

Wood Solare Italia S.r.l.

**Impianto agro-fotovoltaico da 55.202 kW
(40.000 kW in immissione)**

Comune di Latiano (BR)

Relazione Idrologica

Allegato H alla Relazione Tecnica del Progetto Definitivo

Rev. 0

Ottobre 2020



INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. LINEAMENTI GEOLOGICI DELL'AREA IN STUDIO.....	6
2.1 Depositi continentali attuali	7
2.2 Depositi Marini Terrazzati	7
2.3 Argille Subappennine	8
2.4 Calcareniti di Gravina	8
2.5 Calcare di Altamura	8
3. ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO.....	8
4. DESCRIZIONE DEI LUOGHI E PERIMETRAZIONE DEI BACINI	9
5. ANALISI IDROLOGICA	9
5.1 Analisi regionale delle piogge in Puglia – Metodo VAPI	10
5.2 Metodi di calcolo della pioggia efficace	14
5.3 Calcolo della pioggia efficace per i bacini endoreici	19
5.4 Calcolo della pioggia efficace per i bacini esoreici.....	26

ELABORATI GRAFICI

Num.	Oggetto	Scala
Tav. 01a	Bacini Endoreici	grafica
Tav. 01b	Bacini esoreici	grafica

Questo documento è di proprietà di Amec Foster Wheeler Italiana S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Amec Foster Wheeler Italiana S.r.l.

1. INTRODUZIONE

Il presente studio è finalizzato a definire la compatibilità idrologica relativamente al progetto di un "Impianto agrofotovoltaico da 52.202 kW (40.000 kW in immissione) e relative opere di connessione", ubicato all'interno del Comune di Latiano (BR).

Il Parco Fotovoltaico interesserà un'area agricola ricadente nel Comune di Latiano, nella parte sud-occidentale della provincia di Brindisi.

L'area presenta, in una ampia visione, da un punto di vista paesaggistico, una forte connotazione antropica, con intensa attività agricola, caratterizzata prevalentemente da vigneti, seminativi e da uliveti; le quote altimetriche, relativamente alle aree occupate dall'impianto, sono comprese tra i 86 ed i 116 metri s.l.m. (livello medio del mare).

L'area interessata dell'opera progettuale evidenzia un assetto idrografico superficiale che può essere diviso in due macro aree differenti:

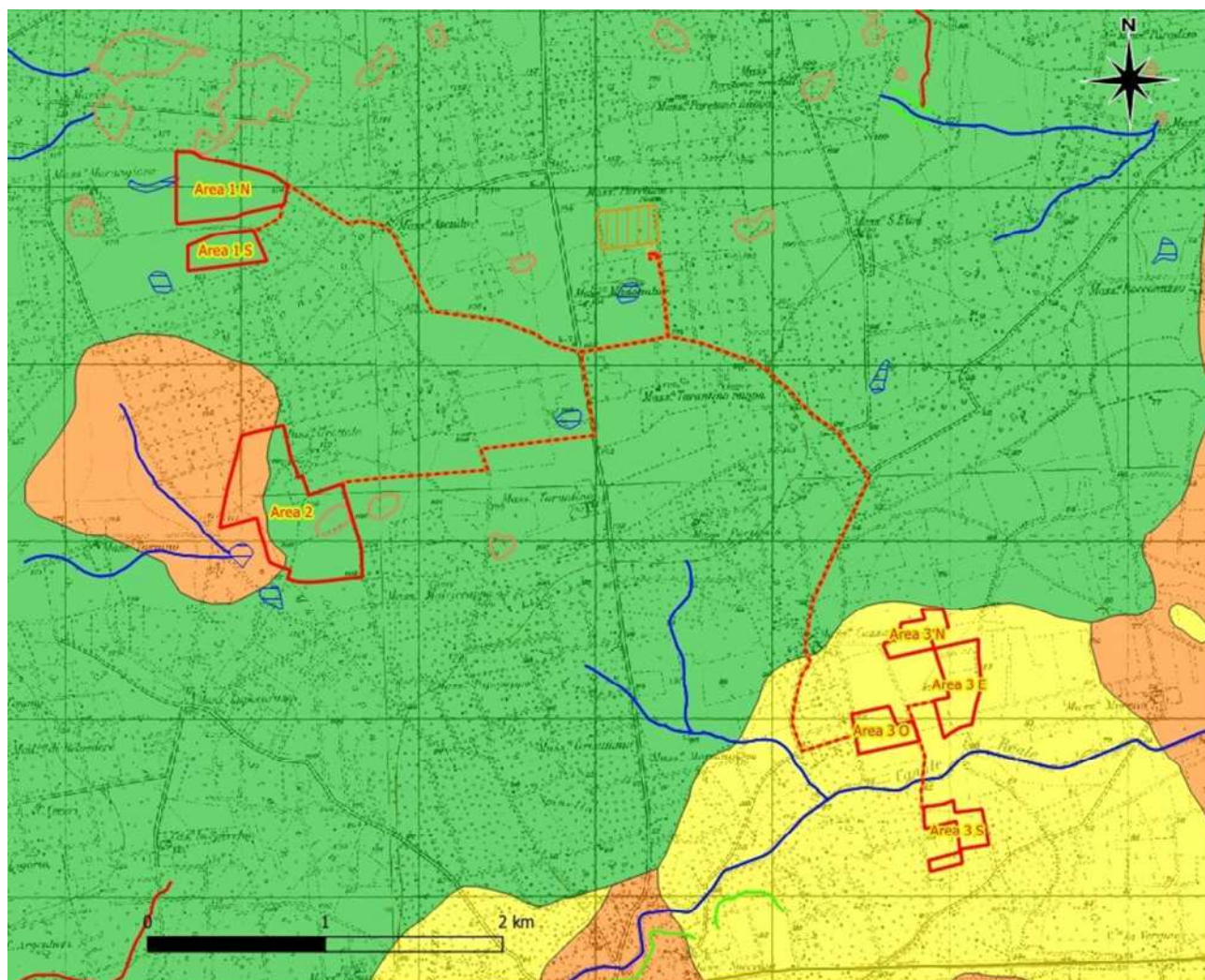
- La prima, laddove sono ubicate le aree 1 e 2, costituita per lo più da brevi corsi d'acqua che terminano in una zona depressa (bacino endoreico), all'interno di inghiottitoi e/o vore¹ naturali. Tale assetto, è caratterizzato dalla presenza di diversi bacini endoreici con locali avvallamenti di estensione più o meno ampia, luogo dell'eventuale accumulo delle acque piovane in caso di eventi piovosi di rilevante entità.
- La seconda, laddove è ubicata l'area 3, ricade all'interno del bacino idrografico del Canale Reale, il quale rappresenta il maggior bacino idrografico dell'area brindisina con un'estensione complessiva di circa 210 km².

Per quanto attiene i bacini endoreici, l'Autorità di Bacino, ha provveduto all'individuazione delle aree più depresse (Figura 1) nelle quale potrebbe avvenire l'accumulo delle acque senza però definire l'impronta planimetrica dell'eventuale allagamento causato dall'accumulo delle acque meteoriche stesse nella zona più depressa per i diversi tempi di ritorno (30, 200 e 500 anni).

Allo scopo è stato condotto un dettagliato rilevamento di campagna, per un'area sufficiente a definire i caratteri geolitologici, geomorfologici e idrogeologici dell'area interessata dall'intervento e a definirne la dinamica geomorfologica.

¹ Il termine dialettale "vora", viene generalmente utilizzato per indicare una depressione carsica o una cavità carsica a sviluppo prevalentemente verticale nella quale possono confluire le acque superficiali.





GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Corsi d'acqua

Reticolo Idrografico

- Corso d'acqua episodico
- - - Corso d'acqua oblitterato
- Episodico fittizio >0,2 ha
- ▭ Recapito bacino endoreico

Forme di Versante

- Orli di terrazzo morfologico

Forme di modellamento dei corsi d'acqua

- Ripe di erosione fluviale

Forme Carsiche

- ▭ Doline

Litologia del substrato

- ▭ Depositi Marini terrazzati: unità siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- ▭ Calcareniti di Gravina: deposito arenitico
- ▭ Calcari di Altamura: Unità prevalentemente calcarea o dolomitica

LAYOUT:

- ▭ Aree di Impianto
- Cavidotto
- ▨ SSE Utente
- ▭ Area Terna
- ▨ Area Condivisa

Figura 1: Stralcio Carta Idrogeomorfologica dell'area studiata (Fonte: shape file SIT Puglia).



2. LINEAMENTI GEOLOGICI DELL'AREA IN STUDIO

La geologia, in generale, rispecchia, i peculiari aspetti geotettonici regionali (Ciaranfi et al, 1992).

La formazione più antica presente, affiorante sulle Murge, è quella calcarea e calcarea-dolomitica del cretaceo superiore (calcare di Altamura) che, come noto, costituisce il basamento regionale ove ha sede la più importante risorsa idrica sotterranea pugliese.

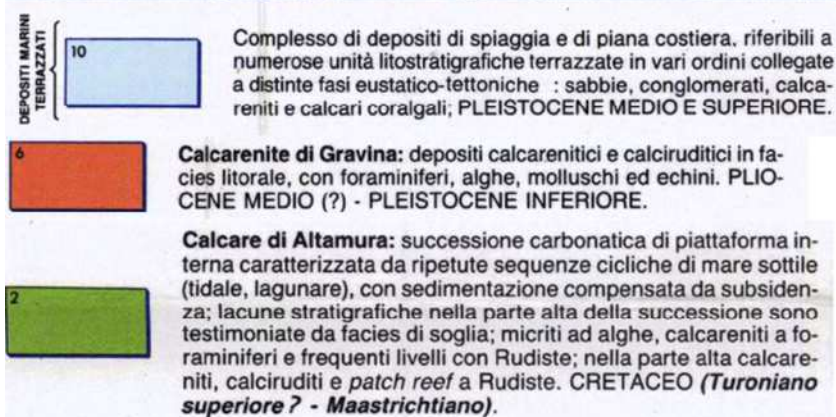
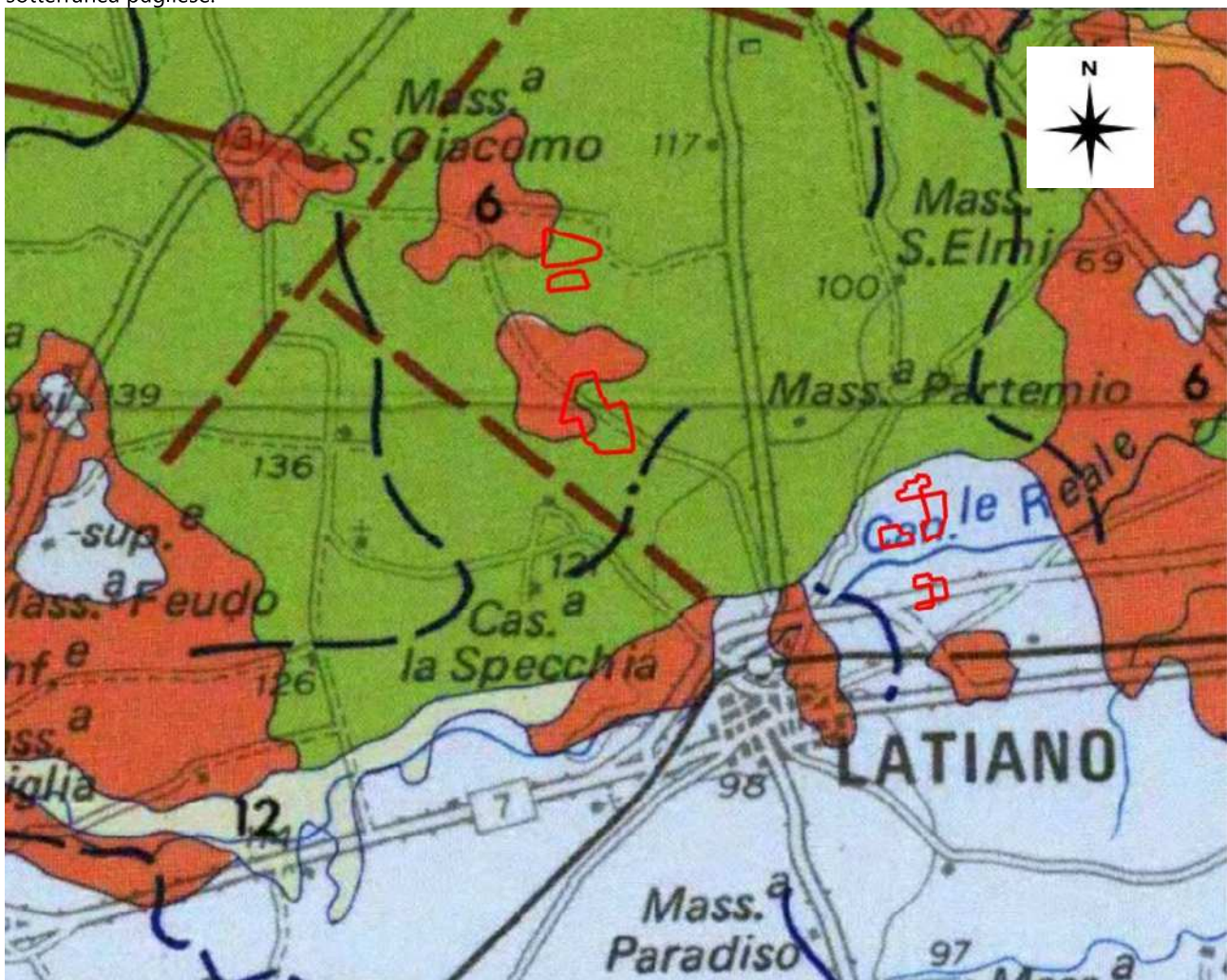


Figura 2: Stralcio Carta Geolitologica delle Murge e del Salento IN SCALA 1:250.000 (Ciaranfi, Pieri, Ricchetti).

La formazione carbonatica cretacea digrada sino a quote di circa -60 metri sul lato adriatico; risulta coperta trasgressivamente da depositi sabbioso-calcarenitici di età calabriana (Calcareniti di Gravina), caratterizzati da un grado di cementazione variabile e da spessori massimi di 30-40 metri.

La formazione calcarenitica al tetto e lateralmente passa, con continuità di sedimentazione, ad argille marnose grigio-azzurre del Pleistocene inf. (Argille Subappennine), affioranti con continuità in una fascia ad E di Taranto e in piccoli lembi attorno al Mar Piccolo. Lo spessore della formazione argillosa varia da alcune decine di metri a 100-150 m.

Ove non affiorante, la formazione argillosa si rinviene al di sotto delle formazioni del Pleistocene medio-sup., raggruppate sotto il nome di Depositi marini terrazzati e comprendenti sia calcareniti, affioranti sul versante ionico, sia sabbie fini calcaree più o meno argillose, con intercalazioni calcarenitiche, affioranti diffusamente tra Francavilla F. e Brindisi. In questi depositi, di spessore variabile da pochi metri a circa 10 metri, molto spesso hanno sede falde idriche, piuttosto contenute, a carattere stagionale e localmente indicate come falde sospese.

I depositi olocenici principali, di estensione e spessori modesti, sono costituiti da sabbie calcaree poco cementate (dune costiere) oppure da limi e argille (area paludosa di Torre Guaceto ed incisioni fluviali, Sciannabolo et al., 1992; Tavolini et al., 1994).

Per quanto concerne i caratteri strutturali, nella zona il basamento carbonatico è dislocato da due sistemi di faglie (Ciaranfi et al., 1983): quello "principale", con orientazioni NW-SE ed E-W, e quello secondario, con direzione SW-NE. Si tratta di faglie dirette, che configurano il basamento carbonatico a "gradinata" con blocchi digradanti verso il mare. Studi strutturali pregressi (Cotecchia, 1997-99), hanno altresì evidenziato un sistema prevalente di fratture, orientate NW-SE, quasi sempre bene aperte, subverticali e, spesso, totalmente o in parte, riempite di Terra Rossa.

Per la definizione dello scenario territoriale di riferimento, alla scala del progetto in epigrafe, è stato effettuato un rilievo geologico e strutturale all'intorno dell'area di intervento (si veda "Report sulle indagini in sito" allegata alla relazione geologica).

La geologia del territorio di Latiano è caratterizzata da un potente basamento carbonatico cretaceo (riferibile al "Calcarea di Altamura") sovrastato, in trasgressione, dai termini basali della sequenza sedimentaria marina plio-pleistocenica della "Fossa Bradanica" (Calcareniti di Gravina e Argille subappennine) su cui, durante le fasi di ritiro del mare presso le attuali linee di costa, si sono accumulati, ai vari livelli, depositi terrazzati marini e/o, depositi continentali.

2.1 Ricostruzione litostratigrafica dell'area di studio

La stratigrafia della zona di studio (così come mostrato in Figura 2), dalla più antica alla più recente, è rappresentata da:

DEPOSITI MARINI

- "Calcarea di Altamura" (Cretaceo sup.)
- "Calcareniti di Gravina" (Pliocene sup. - Pleistocene inf.)
- "Argille subappennine" (Pleistocene inf.)
- "Depositi Marini Terrazzati" - DMT (Pleistocene medio - sup.)

DEPOSITI CONTINENTALI

- "Depositi recenti e attuali" - (Olocene)

Depositi continentali attuali

I depositi continentali attuali sono caratterizzati da terreno vegetale di colore generalmente marrone, tendente all'avana verso il basso, costituito da sabbie limose con un contenuto di materiale organico in genere poco elevato.

Depositi Marini Terrazzati

L'unità pleistocenica dei Depositi di Terrazzo è litologicamente costituita da calcareniti giallastre a grana grossa ben cementate con intercalati livelli sabbiosi ed altri costituiti da calcari organogeni in strati di spessore variabile da qualche centimetro a 10÷15 cm; a luoghi, nell'ambito della successione, in particolare nel tratto basale della stessa, a diretto contatto con le Argille Subappennine, sono presenti strati decimetrici di calcari molto compatti e tenaci. La facies sabbiosa è costituita da prevalenti granelli di quarzo, feldspati, materiale carbonatico di origine detritica e bioclastica nonché da subordinati cristalli di mica. I fossili rappresentati da prevalenti lamellibranchi ed alghe, sono frequenti tanto da costituire a luoghi vere lumachelle; le osservazioni al microscopio hanno messo in evidenza che sono frequenti anche i microrganismi rappresentati da foraminiferi. Da quanto sopra esposto se ne deduce che, dal punto di vista granulometrico, per quanto riguarda la facies sabbiosa, i contenuti in ghiaia (0%÷28%), in sabbia (3%÷84%) e limo (2%÷75%) sono estremamente variabili in funzione degli intervalli stratigrafici presi in considerazione.

Il contenuto naturale d'acqua oscilla intorno ad un valore medio del 20,79% con indice dei vuoti variabile e compreso tra 0,49 e 0,87.



Per quanto riguarda l'estensione areale di questa unità si può supporre che sia totale per tutta l'area oggetto di studio. Il passaggio alle sottostanti Argille subappennine può avvenire in maniera diretta o tramite dei termini di passaggio rappresentati da sabbie e limi sabbiosi che si descrivono nel successivo paragrafo.

Lo spessore dell'unità è molto variabile, compreso tra pochi decimetri e una ventina di metri pur essendo i valori più ricorrenti di 5÷6 m. Il tetto di questa unità si trova a quote variabili tra 30 m e -15 m rispetto al l.m.m.².

I Depositi Marini Terrazzati, sono stati rinvenuti, subito al di sotto del terreno vegetale, all'interno dell'Area 3.

Argille Subappennine

La formazione infrapleistocenica che si descrive è caratterizzata da argille e argille sabbiose grigio azzurre, fossilifere. Dal punto di vista granulometrico, questi depositi possono essere definiti come limi sabbiosi con argilla; ciò nonostante notevoli sono le variazioni relativamente alla dimensione dei granuli. La percentuale in sabbia varia dal 2% al 55%, quella in limo dal 11%; il contenuto medio in carbonati è del 31%, valore quest'ultimo che tende ad aumentare man mano che ci si avvicina alle sottostanti Calcareni di Gravina. All'interno della successione, il cui spessore è di difficile valutazione ma sempre perlomeno decametrico, si possono individuare livelli sabbiosi, anch'essi di colore grigio azzurro, la cui estensione laterale e verticale non è ben definibile. Il passaggio stratigrafico con le sottostanti Calcareni di Gravina avviene mediante un livello continuo sabbioso limoso particolarmente ricco in fossili. Il contenuto naturale d'acqua varia passando da un valore minimo del 14,05% al 43,5% ed il grado di saturazione è anch'esso estremamente variabile passando dal 71,84% al valore limite pari al 100%.

Le analisi geotecniche di laboratorio, eseguite sui campioni indisturbati prelevati in corrispondenza dello strato argilloso, indicano una bassa permeabilità, che si attesta intorno a valori compresi tra 10⁻¹⁰ e 10⁻¹¹ m/s (media 1,81E -10 m/s).

Localmente, tale formazione non è stata rilevata in affioramento.

Calcareni di Gravina

L'unità della Calcarene di Gravina rappresenta la più antica delle unità pleistoceniche presenti nell'area. La formazione, caratterizzata da calcareniti a grana grossa di colore giallastro e ben diagenizzata, con frequenti macro e microfossili (foraminiferi bentonici, briozoi, lamellibranchi, gasteropodi, echinodermi, alghe calcaree e serpulidi), poggia con contatto discontinuo e discordante sul basamento carbonatico cretaceo. Dal punto di vista chimico questi depositi sono costituiti da calcite normale con un basso contenuto in magnesio. Costituenti minori sono: kaolinite, illite, clorite, smectite, gipsite e goethite che si trovano dispersi nel sedimento mentre quarzo e feldspati si rinvengono come singoli grani. La matrice micritica è più o meno completamente assente.

Lo spessore di questa formazione è molto variabile e raggiunge valori massimi superiori alla trentina di metri. Il grado di porosità è variabile tra il 42,90% ed il 49,40%.

È stata rilevata in affioramento in un lembo in prossimità del bordo ovest dell'Area 2.

Calcare di Altamura

L'intervallo stratigrafico è costituito da un'alternanza tra calcari e calcari dolomitici, micritici, compatti e tenaci di colore biancastro, grigio chiaro o nocciola, in strati di spessore variabile da qualche centimetro a circa un metro. A luoghi gli strati si presentano fittamente laminati e sono facilmente riducibili in lastre. Gli affioramenti sono limitati a qualche metro di spessore, a luoghi coperti da terreno agrario; spessori maggiori, sino a 30÷40 m, sono esposti nelle pareti delle cave, attive e no, in alcuni casi utilizzate come discariche, ubicate nell'entroterra brindisino. In più luoghi gli strati risultano fratturati e disarticolati. I macrofossili sono in genere scarsi, caratterizzati da frammenti di rudiste e subordinati coralli e pettinidi.

Il tetto del basamento carbonatico cretaceo si trova a quote molto differenti tra loro anche in aree relativamente vicine, in ciò evidenziando la probabile presenza di faglie che presentano rigetto decametrico.

Nell'area in esame il calcare affiora in maniera diffusa all'interno dell'Area 1 e 2.

3. ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO

L'area interessata dal progetto è situata in un contesto territoriale caratterizzato da una morfologia pressoché tabulare, con quote topografiche comprese tra i 86 e gli 116 metri s.l.m.

Tale zona si configura, dal punto di vista strutturale, come una vasta depressione, di origine presumibilmente tettonica, semi-colmata da una successione di depositi calcarenitici e sabbioso-argillosi di età plio-pleistocenica.

² Livello medio del mare



L'area studiata è caratterizzata da una morfologia sub tavolare pianeggiante, interrotta da deboli ondulazioni del terreno e da aree strutturalmente rialzate sede di affioramenti carbonatici mesozoici (aree 1 e 2 di Impianto). Solo in alcuni casi sono presenti delle scarpate più accentuate, incise da piccoli solchi erosivi provocati dal ruscellamento delle acque meteoriche e che costituiscono dei naturali impluvi dove gli episodi di ruscellamento si verificano solo nei periodi particolarmente piovosi.

L'azione di disfacimento, disgregazione e trasporto delle acque ruscellanti o di infiltrazione, ha influenzato e continua ad influenzare lo sviluppo del carsismo nelle rocce carbonati del basamento mesozoico e subordinatamente favorisce i fenomeni paracarsici riscontrabili nei terreni più recenti.

È evidente che sia la distribuzione areale, sia la ricorrenza verticale delle forme carsiche dipendono ulteriormente dalla successione dei cicli carsici, la cui evoluzione è collegata ai movimenti relativi tra il mare e la terraferma.

La zona più depressa è occupata dai depositi più recenti, rappresentati da una successione di limi e sabbie con livelli calcarenitici basali (Area 3 di Impianto). Lo spessore di questi sedimenti risulta variabile e strettamente dipendente dalla morfologia del substrato calcareo mesozoico.

Dal punto di vista idrologico, l'intera area studiata, in un'ampia visione, ricade all'interno del Bacino Idrografico del Reale. All'interno del macro-bacino idrografico del canale Reale, è possibile inoltre distinguere nella parte settentrionale del bacino, in cui ricadono le aree di impianto 1 e 2, una serie di bacini endoreici, che di fatto costituiscono dei bacini idrografici indipendenti, mentre l'area 3 ricade all'interno del Bacino Esoreico del Canale Reale, il cui corso principale è localizzato fra i due impianti ad una distanza di 150 m.

4. DESCRIZIONE DEI LUOGHI E PERIMETRAZIONE DEI BACINI

Dall'analisi morfologica condotta sul tale porzione del territorio, sia su base cartografica che sulla base dei sopralluoghi condotti, si è riscontrata la presenza un reticolo idrografico discontinuo, il quale è presente solo nella porzione sud del territorio indagato (Area 3) mentre risulta totalmente assente, in corrispondenza degli affioramenti calcarei (Aree di impianto 1 e 2), nella parte nord dell'area di progetto.

Quest'ultima porzione di territorio, quindi, presenta un insieme di sistemi endoreici chiusi e indipendenti, i quali, interessati dalle precipitazioni, danno luogo ad eventuali accumuli superficiali di acqua nelle loro aree maggiormente depresse. Essi potrebbero entrare in comunicazione tra loro, e dare luogo a sistemi idrografici comunicanti, solo quando i volumi affluiti a ciascuno di essi dovessero superare quelli che possono essere invasati e smaltiti dal suolo dalla rispettiva "conca" naturale.

Nell'area di progetto, relativamente all'ubicazione del parco fotovoltaico, sono stati individuati una serie di bacini, la cui delimitazione è riportata in nelle Tavole 1a e 1b.

5. ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica ha come obiettivo la valutazione delle portate di piena che, per prefissati tempi di ritorno, interessano un bacino idrografico e, di conseguenza, le sue infrastrutture, centri abitati, elementi vulnerabili.

In Puglia, le stazioni di misura idrometriche sono in numero assai limitato, se confrontato con quelle di misura pluviometriche, inoltre ovvia risulta la loro assenza in zone, come quella in analisi, prive della presenza di un vero e proprio reticolo idrografico e quindi di sezioni di controllo nelle quali effettuare eventuali misurazioni; pertanto il calcolo della portata di piena deve essere realizzato attraverso un modello di trasformazione afflussi- deflussi.

Ai sensi del DPCM 29 settembre 1998, ai fini della perimetrazione e valutazione dei livelli di rischio, *"ove possibile, è consigliabile che gli esecutori traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno...dai rapporti tecnici del progetto VAPI messo a disposizione dal GNDICI-CNR"*. Nel caso dei bacini idrografici oggetto di tale studio, si è fatto quindi ricorso ai risultati del progetto VAPI (VALutazione PIene), per la determinazione delle altezze critiche di precipitazione e delle curve di possibilità pluviometrica, utilizzate per il calcolo della portata al colmo di piena.

Il primo step, per poter procedere con lo studio idrologico, è quello di individuare i bacini idrografici in riferimento al sistema idrografico esistente.

Come si è detto, il sistema idrografico dell'area di progetto, è costituito da due assetti idrologici distinti: a nord si rileva la presenza da una serie di conche endoreiche di dimensioni medio-piccole, mentre a sud si rileva la presenza del bacino idrografico del canale Reale.

Nella tabella seguente si riportano alcune grandezze caratteristiche dei bacini individuati: endoreici ed esoreici.

5.1 Analisi regionale delle piogge in Puglia – Metodo VAPI

Nelle applicazioni idrologiche si presenta spesso la necessità di stimare valori di una determinata grandezza, per esempio la precipitazione, in siti privi di stazioni di misura, oppure con dati misurati che si giudicano insufficienti per numero e qualità.

A ciò rispondono le procedure regionali, sia quelle classiche, sia quelle proposte con i più recenti studi inerenti all'elaborazione statistica di dati spaziali.

Questi ultimi tendono a definire modelli matematici finalizzati ad una interpretazione delle modalità con cui variano nello spazio le diverse grandezze idrologiche.

Sono preferibili i modelli idrologici con basso numero di parametri, riconducibili a grandezze di chiaro significato fisico.

L'analisi regionale degli estremi idrologici massimi può essere condotta suddividendo l'area di studio in zone geografiche omogenee nei confronti dei parametri statistici che si è deciso di adottare.

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Two Component Extreme Value) (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987). In questa distribuzione i parametri fondamentali sono: che rappresentano il parametro di scala ed il numero medio di osservazioni della variabile causale Y provenienti dalla componente ordinaria e dalla componente secondaria. Si ottiene

$$\Theta^* = \frac{\Theta_2}{\Theta_1} \qquad \Lambda^* = \frac{\Lambda_2}{\Lambda_1}$$

La procedura di regionalizzazione comporta che al primo livello si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali si possano considerare costanti i valori dei parametri Θ e Λ . Tali parametri devono essere stimati da un elevato numero di dati; questo comporta l'assunzione di una regione omogenea molto ampia. Le sottozone omogenee, caratterizzate oltre che dalla conoscenza di Θ e Λ , sono individuate nel secondo grado di regionalizzazione; anche in questo livello si ipotizza che l'area indagata costituisca una zona omogenea. Si considerano solo le serie più numerose, in quanto la stima dei parametri suddetti è condizionata dalla presenza di dati di pioggia straordinari che hanno probabilità molto bassa di verificarsi in un periodo molto breve.

I risultati hanno evidenziato (Castorani e Iacobellis, 2001) per l'area esaminata la consistenza di zona unica di primo e secondo livello. L'intero territorio di competenza del Compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risulta quindi diviso, al primo e secondo livello, in due sottozone. La prima (Claps et al, 1994) comprende la Capitanata, il Sub-appennino Dauno, il Gargano e l'Alta Murgia, la seconda include la restante parte del tavoliere e della murgia e la Penisola Salentina.

L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota ha portato alla individuazione di sei zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del Compartimento di Bari del S.I.M.N (Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale), le cui stazioni costituiscono una rete di misura con buona densità territoriale.

Le osservazioni pluviometriche interessano il periodo dal 1932 al 1994 in tutte le stazioni di studio, con almeno quindici anni di misure, dei massimi annuali delle precipitazioni giornaliere ed orarie. Si è potuto disporre di serie variabili da un minimo di 19 dati ad un massimo di 47 dati per un numero totale di stazioni pari a 66, appartenenti alla Puglia centro-meridionale.

L'analisi condotta sulle piogge giornaliere, consente di accogliere l'ipotesi che le 66 stazioni appartengono ad una zona unica, al primo livello, entro la quale si possono ritenere costanti i valori teorici dei parametri Θ^* e Λ^* .

La stima, ottenuta utilizzando la procedura iterativa standard (Claps et al, 1994), ha fornito i seguenti risultati:

$$\Theta^* = 2.121; \Lambda^* = 0.351$$

Di seguito, nelle tabelle 1 e 2, sono riepilogati i risultati ottenuti per la Puglia Centro Meridionale.



Tabella 1: Parametri regionali TCEV di 1 e 2 livello per la Puglia Centro Meridionale.

Zona	Λ^*	Θ	Λ_1
Puglia Centro-meridionale	0.353	2.121	17.55

Tabella 2: Asimmetria (Ca) e coefficiente di variazione (Cv) osservati.

Zona	Ca	s2(ca)	Cv	s2(cv)
Puglia Centro-meridionale	1.31	0.50	0.45	0.007

L'analisi regionale dei dati di precipitazione al primo e la secondo livello di regionalizzazione è finalizzata alla determinazione delle curve regionali di crescita della grandezza in esame. In particolare, per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge TCEV (CV e G), è utile rappresentare la legge F(Xt) della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata Xt come prodotto tra il suo valore medio $\mu(Xt)$ ed una quantità KT,t, detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno T e della durata t, definito dal rapporto:

$$K_{T,t} = \frac{X_{T,t}}{\mu(X_t)}$$

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto precedente corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della TCEV.

La dipendenza del fattore di crescita con la durata si può ritenere trascurabile, infatti, calcolando sulle stazioni disponibili le medie pesate dei coefficienti di asimmetria, Ca, e dei coefficienti di variazione, Cv, alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria. L'indipendenza dalla durata di KT,t (nel seguito indicato con KT), autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

In base ai valori regionali dei parametri Θ^* , Λ^* e Λ_1 , si ottiene la curva di crescita per la zona della Puglia centro-meridionale riportata in figura 3.

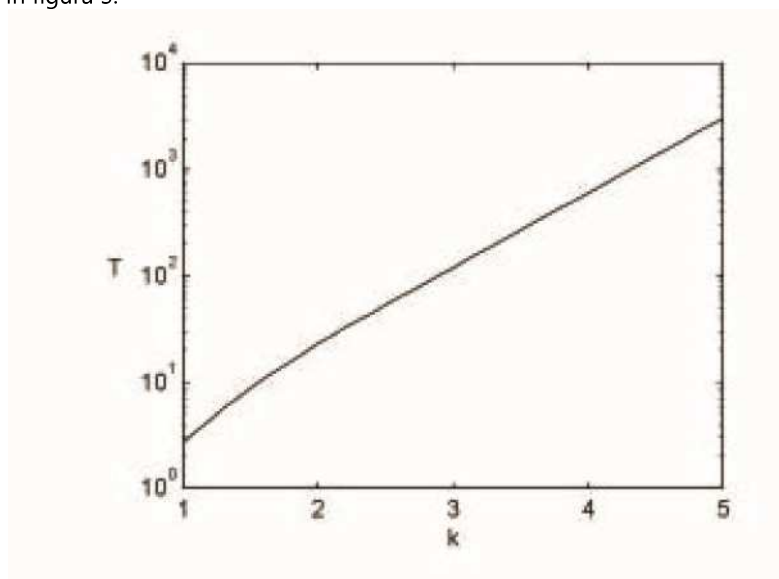


Figura 3: Fattore di crescita al variare del tempo di ritorno.

Il valore di KT può essere calcolato in funzione di T attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

$$KT = a + b \ln T$$

in cui:

$$a = \left(\frac{\Theta * \ln \Lambda * + \ln \Lambda_1}{\eta} \right) \qquad b = \Theta * / \eta$$

$$\eta = \ln \Lambda_1 + C - T_0$$

C = 0.5772, (costante di Eulero),

$$T_0 = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(-1)^i \Lambda^{*i}}{i} \Gamma \left(\frac{i}{g^*} \right)$$

Nella tabella 3, sono riportati i valori dei parametri a e b, e i relativi valori η e T0 che consentono di determinare le leggi di crescita relative all'area in esame:

Tabella 3: Parametri dell'espressione asintotica.

Zona omogenea	a	b	To	η
Puglia centro-meridionale	0.1599	0.5166	-0.6631	4.1053

Va tuttavia osservato che l'uso di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per T<50 anni e superiori al 5% per T<100 anni.

Per semplificare la valutazione del fattore di crescita, nella tabella 4 sono riportati, i valori di KT relativi ai valori del periodo di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale.

Tabella 4: Valori di KT relativi ai valori del periodo di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale.

T	5	10	20	30	40	50	100	200	500	1000
K _T	1.26	1.53	1.82	2.00	2.13	2.23	2.57	2.90	3.38	3.73

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali.

Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata t alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_t) = a t^n$$

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

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

$$\mu(X_g) = C h + D$$

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

Lo studio condotto nell'area centro-meridionale della Puglia, ha permesso l'individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota s.l.m. Per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è



suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese-Murgia centrale, e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale.

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

$$\mu(X_t) = \alpha t^{(C h + D + \log \alpha - \log a) / \log 24}$$

in cui α è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_1)$ relativi alle serie ricadenti in ciascuna zona omogenea; $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente α è praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; C e D sono i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare.

Per le due zone individuate i valori dei parametri sono riportati in tabella 5.

Tabella 5: Parametri delle curve di 3° livello

Zona	α	a	C	D	N
5	0.89	28.2	0.0002	4.0837	-
6	0.89	33.7	0.0022	4.1223	-

Nella figura 4 si riporta la suddivisione della regione in aree omogenee; nella figura 5 è rappresentata le curva di possibilità climatica nella zona omogenea di interesse.



Figura 4: Fattore di crescita al variare del tempo di ritorno.

Figura 1: Zone omogenee, 3° livello

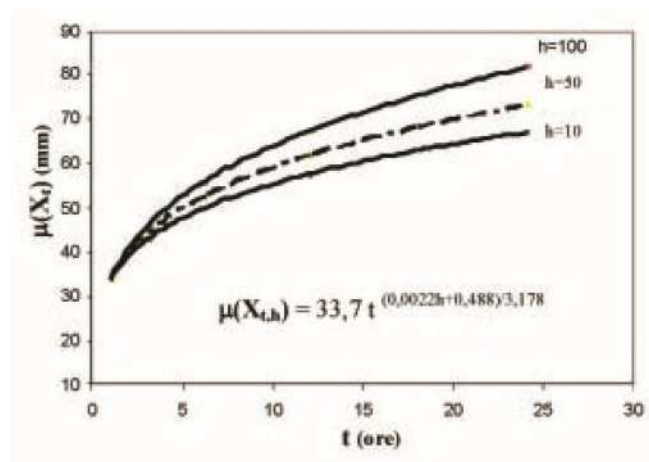


Figura 5: Curva di probabilità pluviometrica in zona 6 (penisola Salentina).

Riepilogando, la curva di probabilità pluviometrica dell'area di interesse assume la seguente espressione:

$$x(t,z) = 33,7t^{[0,488+0,0022z]/3,178} \quad (1)$$

dove z rappresenta la quota media assoluta in m s.l.m. del bacino.

Per considerare il tempo di ritorno T, si moltiplicano le altezze medie di precipitazione per il fattore di crescita KT, che per la zona in oggetto vale:

$$K_T = 0,1599+0,5166 \ln T \quad (2)$$

5.2 Metodi di calcolo della pioggia efficace

Il metodo da utilizzare per la determinazione delle caratteristiche della piena di progetto dipende, in primo luogo, dal tipo di verifica idraulica che si intende condurre.

In alcuni casi può essere sufficiente condurre un'analisi in moto permanente o addirittura uniforme per cui è sufficiente conoscere la portata massima che transita all'interno di un'asta fluviale.

In questi casi lo studio idrologico può essere condotto con metodi che consentono la determinazione della portata al colmo di piena (es.: metodo cinematico o razionale).

Nel caso in cui sia richiesta una verifica idraulica in moto vario, occorre invece conoscere la forma completa dell'idrogramma di piena: in questo caso si potrà fare riferimento, ad esempio, al metodo dell'idrogramma unitario istantaneo (IUH).

Ancora, nel caso in cui si stiano trattando bacini endoreici, è necessario conoscere la curva dei volumi di pioggia caduti nel tempo, decurtati dell'aliquota di volumi eventualmente assorbita dalle diverse litologie costituenti i bacini contribuenti.

In ogni caso, il metodo utilizzato deve dapprima prevedere un metodo per la separazione delle piogge nella componente che partecipa al deflusso ed in quella che invece risulta persa (trattenuta dal suolo o dalla vegetazione, evaporata o infiltrata), calcolo della pioggia efficace, e quindi per la trasformazione afflussi-deflussi per il calcolo delle caratteristiche della piena.

Vari sono i metodi riportati in letteratura per la stima della pioggia efficace e nel seguito vengono brevemente descritti il metodo del Curve Number del Soil Conservation Service, nonché il metodo di Horton.

Curve Number

Il Curve Number è un parametro adimensionale decrescente in funzione della permeabilità, intesa come caratteristica globale del tipo e dell'uso del suolo. La sua determinazione è ottenuta in base al grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico esaminato, alla tipologia pedologica e litologica dei suoli ed all'uso del suolo. Il suo valore è compreso tra 0 e 100 ed è diffusamente tabulato, specialmente nella letteratura scientifica americana, come frutto dell'analisi di molti esempi applicativi.

Nell'applicazione del metodo sono previste tre classi, rispettivamente la I, la II, e la III del grado di umidità del terreno, in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti

l'evento esaminato (Antecedent Moisture Condition): molto asciutto (<50 mm), standard (tra 50 e 110 mm) e molto umido (oltre 110 mm). Poiché lo studio è rivolto al calcolo delle portate di piena e considerato che in occasione di queste ultime molto spesso il terreno del bacino in questione si presenta in condizioni di elevato imbibimento, si è preferito adottare il valore di CN

corrispondente alla classe AMC-tipo III, legato a quella normale dalla relazione:

$$CN_{III} = CN_{II} / 0,43 + 0,0057 \cdot CN_{II}$$

La classificazione dei tipi di suolo è funzione delle caratteristiche di permeabilità secondo la suddivisione proposta dal Soil Conservation Service che prevede quattro classi aventi, rispettivamente, potenzialità di deflusso scarsa (A), moderatamente bassa (B), moderatamente alta (C) e molto alta (D). La suddivisione in base al tipo di copertura o uso del suolo comprende, invece, diverse situazioni di aree caratterizzate da differenti morfologie (pascoli, terrazzamenti, ecc.) varie coperture vegetali (boschi, praterie, parchi), condizioni di conservazione e destinazione d'uso (coltivazioni, parcheggi, distretti industriali o altro).

In generale, ogni sottobacino scolante viene analizzato suddividendo l'intera superficie, in base al tipo e all'uso del suolo, in zone omogenee caratterizzate dal medesimo valore del parametro stesso: si ottengono così varie sub-aree isoparametriche la cui somma fornisce la superficie complessiva del sottobacino. Per ogni sottobacino viene ricavato poi un valore medio del parametro CN, ottenuto come "media pesata" dei valori singolari imposti sulle i-esime sub-aree:

$$CN = p_1CN_1 + p_2CN_2 + \dots + p_nCN_n$$

dove p_1, p_2, \dots, p_n sono le percentuali dell'area totale del bacino caratterizzate da un valore del parametro rispettivamente pari a CN_1, CN_2, \dots, CN_n .

Tabella 6: Categorie di suddivisione del suolo metodo S.C.S.

TIPO	DESCRIZIONE
A	Scarsa potenzialità di deflusso superficiale
B	Bassa potenzialità di deflusso superficiale
C	Potenzialità di deflusso superficiale media
D	Potenzialità di deflusso superficiale molto alta

Analogamente, la valutazione del CN equivalente per le aree scolanti risultanti dalla somma di altre, per la confluenza di due o più corsi d'acqua, viene effettuata sommando via via le aree ad uguale caratterizzazione del Curve Number. Nella individuazione e caratterizzazione delle zone omogenee si fa riferimento alla Carta dell'uso del suolo ed alle Carte litologiche. Le zone omogenee individuate sono riportate nella figura 6.



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	10 0	10 0	10 0	10 0
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

Figura 6: Zone omogenee per Curve Number.

Come noto, tale procedura consente di calcolare il volume di pioggia defluito nella sezione di chiusura sulla base dell'espressione:

$$h_n = \frac{(h_r - I_a)^2}{h_r - I_a + S}$$

dove:

- h_n [mm] è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento;
- h_r [mm] è il volume specifico di pioggia lorda;
- S [mm] è il potenziale specifico massimo di assorbimento del terreno, cioè il volume immagazzinabile a saturazione nello stesso;
- I_a [mm] rappresenta la quota parte del volume affluito che si infila prima che il deflusso abbia inizio.

La determinazione di S viene effettuata sulla base della relazione:

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

La stima del parametro CN è stata effettuata secondo le procedure già descritte. Quale valore di I_a , la relazione suggerita dal Soil Conservation Service fornisce:

$$I_a = 0,2S \text{ (SCS-USDA, 1968).}$$



Metodo di Horton

L'applicazione del modello di Horton per la valutazione della pericolosità idraulica nei bacini endoreici persegue il fine di valutare il valore della capacità di infiltrazione reale nel tempo $f(t)$ per ogni litologia costituente l'area di bacino drenante affluente al recapito finale endoreico.

Secondo tale modello, la variazione della capacità di infiltrazione potenziale nel tempo risulta proporzionale alla differenza tra il valore attuale e quello relativo alle condizioni di saturazione f_c .

La suddetta condizione di saturazione viene raggiunta asintoticamente a partire da un valore iniziale f_0 , secondo modalità temporali essenzialmente dettate da una costante k che rappresenta la rapidità di esaurimento di f secondo una legge esponenziale di equazione (Figura 7):

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c)e^{-t/k}$$

dove:

f_t è la velocità di infiltrazione al tempo generico t

f_0 è il valore massimo di infiltrazione per terreno secco

f_c è la valore minimo di infiltrazione (costante)

k è la costante di riduzione specifica del suolo o costante di decadimento(1/h)

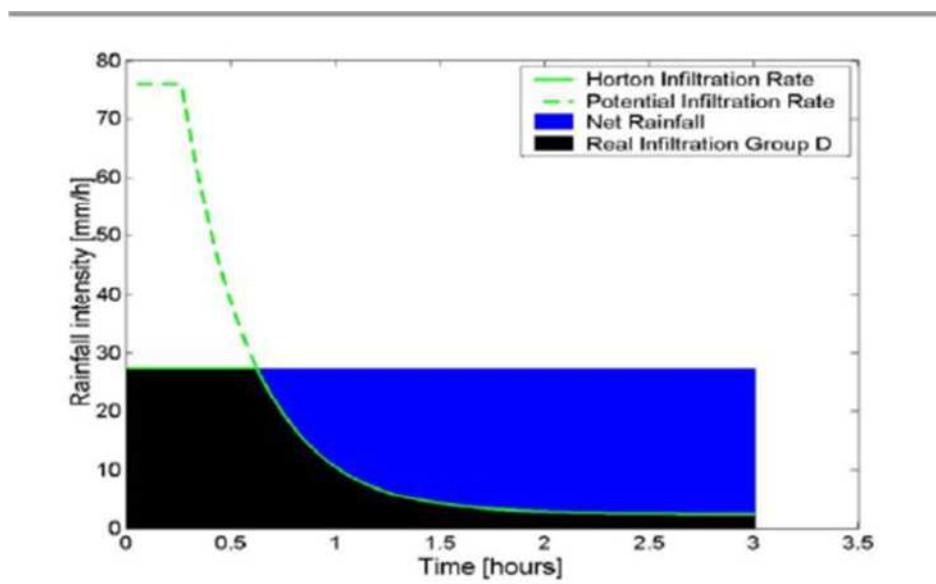


Figura 7: Curva di infiltrazione di Horton

I tre parametri del modello sono in linea di principio tarati sulla base di osservazioni dirette effettuate sul bacino di interesse e, come già accennato, sui suoli ivi presenti.

Nella implementazione del modello semi distribuito si fa riferimento, per i parametri f_0 e f_c , ai valori di letteratura (riportati in tabella) associati ai gruppi di permeabilità del SCS (Soil Conservation Service).

SCS GROUP	f_c [mm/h]	f_0 [mm/h]	k [min]
A	25.4	250.0	30
B	12.7	200.0	30
C	6.3	125.0	30
D	2.5	76.0	30

La valutazione della capacità di infiltrazione reale viene effettuata, in corrispondenza dei diversi ietogrammi di ingresso, sulla base del confronto della intensità di pioggia con la capacità di infiltrazione potenziale, attraverso la valutazione del tempo di ponding t_p (Figura 8), ed effettuata tramite la soluzione del sistema:



$$\int_0^t i(t) dt = F(t_p - t_o)$$

con $i(t) = f(tp-to)$

ove $i(t)$ è l'intensità di precipitazione considerata variabile nel tempo, $F(t)$ è l'infiltrazione cumulata potenziale e t_o è una costante di tempo tale che sia, posto $Fr(t)$ la infiltrazione cumulate reale:

$$Fr(tp) = F(tp-to)$$

Naturalmente nel caso in cui la precipitazione è costante il sistema si riduce al seguente sistema di equazioni:

$$\left\{ \begin{array}{l} itp = F(tp-to) \\ i = f(tp-to). \end{array} \right.$$

L'applicazione del modello appena descritto, consente di valutare l'aliquota dei volumi di precipitazione atmosferica che, decurtati della parte dei volumi totali che si infiltra nelle diverse tipologie di suolo, ruscella superficialmente e converge verso le depressioni morfologiche del territorio in esame, riempendole.

In seconda analisi, dalle caratteristiche morfologiche di dette depressioni e dalle quantità volumetriche di accumulo nelle stesse, è possibile risalire al tirante idrico che si realizza all'interno delle depressioni per ogni evento alluvionale caratterizzato da differente tempo di ritorno (30, 200 e 500 anni) e, di conseguenza, all'estensione e alla geometria planimetrica delle corrispondenti perimetrazioni in Alta, Media e Bassa Pericolosità Idraulica.

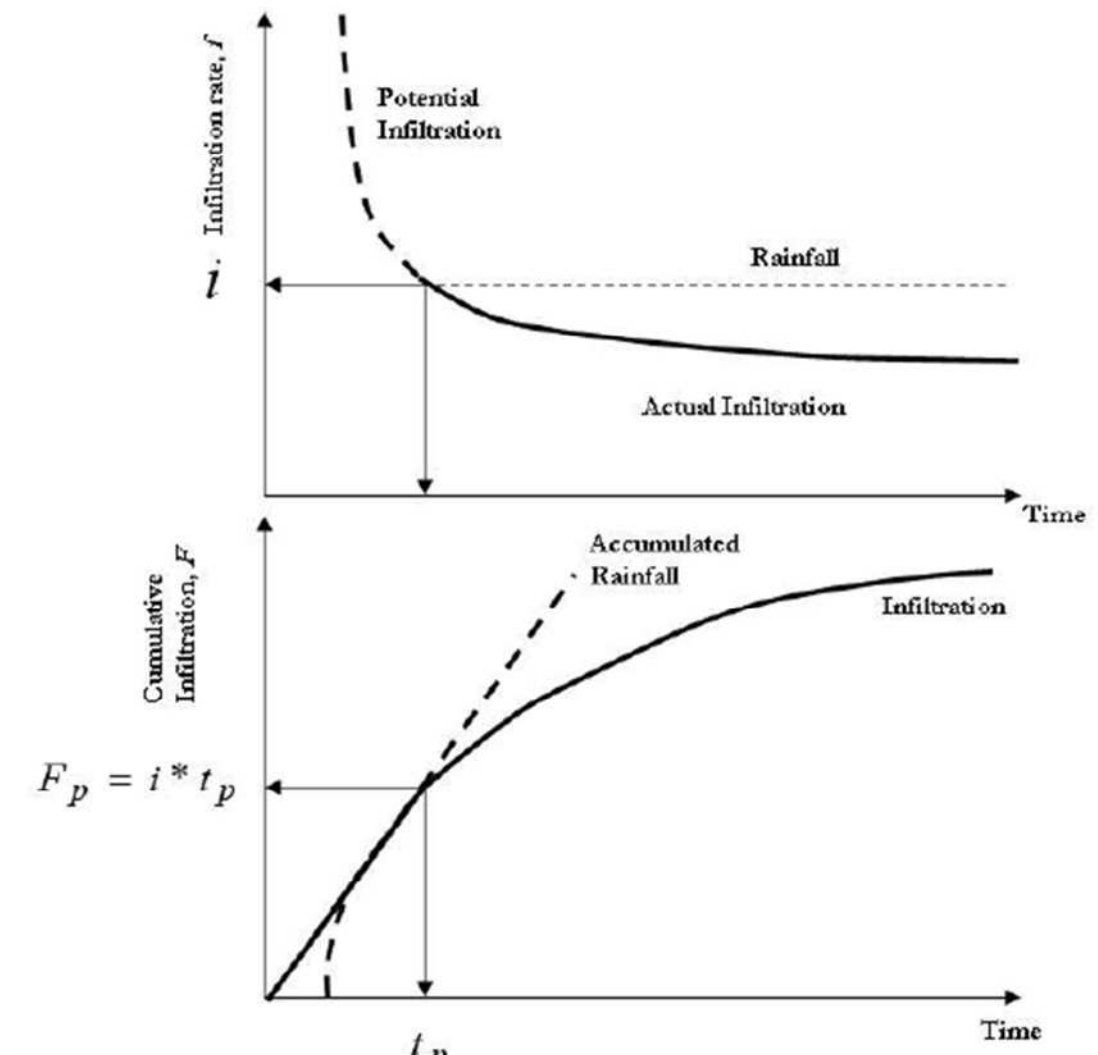


Figura 8: Valutazione del tempo di ponding.

5.3 Calcolo della pioggia efficace per i bacini endoreici

Come detto la parte nord dell'impianto FV (aree 1 e 2), risulta interessata dalla presenza di alcuni bacini endoreici, i quali si caratterizzano per avere un recapito finale continentale ove, in caso di eventi meteorici significativi, si registra di regola un processo di invaso naturale che porta alla formazione di uno specchio d'acqua avente estensione areale proporzionale all'intensità e durata dell'evento pluviometrico.

Dall'analisi del DTM del SIT Puglia, si è ottenuto un DEM. Tale DEM è stato depittato, andando a riempire le depressioni morfologiche non significative come ad esempio: quelli presenti lungo il reticolo idrografico, imputabili a scavi antropici, aventi profondità inferiore a 2m, ed aventi aree contribuenti inferiori ad 1 Km² o profondità minore di 0,5 m.

In tale maniera è stato possibile ottenere le reali depressioni morfologiche ed i relativi bacini endoreici afferenti.

Per ciascuna depressione morfologica individuata, è stato quindi calcolato il volume di acqua prodotto dal bacino idrografico afferente in seguito ad una precipitazione con tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni (**Vnetto₃₀**, **Vnetto₂₀₀**, **Vnetto₅₀₀**).

La determinazione del volume netto è stata effettuata attraverso l'individuazione delle caratteristiche morfologiche ed idrologiche del bacino idrografico relative alle conche individuate, ovvero:

- Area di drenaggio (DrainArea);
- Quota media (Zmean);
- Quota minima (Zmin);
- Quota massima (Zmax);
- Curve Number medio ponderato (CN).

Tali campi consentono la determinazione del tempo di corrivazione t_c espresso in ore e ricavato in funzione dell'area contribuyente (DrainArea), espressa in Km^2 , attraverso la formula del VAPI:

$$t_c [h] = (0.344 * (A^{0.5})) / 0.6$$

L'altezza di precipitazione totale h-pioggia, espressa in mm, è stata stimata in funzione del tempo di corrivazione e della zona omogenea 6 secondo l'espressione:

$$h [mm] = KT * 33.7t^{[0.488+0.0022z] / 3.178}$$

con KT = fattore di crescita funzione del tempo di ritorno considerato e z Quota media del Bacino (Z_{mean}).

La formula precedente ci permette di calcolare la pioggia lorda, la quale deve essere depurata delle perdite idrologiche S e I_a , funzioni di CN ed espresse in mm, al fine di determinare l'altezza netta di precipitazione V :

$$V [mm] = ((P_T - I_a) ^2 / (P_T - I_a + S))$$

Dove:

$P_T [mm]$ = pioggia lorda

$S [mm]$ = $254 * (100 / CN - 1)$

$I_a [mm]$ = $0,2 * S$

Determinata l'altezza netta di pioggia è quindi possibile calcolare il volume netto afferente alla conca:

$$V [m^3] = (V[mm] / 1000) * A [m^2]$$

Nella tabella 7 vengono riportati i parametri morfologici ed idrologici, mentre la tabella 8 mostra i risultati dei calcoli eseguiti per le conche ed i relativi bacini afferenti individuati nel territorio in studio.



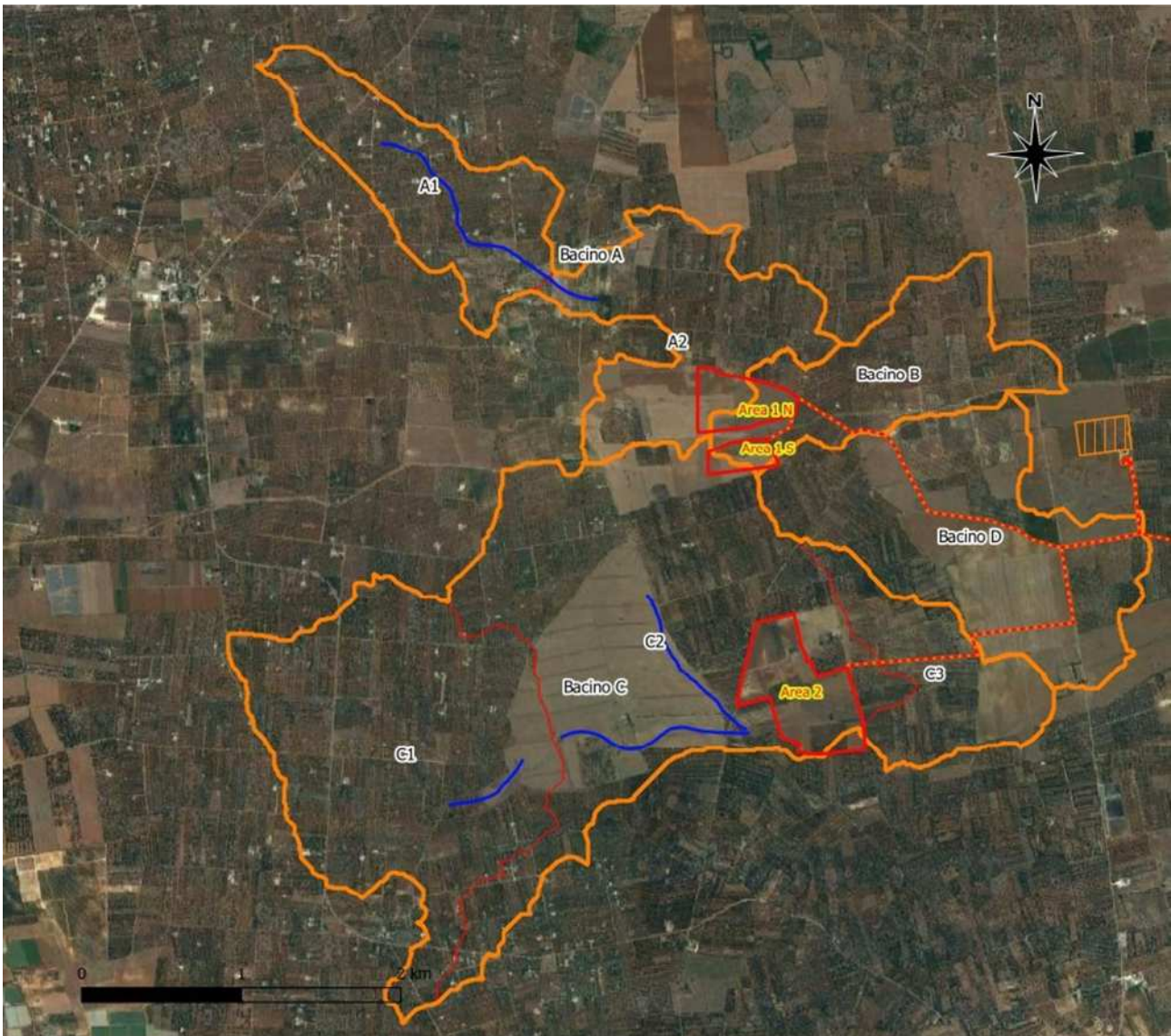


Figura 9: Individuazione dei bacini endoreici e dei relativi sottobacini per l'area in studio (are nord del parco FV).

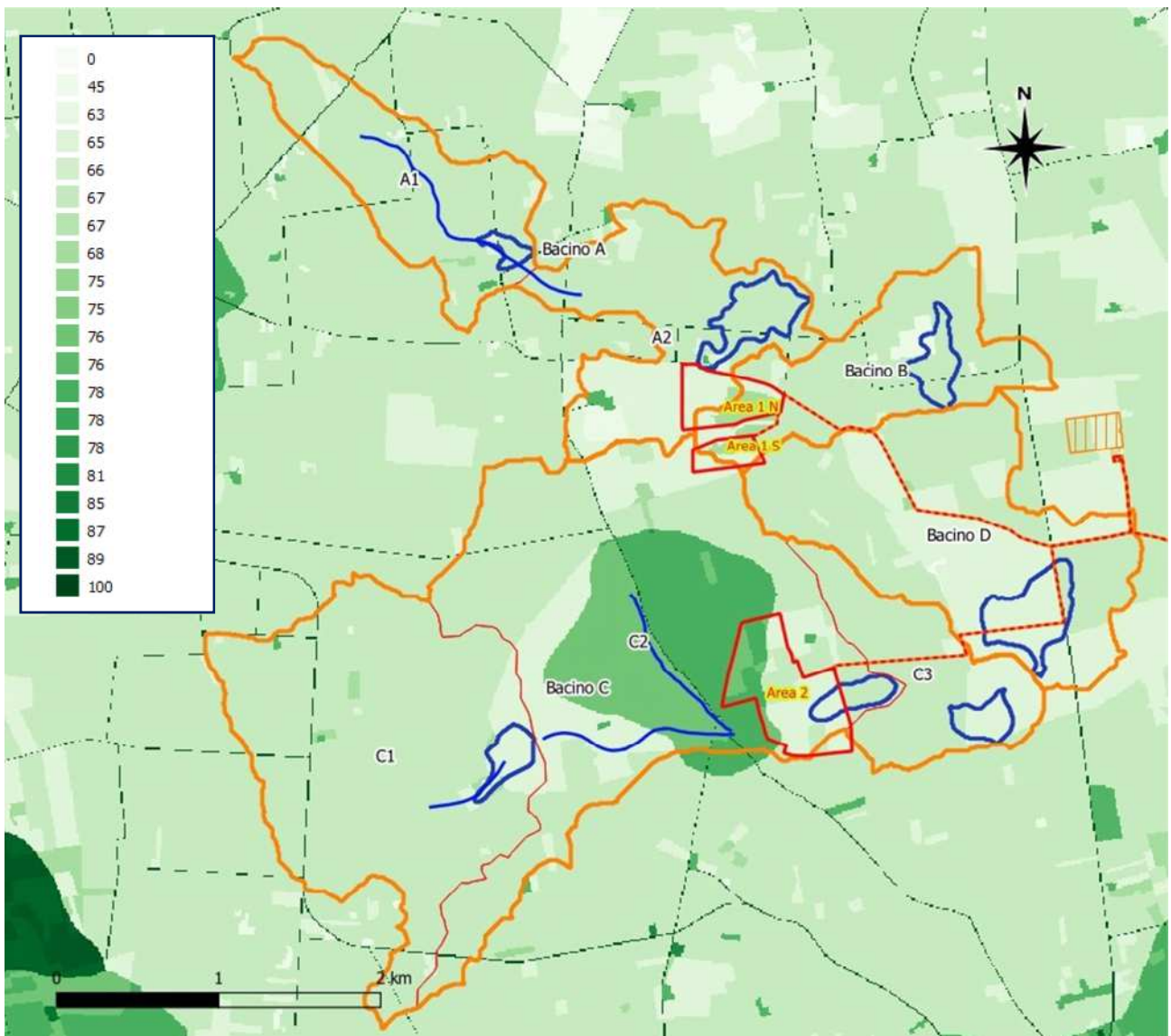


Figura 10: Carta del Curve Number per l'area in studio (area nord del parco FV)

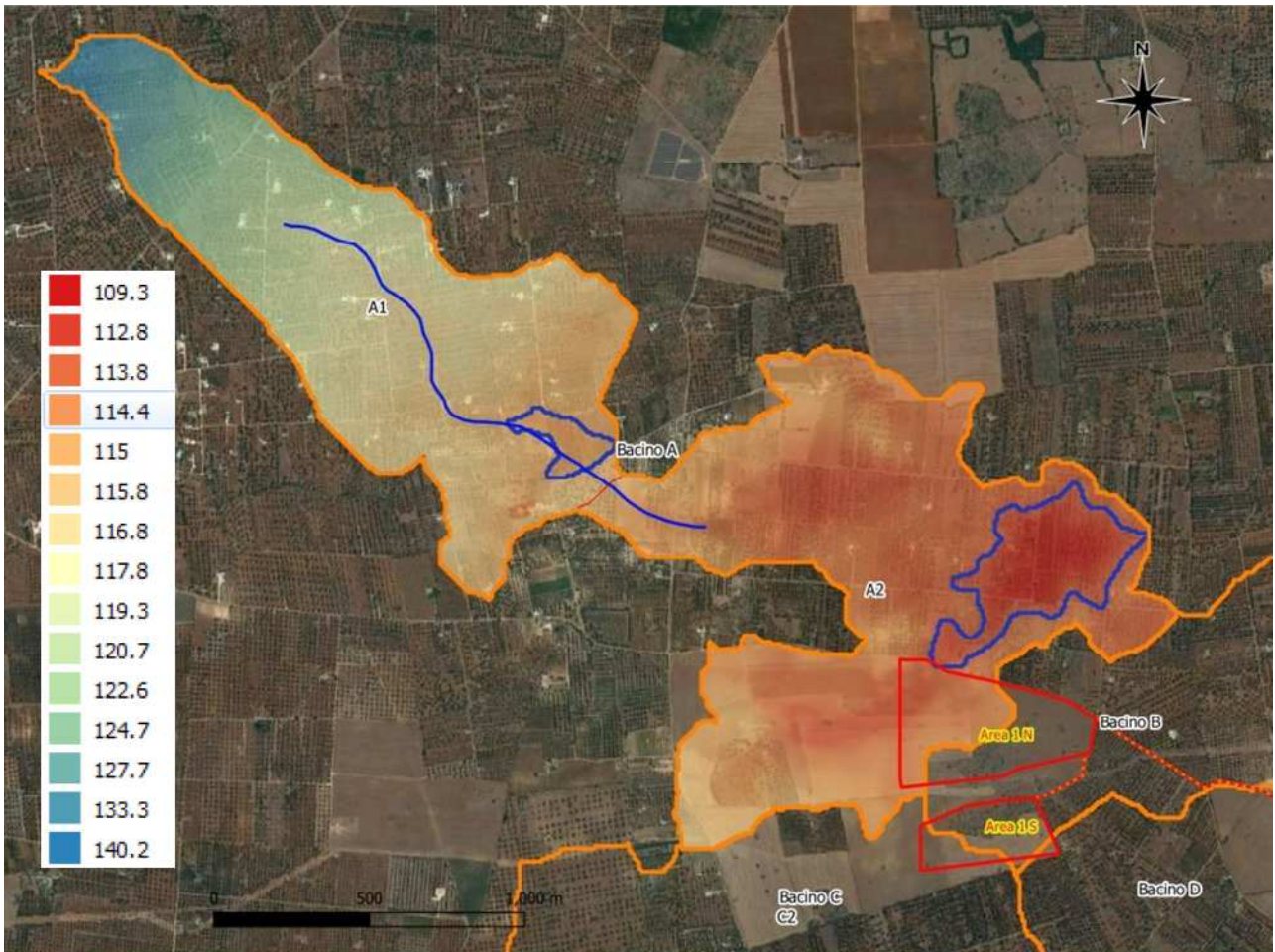


Figura 11: Morfología Bacino endoreico A.

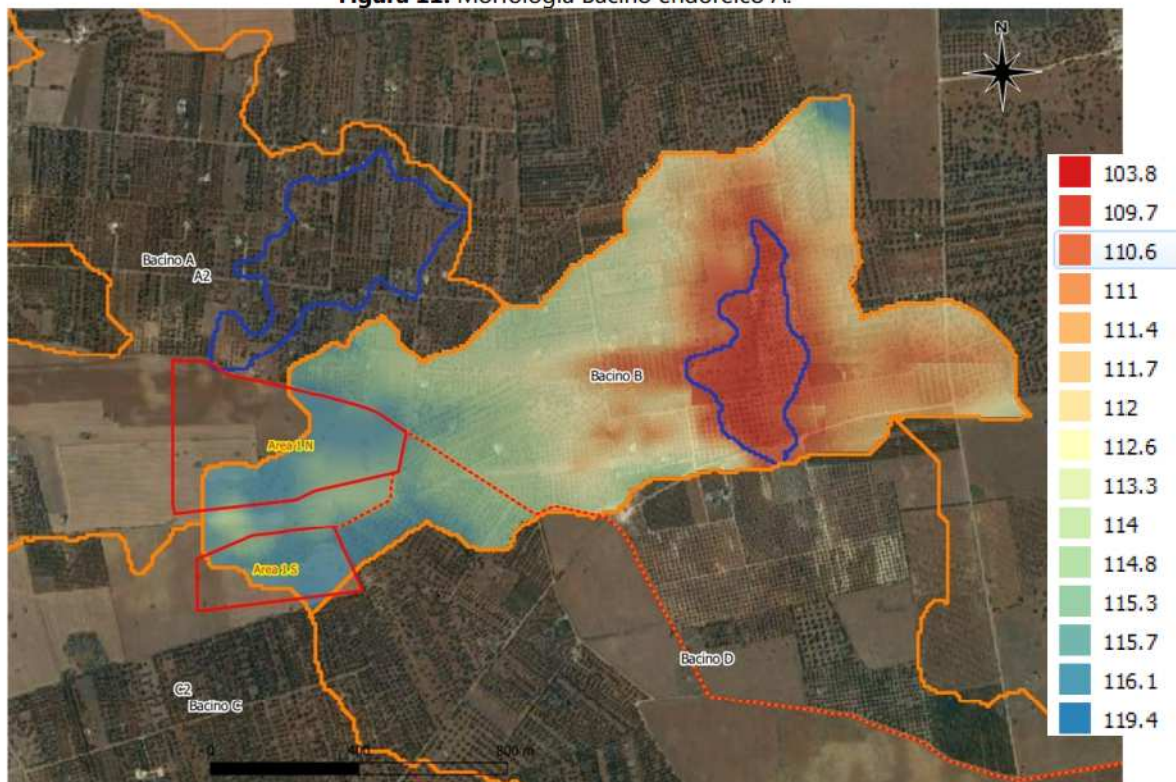


Figura 12: Morfología del bacino endoreico B



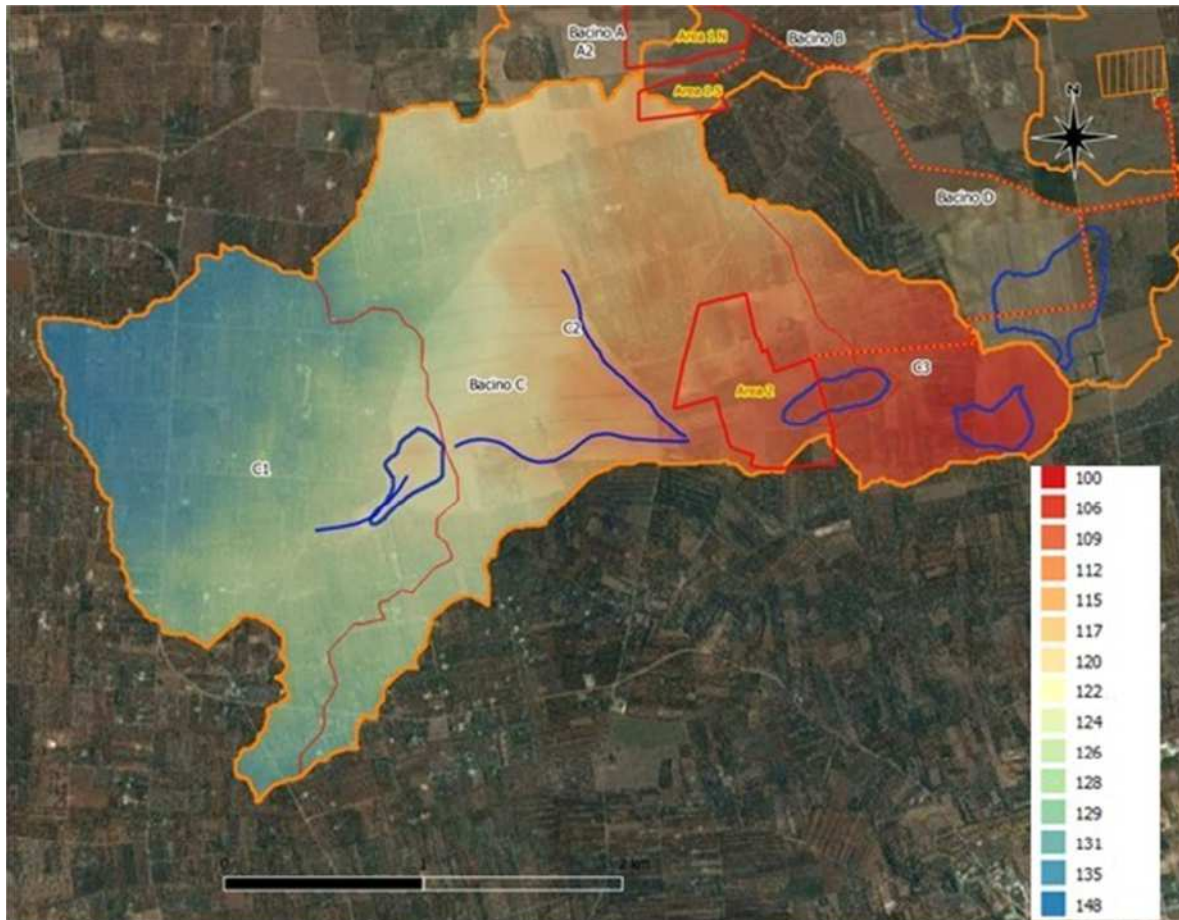


Figura 13: Morfologia del bacino endoreico C.

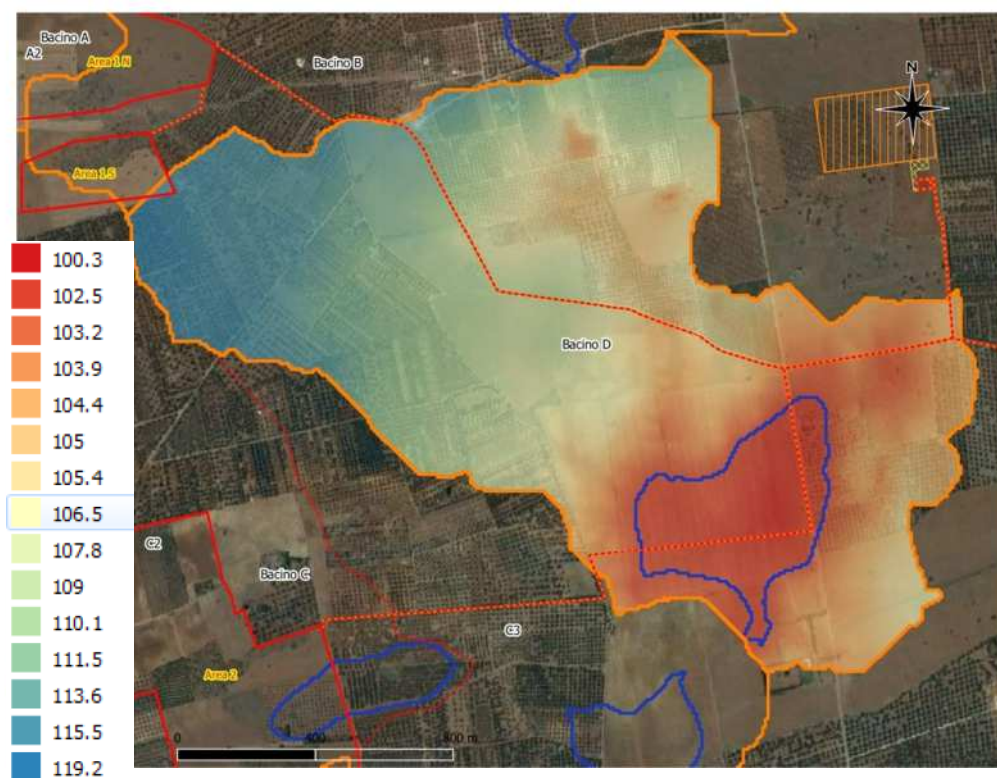


Figura 14: Morfologia del bacino endoreico D.



Tabella 7: Parametri morfologici dei bacini endoreici in studio.

Bacino	Drain Area [Km2]	Zmean [m]	Zmin [m]	Zmax [m]	CN	Tc [ore]
Bacino A1	1,265	125,80	115,28	140,16	67,25	0,644
Bacino A2	1,495	115,09	109,26	122,117	66,64	0,701
Bacino B	1,300	112,92	107,06	119,40	66,90	0,653
Bacino C1	3,094	130,60	119,02	148,00	67,06	1,008
Bacino C2	4,310	117,66	105,01	12,40	70,08	1,190
Bacino C3	0,958	105,60	100,00	117,32	66,52	0,561
Bacino D	2,380	107,73	100,32	119,37	66,15	0,884

Tabella 8: Stima del volume netto di invaso per i bacini endoreici in studio.

Bacino	Tr	Pioggia [mm]	S [mm]	Ia [mm]	Pioggia Netta [mm]	Volume Netto [m ³]
A1	30	30,31	123,7	24,74	7,09	8969,13
	200	89,21			22,09	27954,90
	500	102,17			28,81	37708,36
A2	30	59,46	127,11	25,42	7,19	10751,64
	200	90,78			22,19	33205,40
	500	104,55			30,36	45369,96
B	30	58,53	125,62	25,12	7,01	9113,12
	200	89,49			21,80	28363,20
	500	102,90			29,73	38645,19
C1	30	64,60	124,72	24,94	13,56	29544,23
	200	97,80			26,86	83140,30
	500	113,58			36,81	113742,27
C2	30	67,30	108,43	21,68	13,50	58197,48
	200	101,18			33,62	144951,00
	500	118,32			45,53	196249,30
C3	30	56,67	127,82	25,56	6,09	5830,01
	200	86,76			19,81	18990,50
	500	99,63			27,17	26028,76
D	30	62,81	129,92	25,98	8,13	19339,46
	200	95,21			24,06	57293,00
	500	110,43			33,25	79137,49



5.4 Calcolo della pioggia efficace per i bacini esoreici

Per il calcolo delle portate al colmo di piena che interessano l'Area 3, le quali ricadono all'interno del bacino idrografico del Canale Reale (Tavola 1a), è stato fatto riferimento allo studio effettuato dall'Autorità di Bacino: *"STUDIO PER LA DEFINIZIONE DELLE OPERE NECESSARIE ALLA MESSA IN SICUREZZA DEL RETICOLO IDRAULICO INTERESSATO DAGLI EVENTI ALLUVIONALI DI OTTOBRE E NOVEMBRE 2005 NELLE PROVINCE DI BARI E BRINDISI"*.

Visto il carattere preliminare dello studio, e considerato che le aree in oggetto non risultano vincolate e/o perimetrare dal PAI vigente, si ritiene che gli strumenti e le metodologie contenute nel lavoro di cui sopra possono assumere valore un valore informativo di primo livello più che esaustivo.

Le sezioni analizzate ed i relativi bacini sono 10: quella più prossima all'area di impianto è la n° 7.

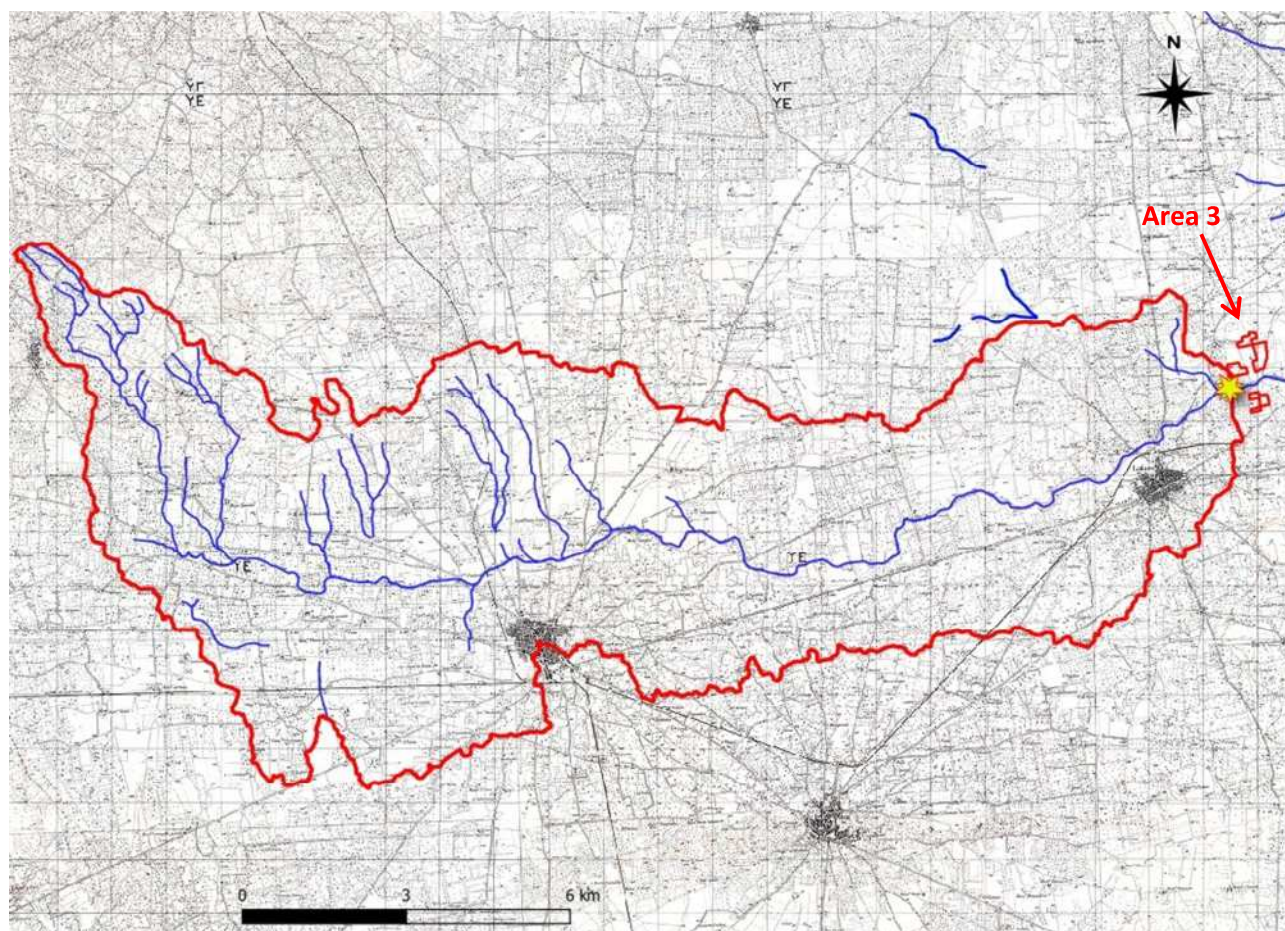


Figura 15: Individuazione del bacino idrografico di riferimento per l'Area 3 e relativa sezione di calcolo.

Nel seguito viene mostrato il risultato delle simulazioni idrologiche contenute all'interno dello studio sopracitato, sia sotto forma grafica mediante gli idrogrammi di piene risultanti e le massime portate al colmo di piena, nonché le principali caratteristiche idro-geomorfologiche del Canale Reale (Figure da 16 a 18).

CARATTERISTICHE IDRO-GEOMORFOLOGICHE CANALE REALE															
Basin	Area [kmq]	Zmean	Zmax	Zmin	im [m/m]	iv [m/m]	L [km]	Ltot [km]	Lea [km]	tL [h]	tC [h]	D	CN	Urban [%]	zona
0	32.12	177.15	328.84	120.45	0.015	0.032	14.2	37.63	4.09	4.88	8.13	0.968	71.78	4.74	6
1	40.14	170.28	328.84	120.45	0.014	0.03	14.8	46.36	3.72	5.03	8.38	0.98	73.06	6.03	6
2	50.27	168.14	328.84	120.45	0.013	0.03	15.74	61.07	3.86	5.34	8.95	0.95	72.43	5.38	6
3	64.83	161.19	328.84	111.28	0.011	0.028	19.83	78.95	6.09	6.54	10.89	0.954	73.28	6.67	6
4	74.92	156.48	328.84	108.16	0.01	0.027	22.37	90.17	7.09	7.28	12.13	0.966	73.53	6.52	6
5	84.93	152.15	328.84	108.16	0.009	0.026	25.24	103.04	8.18	8.12	13.53	0.981	73.75	5.95	6
6	103.47	144.39	328.84	88.38	0.008	0.024	30.72	122.97	10.76	9.76	16.27	0.997	74.2	5.63	6
7	115.36	140.01	328.84	82.73	0.007	0.023	32.99	136.65	11.47	10.60	17.67	1.007	74.07	6.24	6
8	175.29	116.41	328.84	31.14	0.006	0.02	48.84	212.03	15.05	15.65	26.08	1.067	73.85	4.83	6
9	187	113.15	328.84	8.58	0.006	0.021	49.85	230.7	15.65	15.65	26.08	1.072	73.57	4.63	6
10	208.53	107.52	328.84	8.58	0.006	0.023	52.49	264.82	14.04	15.78	26.31	1.071	73.11	4.33	6

Figura 16: Caratteristiche idro-geomorfologiche delle sezioni analizzate (in rosso quelle relative alla sezione 7, la più vicina alle aree di impianto).

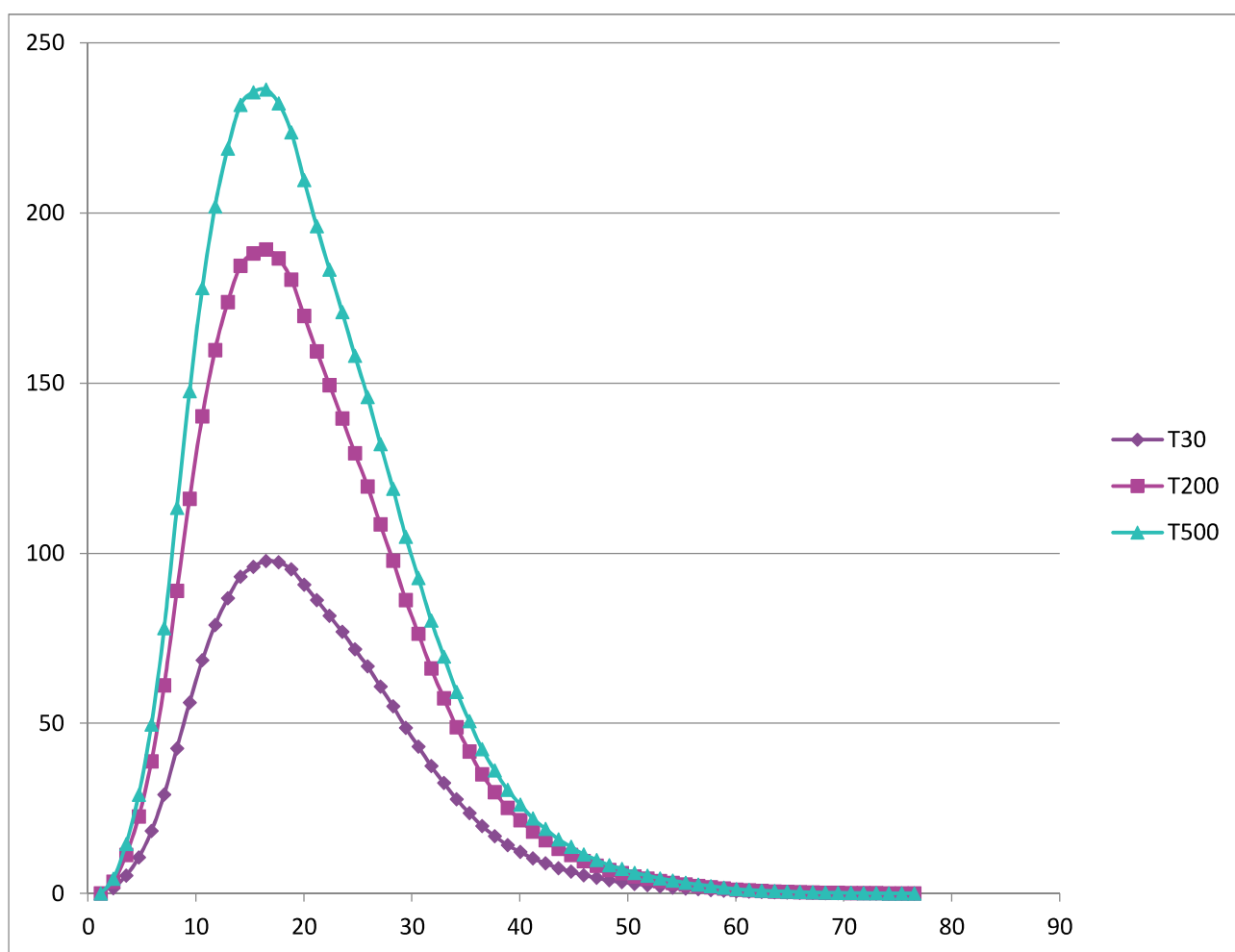


Figura 17: Idrogramma unitario per tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni relativo alla sezione di chiusura 7 (figura 15 e 20).



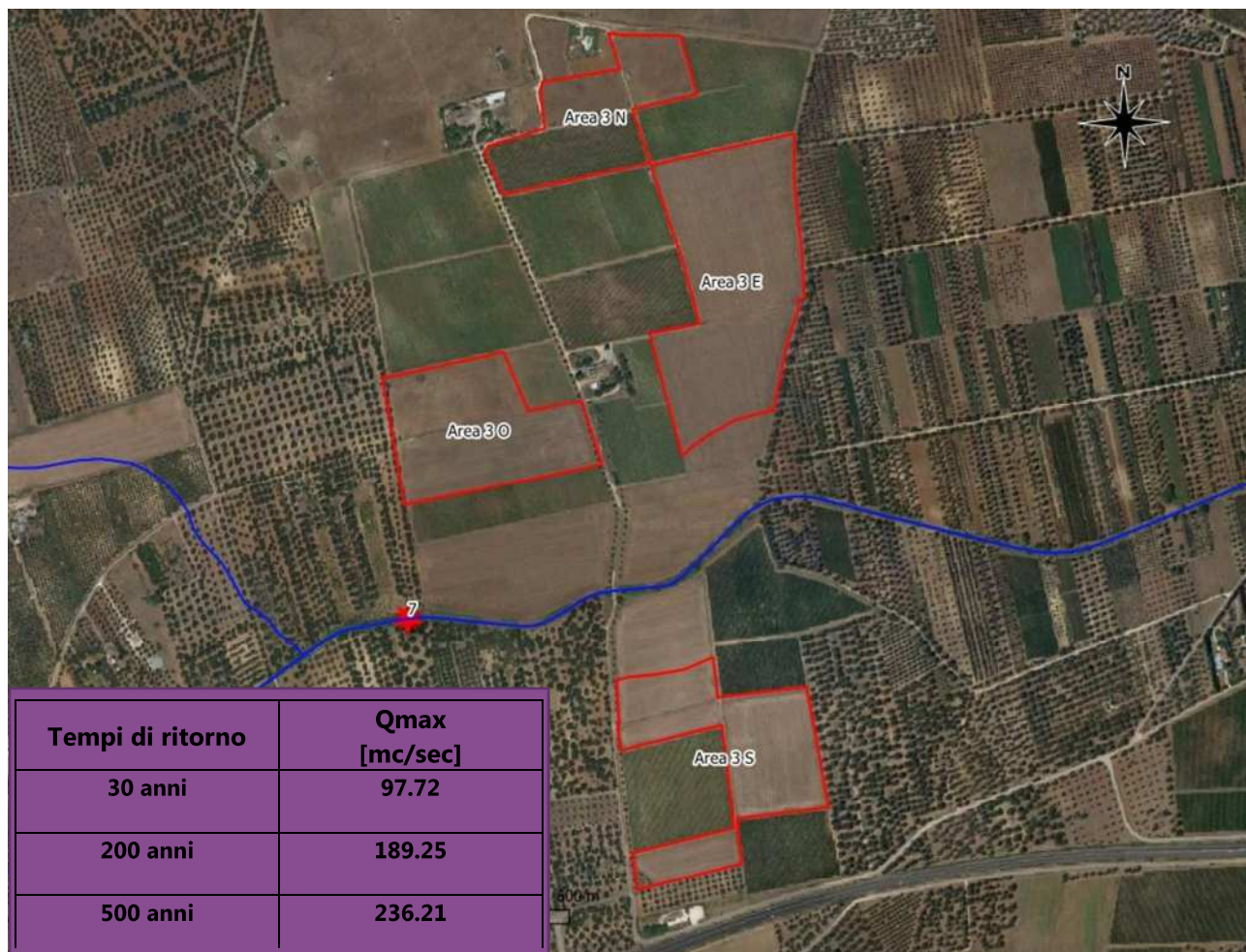


Figura 18: Risultati delle simulazioni: portate massime per assegnati tempi di ritorno all'interno della sezione di calcolo n. 7.

Brindisi, Ottobre 2020

geologo **Walter MICCOLIS** geologo
 Ordine dei Geologi della Regione Puglia n. 676



TAVOLA 1a - Bacini Endoreici

