al metodo sviluppato dalla Soil Conservation Service (SCS), vi è il parametro "CN" che individua, attraverso la analisi geolitologica dei suoli del bacino, la capacità di risposta in termini di infiltrazione e ruscellamento a fronte di un evento di pioggia del bacino. Le caratteristiche geolitologiche sono state determinate facendo riferimento alla carta dell'uso del suolo Corine Land Cover (IV livello, 2013, agg. Puglia), ed è stato possibile caratterizzare i suoli dal punto di vista della permeabilità secondo la classificazione SCS.

Gruppo A	Suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde, con scarsissimo limo ed argilla e ghiaie profonde, molto permeabili. Capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.
Gruppo B	Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
Gruppo C	Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.
Gruppo D	Potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressochè impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione.

Gruppi geolitologici

Nell'ambito delle differenti classi di permeabilità così individuate, attraverso un calcolo ponderale basato sui dati acquisiti dalla carta dell'uso del suolo, si distinguono e si individuano le classi di CN per ogni bacino analizzato. I valori di CN per i diversi tipi di copertura analizzati sono quelli riportati nella tabella seguente desunti dalla letteratura tecnica disponibile.

Tabella 3: Valori di CN in funzione dei diversi tipi di copertura di suolo

Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree Urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini di acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanente	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Poiché lo studio è rivolto al calcolo delle portate di piena e considerato che in occasione di queste ultime è fondamentale la condizione di imbibimento del terreno, il metodo SCS-CN fa riferimento a tre diverse situazioni di umidità antecedenti all'evento considerato:

Tabella 4: Classi AMC (Antecedent Moisture Conditions)

Classe AMC	Precipitazioni nei dieci giorni precedenti (mm)
I (Terreno secco)	0 < P < 50
II (Umidità media)	50 < P < 110
III (Terreno da mediamente umido a saturo)	P > 110

I valori di CN corrispondenti alle classi AMCI e AMCIII si determinano dal valore del CN relativo alla classe AMCII applicando le seguenti formule:

$$FI = 0,3 + 0,00636CN \quad \text{valida per } 20 \leq CN \leq 95$$

$$FIII = 3,4212 - 1,1999 \log CN$$

Ai fini del presente studio è stato utilizzato il CNII calcolando la media ponderata dei CN in funzione delle coperture di suolo presenti nel bacino.

Per il bacino in esame, alla luce della geologia di dettaglio riportata al capitolo 2, sono stati considerati, quale gruppo geolitologico della classificazione SCS, il gruppo "B" – "Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi [...]". Analizzando le cartografie del progetto "Corine Land Cover IV livello", si è stilata una tabella con le percentuali areali occupate dalle diverse "colture" o "usi del suolo". A scala di bacino, dalla analisi si evince che principalmente la superficie ha per il 65% una copertura di suolo costituita da "Vigneti", e per il 19% "seminativi"; da tale analisi è emerso un valore del CNII per i sottobacini scolanti individuati:

SOTTOBACINO	CN
Sottobacino 1	62.0
Sottobacino 2	72.4
Sottobacino 3	78.5
Sottobacino 4	83.4
Sottobacino 5	79.1
Sottobacino 6	82.0

5. ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica consente di determinare le portate di ingresso da utilizzare come input nel modello di calcolo idraulico effettuato per il bacino e presentato nei prossimi paragrafi. Per l'analisi idrologica, così come riportato nella normativa vigente sulla difesa del suolo, è possibile far riferimento allo studio sulla Valutazione delle Piene (VAPI) che riguarda la Puglia e parte della Basilicata effettuato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del CNR, conformemente al DPCM del 29.09.1998 e alla Relazione di Piano allegata al PAI approvato con delibera n. **39 del 30/11/2005**. Nel VAPI l'analisi idrologica è basata sulla legge di distribuzione statistica TCEV (Rossi et al. 1984); la peculiarità di questo modello è quella di riuscire a considerare anche gli estremi idrologici, che sono di fatto gli eventi che inducono un livello di pericolosità più elevato, riconducendosi al prodotto di due funzioni di distribuzione di probabilità tipo Gumbel, una che riproduce l'andamento degli eventi ordinari e l'altra che riproduce l'andamento degli eventi eccezionali.

L'analisi idrologica è stata condotta in due step:

- Analisi pluviometrica
- Applicazione modello afflussi-deflussi

5.1. Analisi Pluviometrica

Al fine di stabilire la portata al picco di piena da utilizzare come input nei modelli di calcolo idraulici dei sottobacini è necessario, in prima battuta, stabilire gli ietogrammi di pioggia che consentiranno di applicare i modelli afflussi-deflussi. Per questo motivo è stata effettuata un'analisi statistica degli eventi piovosi verificatisi in passato che, attraverso l'analisi di un campione significativo di dati storici, consente di determinare le Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) dalle quali si determina lo ietogramma di pioggia. In questo studio viene applicata la metodologia di analisi riportata nel VAPI Puglia, che si basa sulla funzione di distribuzione di probabilità (*f_{dp}*) TCEV. La TCEV ha la caratteristica di conferire al modello idrologico maggiore flessibilità e capacità di adattamento alle serie di dati disponibili, tuttavia occorre disporre di una serie storica di dati sufficientemente lunga per non incorrere in errori di campionatura. Per ovviare a questo problema il GNDCI ha messo a punto una procedura di regionalizzazione (Beran et al. 1986) che ha permesso di determinare i parametri della TCEV su tutto il territorio pugliese estendendo, in questo modo, la lunghezza delle serie storiche. In Puglia la procedura di regionalizzazione ha individuato 6 zone omogenee la cui

individuazione è rappresentata nella figura seguente.



Figura 14: Zone omogenee della Puglia

Le relazioni che regolano ognuna delle sei zone sono le seguenti:

$$\text{Zona 1: } x(t, z) = 26.8t^{[(0.720+0.00503z)/3.178]}$$

$$\text{Zona 2: } x(t) = 22.23t^{0.247}$$

$$\text{Zona 3: } x(t, z) = 25.325t^{[(0.0696+0.00531z)/3.178]}$$

$$\text{Zona 4: } x(t) = 24.7t^{0.256}$$

$$\text{Zona 5: } x(t, z) = 28.2t^{[(0.626+0.0002z)/3.178]}$$

$$\text{Zona 6: } x(t, z) = 33.7t^{[(0.488+0.0022z)/3.178]}$$

Il bacino analizzato ricade nella Zona Omogenea 6, pertanto, conformemente al DPCM 29/09/98 ed a quanto previsto dalla relazione di piano del PAI, si è provveduto a calcolare la CPP mediante l'applicazione della metodologia VaPi (Valutazione Piene) mediante l'equazione:

$$\text{Zona 6: } x(t, z) = 33,7t^{[(0,488+0,0022z)/3,178]}$$

Tale equazione consente di valutare le altezze critiche per i differenti intervalli di precipitazione e per i vari tempi di ritorno prescelti. Ai valori così ottenuti, vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente al Fattore di Crescita KT (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), ed al Fattore di Riduzione Areale KA (funzione della superficie del bacino espressa in kmq, e della durata dell'evento di progetto espressa in ore). Determinando i valori di x per piogge di durata variabile da 1 a 24 ore è possibile costruire le curve di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni tipici delle valutazioni di pericolosità idraulica dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Ora	h30 [mm]	h200 [mm]	h500 [mm]
1	64.60	97.63	113.58
2	72.86	110.10	128.10
3	78.17	118.13	137.43
4	82.17	124.17	144.46
5	85.41	129.08	150.17
6	88.15	133.22	154.99
7	90.54	136.84	159.19
8	92.67	140.04	162.92
9	94.58	142.93	166.29
10	96.32	145.57	169.36
11	97.93	148.00	172.18
12	99.42	150.25	174.80

Ora	h30 [mm]	h200 [mm]	h500 [mm]
13	100.81	152.35	177.24
14	102.11	154.32	179.54
15	103.34	156.18	181.70
16	104.51	157.94	183.74
17	105.61	159.61	185.69
18	106.67	161.20	187.54
19	107.67	162.72	189.30
20	108.63	164.17	191.00
21	109.56	165.57	192.62
22	110.44	166.91	194.18
23	111.30	168.20	195.68
24	112.12	169.45	197.13

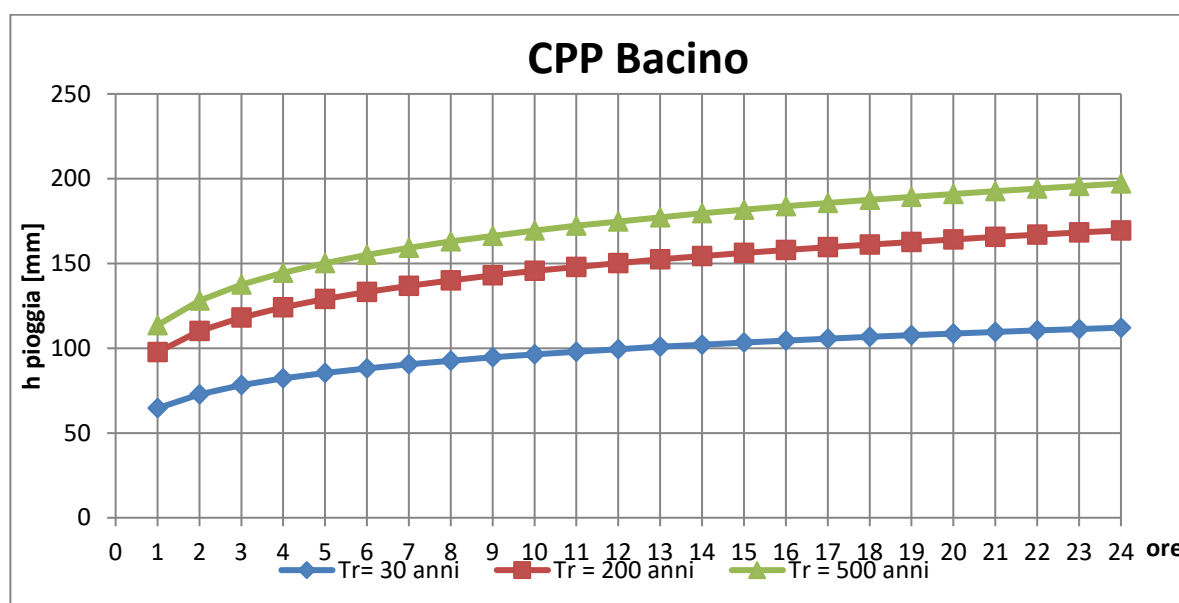


Figura 15: Curva di possibilità pluviometrica

5.2. Applicazione dei modelli afflussi-deflussi (METODO SCS-CN)

Il metodo SCS è adatto nell'ambito delle applicazioni tecniche di questo tipo per qualunque tipologia di bacino ed è ampiamente diffuso anche in Italia. Il metodo consente sia la semplice valutazione del volume della piena, o della sua portata al colmo. La stima della portata al colmo generata da un bacino, a seguito di una determinata precipitazione caratteristica, avviene attraverso l'analisi geomorfologica e di uso del suolo del bacino; essa viene valutata attraverso la preventiva acquisizione di diversi parametri tra cui quelli elencati nel seguito:

- CN (Curve Number);
- S grado di saturazione del terreno;
- Ia (Initial Abstraction), grado di assorbimento iniziale del terreno;

- AMC (Antecedent Moisture Condition), grado di imbibizione precedente l'evento;
- TL (Time Lag), tempo di ritardo tra il centro del pluviogramma e quello dell'idrogramma;
- RL (Reach Lag), tempo impiegato dall'onda di piena per il trasferimento attraverso l'asta.

La metodologia si basa sull'ipotesi che sia sempre valida la seguente relazione:

$$V/P_n = W/S$$

In cui:

V = volume di deflusso;

P_n = Pioggia netta;

W = volume idrico realmente invasato nel suolo;

S = volume massimo che il suolo può immagazzinare;

La pioggia netta si può determinare sottraendo alla precipitazione totale il parametro *la* che tiene conto dell'accumulo di volumi idrici in superficie, dell'infiltrazione iniziale e superficiale nel suolo e dell'intercettazione operata dalla copertura vegetale.

In linea generale il valore di *la* può essere assunto, come è stato fatto per il presente studio, secondo le indicazioni dell'SCS, pari a:

$$la = 0,2 S$$

Pertanto, il volume di deflusso V può essere ricavato dalla seguente relazione:

$$V = \frac{(P - 0,2 S)^2}{(P + 0,8 S)}$$

in cui:

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

La stima del CN si effettua determinando il gruppo idrologico di appartenenza e, all'interno di ciascun gruppo, valutando la copertura d'uso del suolo; alle sottoclassi così determinate viene associato un valore di CN.

Nel presente studio, come precedentemente descritto nell'analisi pluviometrica, sono stati applicati i risultati rivenienti dall'approccio VAPI. In questa analisi è stata ipotizzata una pioggia uniformemente distribuita sul bacino studiato, in funzione della zona omogenea considerata (zona 6), a cui è stato applicato uno ietogramma costante ricavato dall'analisi delle Curve di Possibilità Pluviometrica riferita al tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni. Come

descritto in precedenza, si è utilizzato uno $la=0,2S$, una condizione antecedente all'evento di tipo AMC=III e i dati di input sono stati ricavati dall'analisi morfometrica e pluviometrica descritte in precedenza. I valori di portata al picco calcolati per un tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni, per il bacino ed i sottobacini in oggetto, sono rispettivamente:

Bacino	CLASSE AMC - CN	Qp _{30 anni}	Qp _{200 anni}	Qp _{500 anni}
Sottobacino 1	CNIII	36.3	66.0	81.0
Sottobacino 2	CNIII	11.2	19.8	24.1
Sottobacino 3	CNIII	1.1	2.1	2.6
Sottobacino 4	CNIII	5.6	9.7	11.7
Sottobacino 5	CNIII	11.2	19.1	23.0
Sottobacino 5	CNIII	5.0	8.6	10.4

6. ANALISI IDRAULICA

Definiti i valori dei picchi dell'idrogramma di piena relativamente ai tempi di ritorno di 30, 200 anni e 500 come indicato nelle NTA del PAI, si è proceduto con la simulazione in moto permanente al fine di individuare le aree inondabili. L'output dello studio idrologico-idraulico consiste nell'individuare la parte di territorio allagabile con tempo di ritorno di 200 anni, al fine di definire il livello di pericolosità idraulica e di conseguenza individuare le aree in sicurezza idraulica.

Per determinare in maniera oggettiva le aree a pericolosità idraulica, si è utilizzato un programma di calcolo e modellazione molto diffuso, l'HEC RAS. La sigla è l'acronimo di Hydrologic Engineering Center's River Analysis System, il software è prodotto dallo US ARMY Engineering Corps, ed è gratuitamente scaricabile da internet. HEC-RAS è un programma realizzato per simulare la propagazione delle piene attraverso uno schema di calcolo monodimensionale; il software può lavorare in moto permanente o vario, e oltre che analizzare la singola asta fluviale (come nel caso in studio), è possibile analizzare reticoli più complessi, che prevedono la confluenza di più canali. Inoltre, è possibile prevedere trasporto di sedimenti, stazioni di pompaggio e celle di accumulo (nel caso di modellazione in moto vario), ecc.

Il software dispone di una interfaccia grafica attraverso cui inserire i dati fisici necessari (caratteristiche geometriche dell'asta), idraulici (condizioni al contorno e portate di verifica), ed applicare le differenti routine di modellazione, ovvero scegliere le metodologie di calcolo.

Inoltre, è stato sviluppato un applicativo in ambiente GIS (GEO RAS), attraverso cui è possibile realizzare le attività di *pre* e *post-processing* delle applicazioni dell'HEC-RAS, sino alla individuazione delle aree inondate in formato *shapefile*.

Di seguito si illustrano brevemente i contenuti della modellazione idraulica svolta per il bacino scolante in esame.

Modellazione bacini scolanti

Allo scopo di poter eseguire i calcoli idraulici, note le dimensioni del bacino, dei sottobacini e le portate in gioco è stato utilizzato il Modello Digitale del Terreno derivante dall'unione dei dati del Dtm regionale. La modellazione idraulica è stata eseguita tracciando delle sezioni a diversa lunghezza e diversa spaziatura. In totale sono state tracciate 97 sezioni distribuite per i 6 sottobacini.



Figura 16: Rappresentazione delle sezioni rispetto all'area di progetto

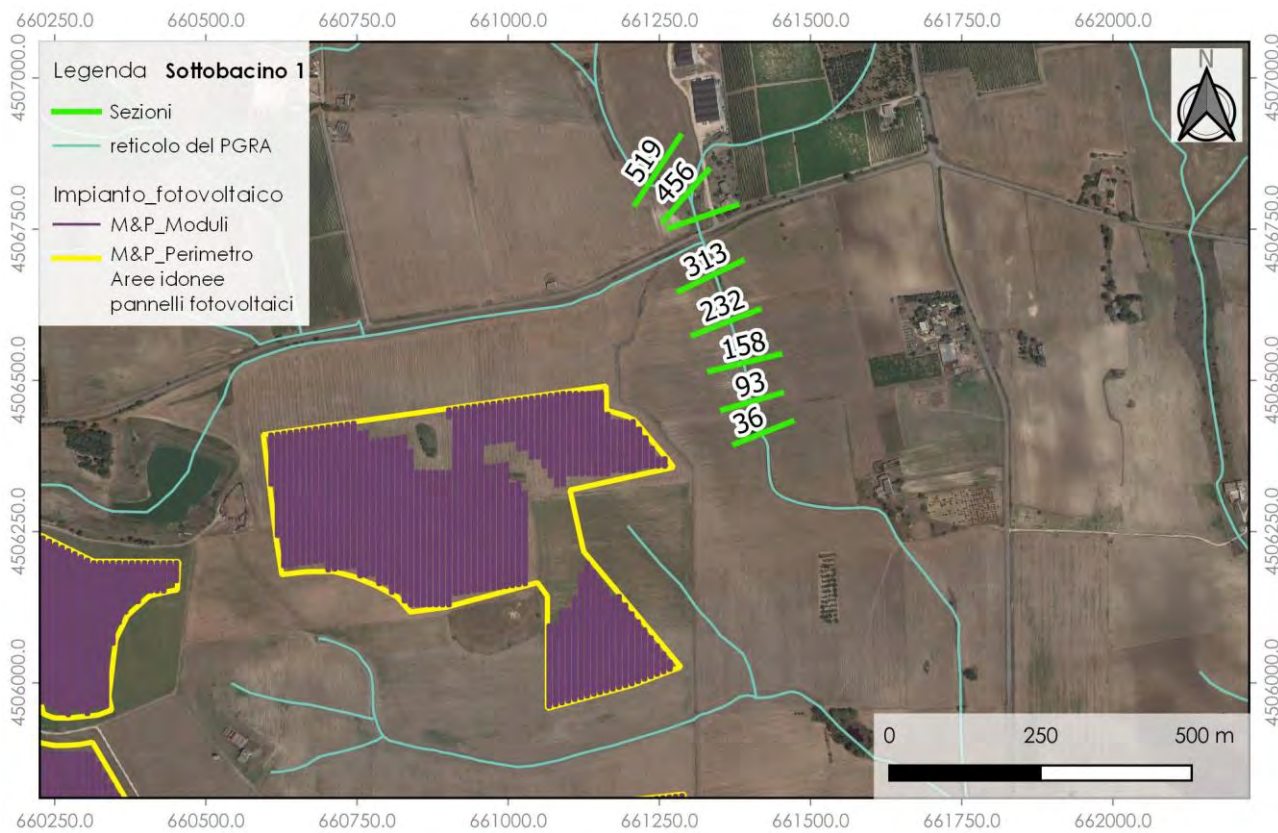


Figura 17: Sezioni considerate per il Sottobacino_1 rispetto all'area in progetto



Figura 18: Sezioni considerate per il Sottobacino_2 rispetto all'area in progetto

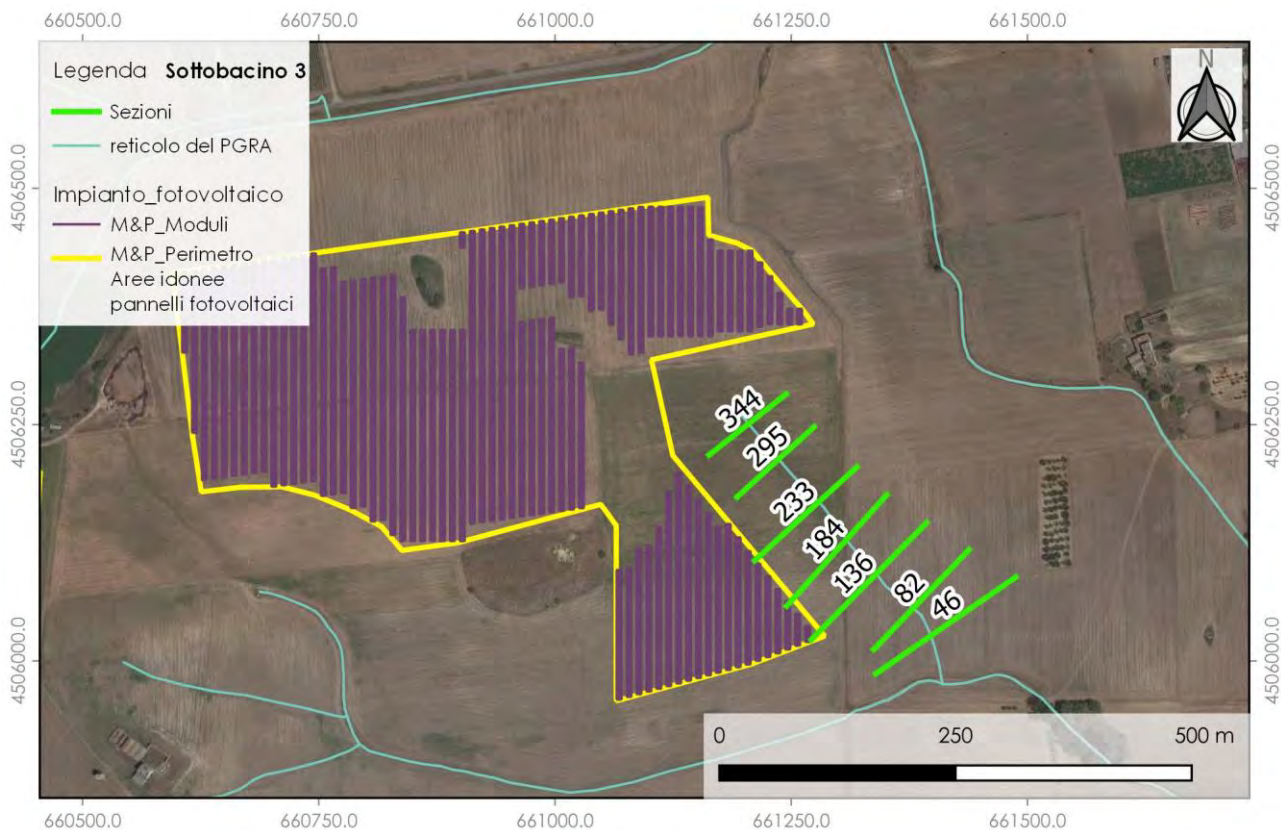


Figura 19: Sezioni considerate per il Sottobacino_3 rispetto all'area in progetto



Figura 20: Sezioni considerate per il Sottobacino_4 rispetto all'area in progetto



Figura 21: Sezioni considerate per il Sottobacino_5 rispetto all'area in progetto

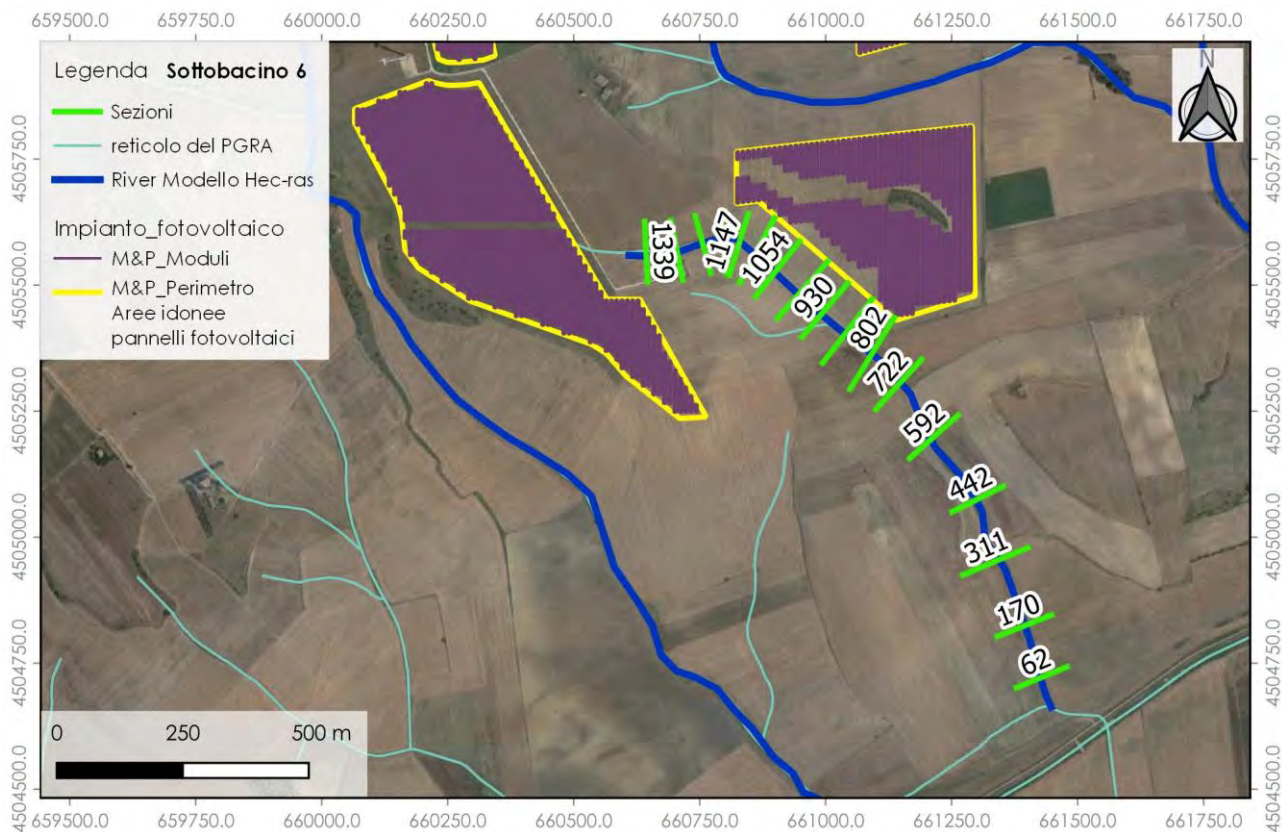


Figura 22: Sezioni considerate per il Sottobacino_6 rispetto all'area in progetto. In blu le linee rappresentative del reticolo considerato nel modello, che in questo unico caso differiscono dal reticolo del PGRA per il tratto di monte. La modifica deriva da sopralluoghi in campo e verifiche sul DTM che evidenziano come il tratto di testa a monte riportato sul PGRA sia privo di impluvio in realtà.

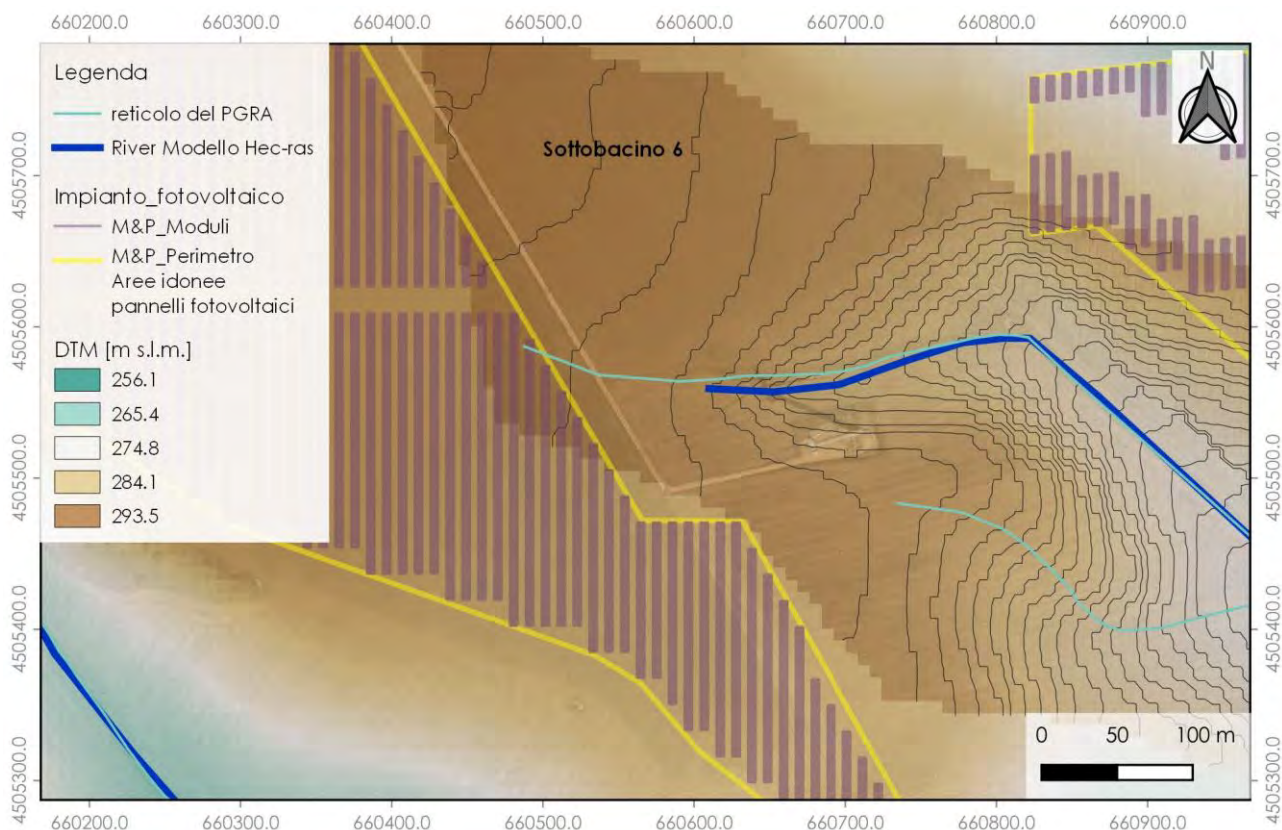


Figura 23: Particolare della zona di testa del reticolo relativo al Sottobacino 6, in cui dalle curve di livello del DTM si evince che l'impluvio inizia dove è riportata la linea blu (river nel modello hec-ras), in quanto prima è presente solo un piccolo avvallamento, il quale, con l'aratura del suolo agricolo, ad oggi risulta completamente livellato e appiattito.

Relativamente al Sottobacino 6, si sottolinea che al fine di realizzare il modello idraulico, è stato considerato l'impluvio leggermente differente da quello del PGRA, in quanto il tratto di testa è privo di impluvio in realtà, come si può evincere dalla fig. 23 e da sopralluoghi esperiti in campo. In tale zona, infatti, le lavorazioni del terreno hanno livellato il terreno e, ad oggi, non è riconoscibile una zona di incanalamento delle acque meteoriche. Anche dalla osservazione delle curve di livello del tratto di monte del reticolo, osservabili in fig. 23, aventi spaziatura di 1 m, si osserva come il tratto di *rill erosion* inizia più a valle rispetto a quello riportato nel PGRA, e pertanto per il modello in Hec-ras è stato disegnato l'impluvio riportato con la linea blu in fig. 23.

Per la tipologia di scabrezza è stato considerato cautelativamente un coefficiente di Manning pari a 0.035 (CHOW V. T., 1959).

Dall'analisi condotta, si estrapola la seguente tabella in cui sono riportati i valori corrispondenti alle portate transitanti, ai tiranti idrici generati, all'energia della corrente, ai valori di velocità e del numero di Froude, della potenza della corrente, ecc.

Tabella 5: Profile output table (Hec Ras 6.1).

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Hydr Depth C (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
River_bac1	M	519	PF 1	64	264.69	265.6	0.37	265.6	2.14	34.86	93.69	0.94
River_bac1	M	456	PF 1	64	263.13	264.04	0.47	264.2	3.27	20.57	44.12	1.41
River_bac1	M	409	PF 1	64	262.35	263.62	0.68	263.62	2.75	25.8	38.09	0.91
River_bac1	V	313	PF 1	66	260.27	261.18	0.52	261.53	4.68	14.09	27.15	2.08
River_bac1	V	232	PF 1	66	258.86	260.51	0.86	260.51	2.93	22.51	26.18	1.01
River_bac1	V	158	PF 1	66	259.17	260.41	0.73	260.41	2.83	25.22	34.42	0.94
River_bac1	V	93	PF 1	66	256.91	258.4	0.72	258.77	4.71	14.27	19.75	1.67
River_bac1	V	36	PF 1	66	256.52	258.07	0.88	258.07	2.95	22.37	25.57	1.01
River_bac2	M	1429	PF 1	19.8	293.66	294.01	0.22	294.01	1.64	14	62.65	0.93
River_bac2	M	1376	PF 1	19.8	292.39	292.76	0.24	292.82	2.1	9.69	41.02	1.3
River_bac2	M	1343	PF 1	19.8	291.3	291.73	0.27	291.78	2.08	9.52	35.1	1.28
River_bac2	M	1279	PF 1	19.8	289.58	289.68	0.25	289.71	0.61	10.78	43.55	0.87
River_bac2	M	1221	PF 1	19.8	288.13	288.3	0.21	288.36	1.08	9.93	47.19	1.13
River_bac2	M	1169	PF 1	19.8	286.71	287.11	0.28	287.11	1.77	11.84	42.61	1.02
River_bac2	M	1127	PF 1	19.8	285.68	286.2	0.31	286.22	1.98	10.48	33.99	1.07
River_bac2	M	1079	PF 1	19.8	286.07	286.63	0.32	286.63	1.78	11.12	34.97	1.01
River_bac2	M	1027	PF 1	19.8	285.8	286.52	0.47	286.52	2.14	9.26	19.63	0.99
River_bac2	M	933	PF 1	19.8	282.56	282.93	0.16	283.06	2.97	6.46	40.78	2.41
River_bac2	M	873	PF 1	19.8	279.23	279.59	0.22	279.66	2.16	9.67	44.85	1.33
River_bac2	M	784	PF 1	19.8	276.53	276.85	0.19	276.87	1.41	12.34	64.6	1.11
River_bac2	M	705	PF 1	19.8	274.19	274.36	0.18	274.39	0.91	12.03	66.73	1
River_bac2	M	612	PF 1	19.8	271.09	271.61	0.33	271.68	2.33	8.5	25.47	1.29
River_bac2	M	512	PF 1	19.8	269.76	270.29	0.32	270.29	1.72	11.11	34.7	1
River_bac2	M	404	PF 1	19.8	268.06	268.43	0.22	268.43	1.31	13.62	61.66	0.94
River_bac2	M	291	PF 1	19.8	266.54	266.41	0.2	266.41		13.84	67.62	0
River_bac2	M	176	PF 1	19.8	265.3	264.76	0.22	264.76		13.47	62.34	0
River_bac2	M	81	PF 1	19.8	262.47	263.16	0.33	263.16	2.06	11.37	34.29	0.96
River_bac3	M	344	PF 1	2.1	271.07	271.26	0.12	271.26	1.11	1.94	15.94	0.98
River_bac3	M	295	PF 1	2.1	267.45	267.56	0.06	267.66	3.49	0.6	9.36	4.4
River_bac3	M	233	PF 1	2.1	264.41	264.58	0.11	264.58	1.02	2.05	19.26	1
River_bac3	M	184	PF 1	2.1	262.08	262.22	0.08	262.27	1.75	1.2	15.09	1.97
River_bac3	M	136	PF 1	2.1	259.96	260.12	0.1	260.12	1.11	1.91	18.58	1.08
River_bac3	M	82	PF 1	2.1	258.43	258.48	0.04	258.49	0.59	3.08	69.72	0.96
River_bac3	M	46	PF 1	2.1	257.55	257.41	0.06	257.41		2.66	42.49	0
River_bac4	M	1251	PF 1	9.7	279.37	279.66	0.19	279.66	1.48	7.44	39.19	0.93
River_bac4	M	1203	PF 1	9.7	277.1	277.3	0.12	277.43	3.51	2.95	24.1	3.01
River_bac4	M	1164	PF 1	9.7	275.34	275.63	0.17	275.63	1.47	7.22	42.76	1.06
River_bac4	M	1120	PF 1	9.7	273.61	273.77	0.11	273.83	1.87	5	44.47	1.83
River_bac4	M	1092	PF 1	9.7	272.47	272.67	0.13	272.68	1.42	7.66	57.37	1.1
River_bac4	M	1060	PF 1	9.7	271.09	271.31	0.11	271.37	2.08	5.24	48.38	1.71
River_bac4	M	1007	PF 1	9.7	269.34	269.57	0.16	269.59	1.45	7.31	45.63	1.02
River_bac4	M	951	PF 1	9.7	267.07	267.48	0.2	267.57	2.45	3.96	19.61	1.72
River_bac4	M	898	PF 1	9.7	265.61	266.07	0.28	266.07	1.67	5.83	21.21	0.99
River_bac4	M	840	PF 1	9.7	264.4	264.81	0.25	264.84	1.91	5.25	20.99	1.17
River_bac4	M	796	PF 1	9.7	263.4	263.86	0.27	263.87	1.74	5.71	20.88	1.02
River_bac4	M	743	PF 1	9.7	262.2	262.56	0.25	262.61	2.02	4.81	19.36	1.28
River_bac4	M	683	PF 1	9.7	260.66	261.08	0.25	261.09	1.63	5.94	24.02	1.05
River_bac4	M	626	PF 1	9.7	259.32	259.73	0.24	259.75	1.77	5.47	22.68	1.15
River_bac4	M	580	PF 1	9.7	258.74	259.19	0.25	259.19	1.58	6.12	24.61	1.01
River_bac4	M	534	PF 1	9.7	257.69	258.16	0.29	258.18	1.88	5.17	17.85	1.11
River_bac4	M	486	PF 1	9.7	257.26	257.62	0.23	257.62	1.53	6.36	27.98	1
River_bac4	M	444	PF 1	9.7	256.35	256.73	0.24	256.74	1.61	6.01	25.22	1.06
River_bac4	V	366	PF 1	11.8	255.75	256.07	0.2	256.07	1.46	8.38	41.71	0.99
River_bac4	V	336	PF 1	11.8	255.27	255.61	0.21	255.61	1.46	8.25	39.92	0.98
River_bac4	V	299	PF 1	11.8	254.51	254.92	0.25	254.92	1.63	7.51	29.81	0.98
River_bac4	V	235	PF 1	11.8	253.46	253.81	0.23	253.81	1.62	7.72	33.33	0.97
River_bac4	V	138	PF 1	11.8	252.54	252.97	0.25	252.97	1.64	7.47	29.32	0.96
River_bac4	V	60	PF 1	11.8	251.59	251.96	0.17	251.96	1.4	9.79	57.88	0.92
River_bac5	M	2174	PF 1	19.1	294.06	294.38	0.16	294.38	1.33	15.36	96.02	1
River_bac5	M	2107	PF 1	19.1	292.96	293.19	0.16	293.19	1.17	15.12	93.02	0.98
River_bac5	M	2043	PF 1	19.1	291.97	292.19	0.16	292.19	1.09	15.4	97.75	0.96
River_bac5	M	1991	PF 1	19.1	291	291.26	0.18	291.26	1.27	14.37	80.31	0.99
River_bac5	M	1928	PF 1	19.1	288.45	288.75	0.2	288.86	2.58	7.4	37.92	1.87
River_bac5	M	1857	PF 1	19.1	283.01	283.76	0.37	283.98	3.61	5.29	14.16	1.89
River_bac5	M	1807	PF 1	19.1	281.42	282.17	0.41	282.24	2.46	7.78	19.01	1.23

River_bac5	M	1758	PF 1	19.1	280.19	280.63	0.29	280.73	2.52	7.58	26.56	1.51
River_bac5	M	1699	PF 1	19.1	278.58	279.19	0.36	279.19	1.92	9.94	27.8	1.03
River_bac5	M	1656	PF 1	19.1	277.24	277.71	0.31	277.85	2.89	6.6	21.32	1.66
River_bac5	M	1597	PF 1	19.1	275.82	276.45	0.38	276.45	1.96	9.74	25.39	1.01
River_bac5	M	1538	PF 1	19.1	274.18	274.87	0.36	274.98	2.71	7.04	19.52	1.44
River_bac5	M	1470	PF 1	19.1	272.79	273.31	0.36	273.32	1.97	9.68	26.66	1.05
River_bac5	M	1370	PF 1	19.1	269.91	270.58	0.38	270.7	2.81	6.8	17.99	1.46
River_bac5	M	1255	PF 1	19.1	267.23	267.81	0.39	267.83	2.08	9.19	23.67	1.07
River_bac5	M	1124	PF 1	19.1	263.95	264.45	0.3	264.53	2.39	7.99	26.9	1.4
River_bac5	M	974	PF 1	19.1	259.02	259.56	0.33	259.63	2.36	8.08	24.6	1.32
River_bac5	M	845	PF 1	19.1	256.46	256.95	0.3	256.95	1.74	11.01	36.58	1.01
River_bac5	M	703	PF 1	19.1	252.97	253.47	0.29	253.53	2.22	8.6	29.86	1.32
River_bac5	M	590	PF 1	19.1	250.85	251.52	0.41	251.52	2.02	9.46	23.24	1.01
River_bac5	M	509	PF 1	19.1	250.01	250.53	0.33	250.53	1.8	10.58	32.52	1.01
River_bac5	M	381	PF 1	19.1	247.99	248.47	0.24	248.47	1.6	12.44	52	0.95
River_bac5	M	205	PF 1	19.1	245.69	246.05	0.22	246.05	1.55	12.94	58.69	1.01
River_bac5	M	61	PF 1	19.1	244.05	244.5	0.27	244.5	1.63	11.71	44	1.01
River_bac6	M	1339	PF 1	8.6	282.42	283.09	0.34	283.09	1.84	4.67	13.93	1.02
River_bac6	M	1277	PF 1	8.6	279.04	279.37	0.17	279.59	4.46	1.93	11.22	3.44
River_bac6	M	1223	PF 1	8.6	278.07	278.42	0.22	278.42	1.49	5.78	26.21	1.01
River_bac6	M	1182	PF 1	8.6	275.38	275.6	0.12	275.76	3.86	2.23	18.01	3.51
River_bac6	M	1147	PF 1	8.6	273.63	273.95	0.18	273.96	1.46	5.93	32.64	1.08
River_bac6	M	1107	PF 1	8.6	271.62	271.96	0.2	272.09	2.82	3.05	15.62	2.04
River_bac6	M	1054	PF 1	8.6	269.94	270.22	0.18	270.22	1.35	6.35	34.65	1.01
River_bac6	M	990	PF 1	8.6	267.88	268.14	0.12	268.17	1.62	5.31	42.66	1.46
River_bac6	M	930	PF 1	8.6	265.88	266.14	0.17	266.15	1.42	6.33	37.41	1.06
River_bac6	M	868	PF 1	8.6	263.91	264.17	0.16	264.22	1.8	4.9	30.72	1.4
River_bac6	M	802	PF 1	8.6	261.86	262.16	0.2	262.17	1.51	5.71	28.08	1.07
River_bac6	M	722	PF 1	8.6	260.28	260.56	0.19	260.56	1.39	6.21	32.22	1.01
River_bac6	M	592	PF 1	8.6	256.95	257.24	0.2	257.27	1.71	5.02	24.94	1.22
River_bac6	M	442	PF 1	8.6	252.1	252.39	0.22	252.43	1.89	4.54	20.9	1.3
River_bac6	M	311	PF 1	8.6	249.39	249.85	0.3	249.85	1.71	5.02	16.9	1
River_bac6	M	170	PF 1	8.6	245.2	245.67	0.24	245.78	2.49	3.46	14.2	1.61
River_bac6	M	62	PF 1	8.6	243.36	243.73	0.25	243.73	1.55	5.55	22.44	1

La modellazione idraulica dei sottobacini oggetto di indagine ha permesso di determinare l'area inondabile per i tre intervalli di tempo di ritorno. Al fine del presente lavoro si è considerata tuttavia solo la planimetria dell'area inondabile con Tr 200 anni (PF1), in modo da definire univocamente le aree in sicurezza idraulica rispetto alla posizione di installazione dell'impianto fotovoltaico nelle particelle di progetto.

Il progetto dell'impianto Agro-fotovoltaico è stato progettato anche a valle del presente studio, escludendo le zone risultate non in sicurezza idraulica con un Tr di 200 anni.

Nel Sottobacino_1, si evidenzia come con il presente studio si sia ottenuta un'area inondabile avente estensione minore di quella perimetrata a media pericolosità nel PGRA, tuttavia, per entrambi i casi, la superficie di progetto dell'impianto agro-fotovoltaico è esclusa da potenziale rischio allagamento.

Tutte le sezioni trasversali sono riportate nell'allegato A.

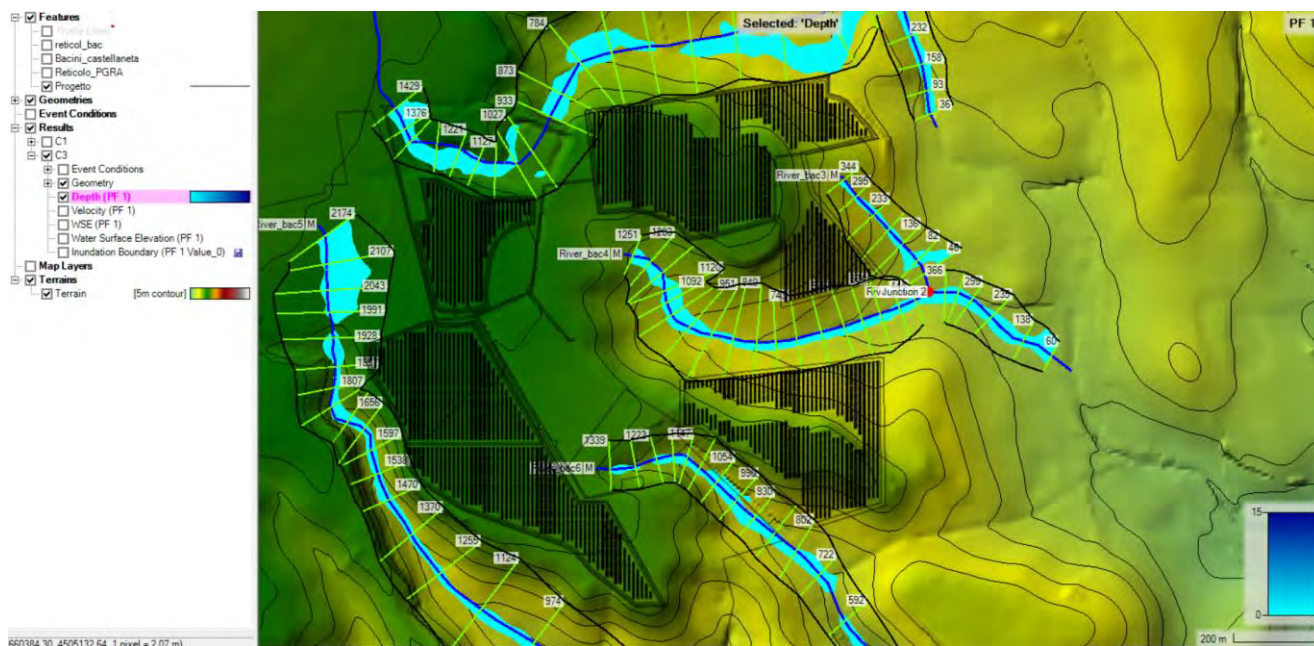


Figura 24: Area Allagabile con $T_r=200$ anni rispetto alla posizione di installazione dell'impianto Agro-fotovoltaico.

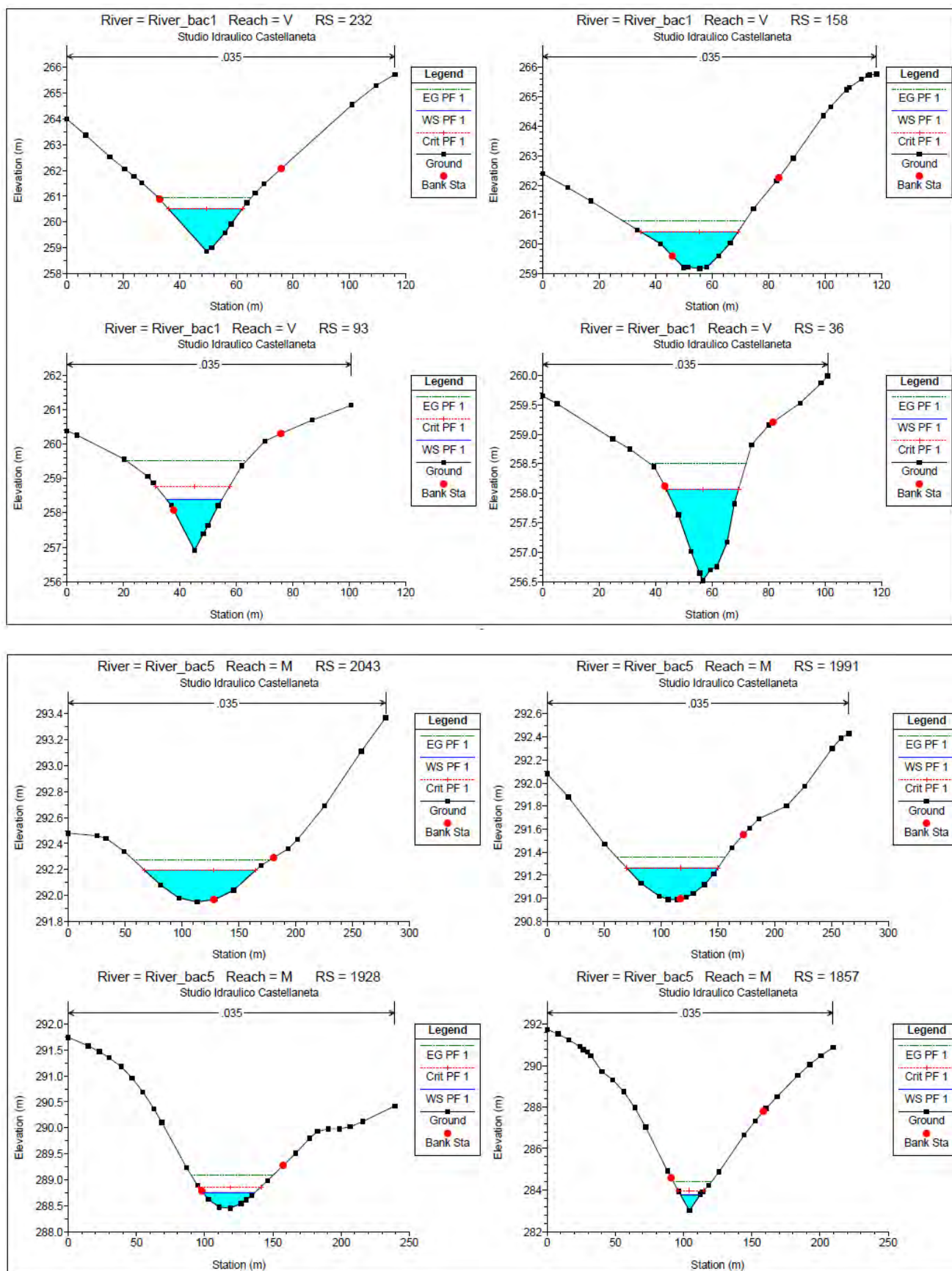


Figura 25: Esempi di sezioni riportate in allegato da cui si evince che le portate sono contenute all'interno dell'alveo per ciascun sottobacino.

7. CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente studio si configura nell'ambito del progetto di realizzazione di un impianto agrofotovoltaico avente una potenza complessiva di 33,91 MW e avente un accumulo elettrochimico complessivo di 5, ricadente nel comune di Castellaneta (TA), per conto della società Kenergia SRL, con sede in Via Eleonora Duse n. 53 - 00197 Roma (Partita IVA 09217271007).

L'area di interesse, attraverso l'analisi delle ultime perimetrazioni del PAI aggiornate in data 16.11.2019 su cartografia ufficiale consultabile in maniera interattiva tramite il WebGIS dell'AdB Puglia sul sito <http://www.adb.puglia.it>, non ricade in nessuna delle tre zone classificate ad alta, media, bassa pericolosità idraulica, come definita di cui agli artt. 7, 8 e 9 delle Norme Tecniche di Attuazione (Novembre 2005) del Piano d'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Dall'analisi della cartografia ufficiale I.G.M. 1.25.000 (fig. 2), l'area di intervento è prossima a reticoli idrografici superficiali privi di denominazione ufficiale, affluenti principali o secondari del Canale Lummo. Gli stessi corsi d'acqua sono riportati sullo stralcio dell'ortofoto della Carta Idrogeomorfologica redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia e nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni.

La distanza dai corsi d'acqua all'area in studio è inferiore a 150 m, tale quindi da dover verificare la compatibilità idrologica ed idraulica dell'intervento in oggetto rispetto al reticolo ai sensi degli artt. 6 "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" e 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" delle NTA del PAI.

Il modello di calcolo applicato ha consentito di determinare gli effetti al suolo della simulazione condotta attraverso l'applicazione di software in grado di acquisire la posizione nello spazio dei tiranti idrici in ogni sezione per il tempo di ritorno considerato, ed intersecarli con il modello tridimensionale del terreno. I risultati ottenuti dall'elaborazione così condotta sono stati poi oggetto di ulteriore verifica e integrazione su base conoscitiva plano altimetrica al fine di rendere omogenei i risultati ottenuti adoperando, naturalmente, esclusivamente modifiche in via cautelativa.

Le valutazioni di carattere idrologico ed idraulico sono state condotte secondo quanto prescritto dalle indicazioni tecniche riportate nella relazione di Piano del PAI Puglia. Lo studio riportato individua le aree di allagamento per un evento con $Tr = 200$ anni per il bacino entro cui ricade l'area oggetto di intervento. Secondo la definizione dell'art. 36 delle Norme Tecniche di Attuazione "Sicurezza idraulica: 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".

Il progetto dell'impianto Agro-fotovoltaico è stato progettato anche a valle del presente studio, escludendo pertanto le zone risultate non in sicurezza idraulica con un Tr di 200 anni.

Tutte le modellazioni e i risultati planimetrici ottenuti sono riportati nel paragrafo 6, nonché nell'allegato A (Cross Section).

Monopoli, 02/02/20

Il tecnico
Geol. Francesco Pezzati

ALLEGATO A

