



COMUNE DI SASSARI

Regione Sardegna

**REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO A TERRA DA 5,53 MW IN
IMMISSIONE - SU TRACKER DI TIPO AD INSEGUIMENTO MONOASSIALE
"TRUNCU REALE PV01" - COMUNE DI SASSARI**

STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO DELL'AREA DI INTERVENTO

Committente:

Integrazione Specialistica:

INDICE

PREMESSA	3
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-URBANISTICO.....	3
ANALISI IDROLOGICA	5
ANALISI IDROLOGICA DEI BACINI/SUB-BACINI OGGETTO DI STUDIO	16
1. BACINO B_Truncu_1_S.....	16
2. BACINO1 B_Truncu_1_S_2.....	20
3. BACINO B_Tr_1_S_3	23
4. BACINO B_Tr_1_S_4	26
5. BACINO B_Tr_1_S_5	29
6. BACINO B_Tr_2_N.....	32
7. BACINO B_Tr_2_N_2.....	35
CONSIDERAZIONI SULL'ANALISI IDROLOGICA	38
ALLEGATO A – TAVOLA DEI BACINI ANALIZZATI.....	39
ALLEGATO B – STRALCIO DAL PAI IDRAULICA.....	40
ALLEGATO C – STRALCIO 3D DELL'AREA DI IMPIANTO (Y x 10).....	41

PREMESSA

La presente relazione illustra le stime idrologiche e idrauliche utilizzate per determinare quei parametri essenziali alla valutazione della risposta idrologica del sito di intervento e per l'eventuale dimensionamento dei sistemi di drenaggio a servizio dell'impianto.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-URBANISTICO

L'area interessata dallo studio ricade nel territorio Comunale di Sassari, nella località Calarighes, lungo la SP 56. Dal punto di vista topografico, l'area in esame risulta inclusa nella cartografia catastale al foglio 18, del Comune di Sassari, terreni localizzati nella ZONA AGRICOLA E. Morfologicamente trattasi di un'area sub pianeggiante di natura sedimentaria Oligo Miocenica del Logudoro Sassarese: Litofacies nella Formazione di Mores.

Corograficamente è inquadrabile nei seguenti Fogli Regionali:

- Foglio **I.G.M.** N. 547 Sez. IV° quadrante [LA CRUCCA] alla scala 1:25.000;
- Foglio **C.T.R.** N. 459-020 [OTTAVA] alla scala 1:10.000.

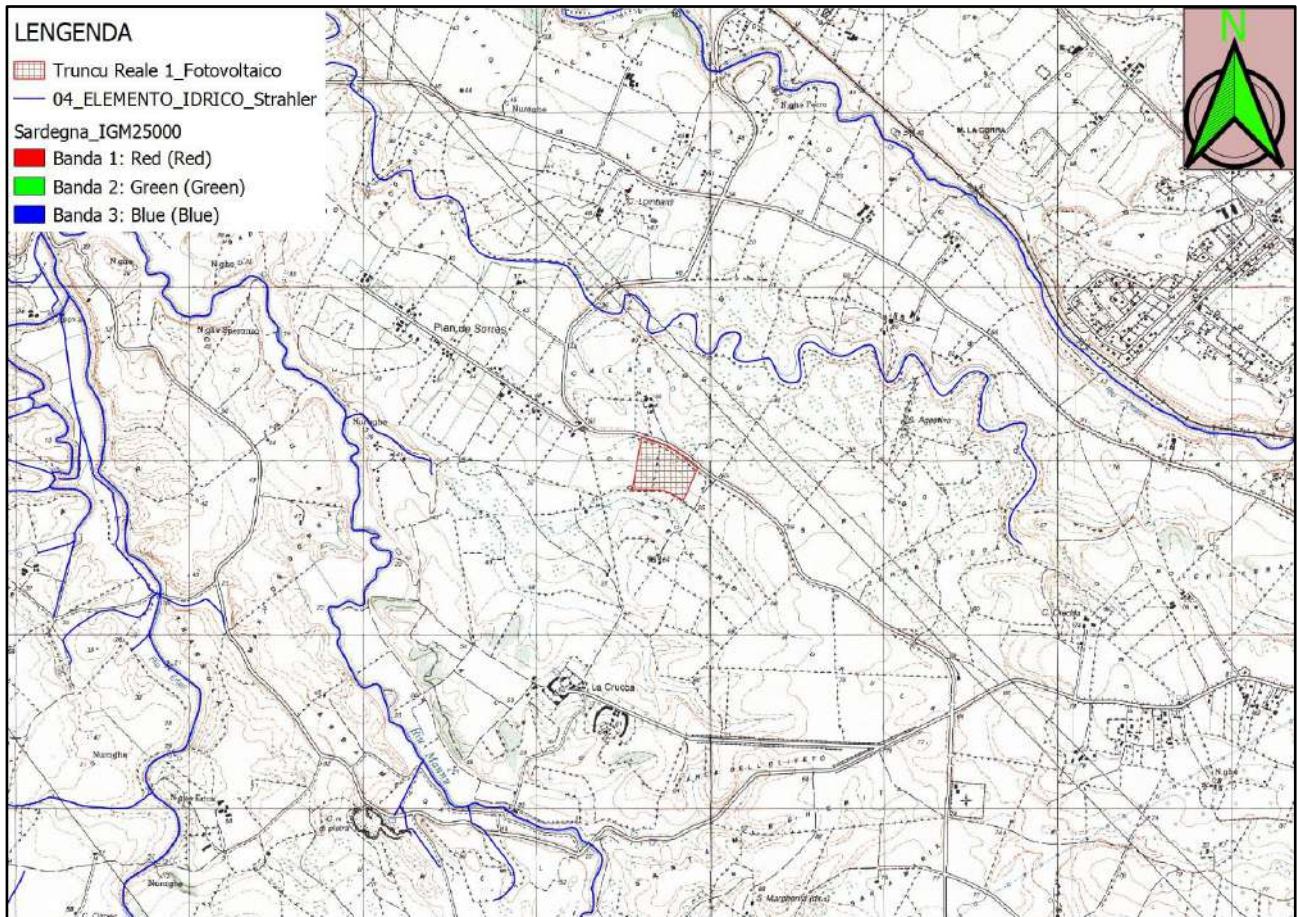
Coordinate Km areale sensibile:

- **X** = 1451575.3400 longitudine **E**
- **Y** = 4513827.1430 latitudine **N**

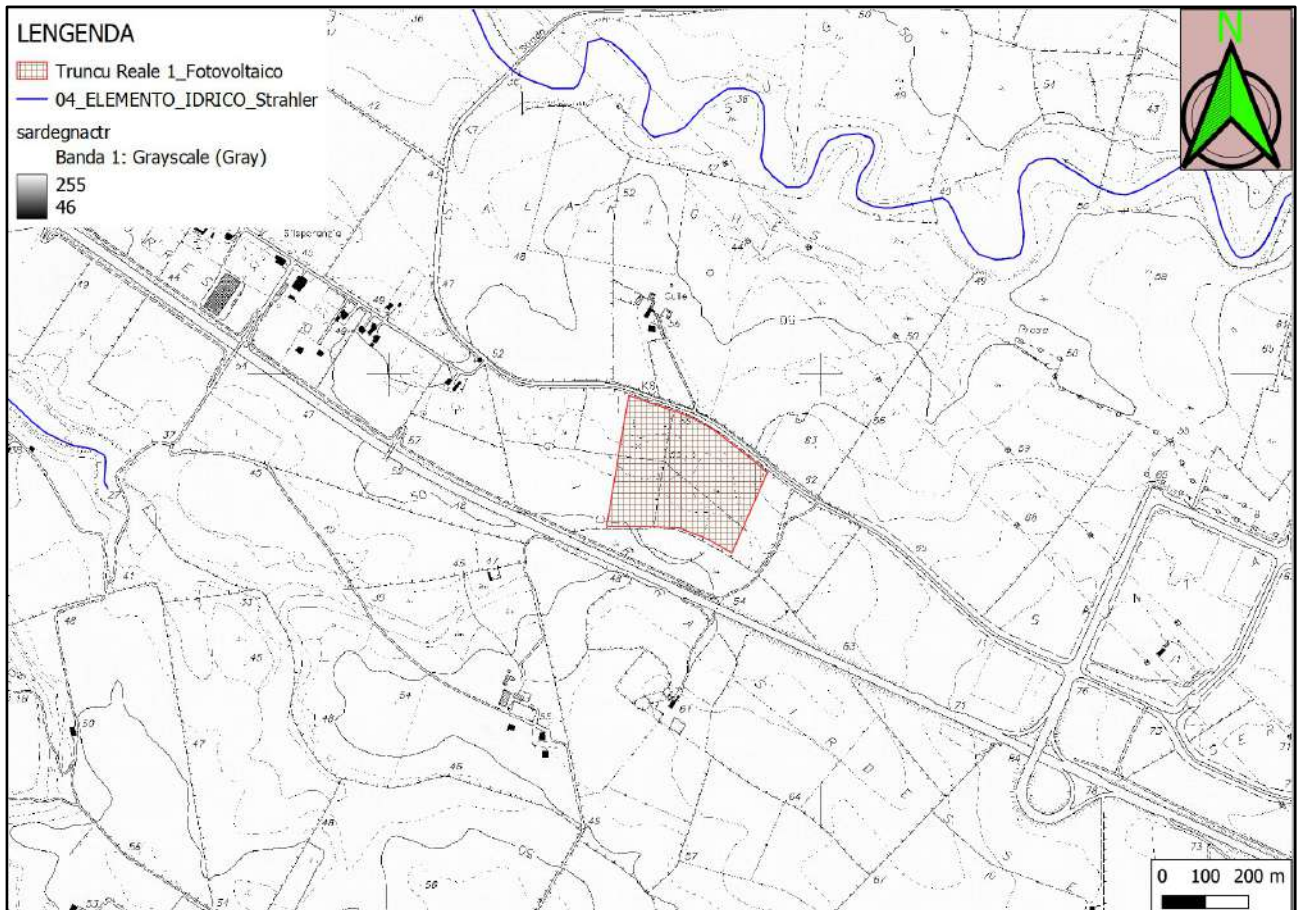
ORTOFOTO 20016



IGM 1:25.000



CTR



ANALISI IDROLOGICA

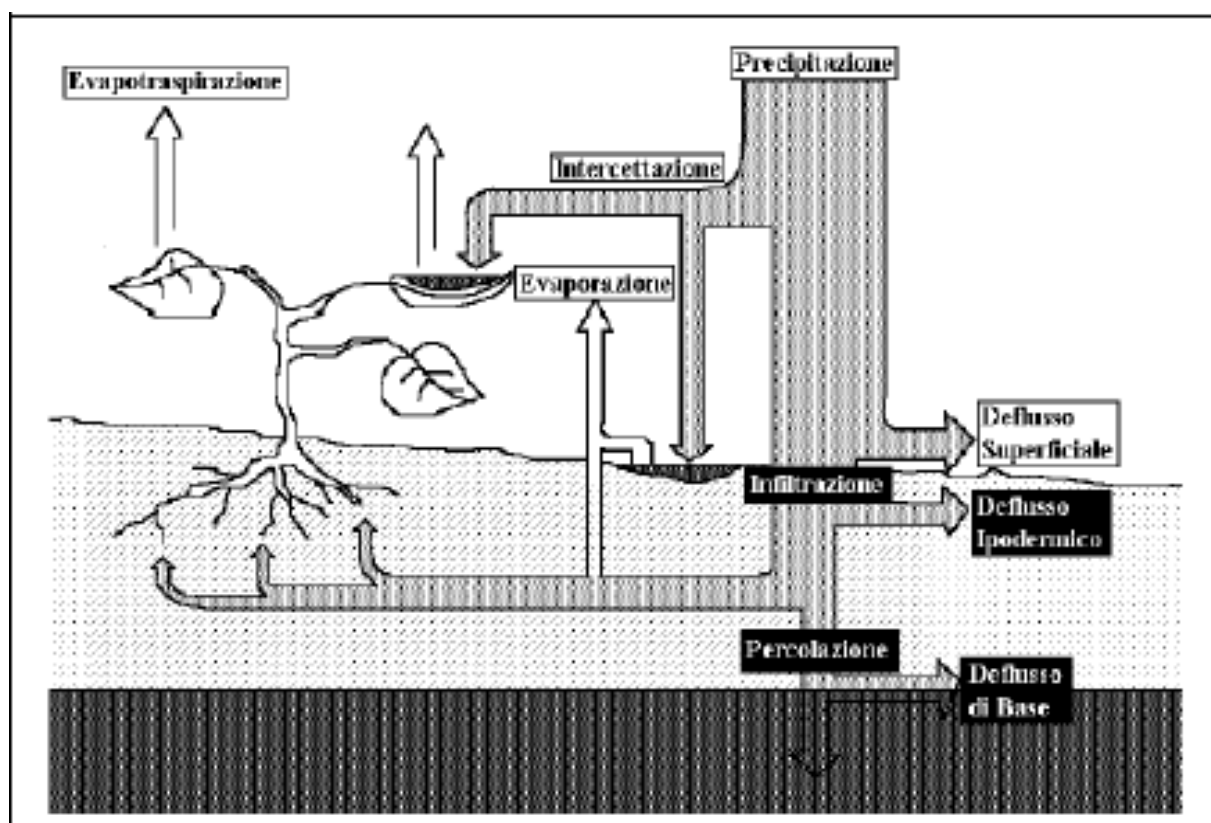
L'area oggetto di studio sita nel territorio comunale di Sassari è ricompresa all'interno del Bacino unico della Sardegna, più precisamente nel sub bacino "Coghinas-Mannu-Temo" così come individuato dal P.A.I. Sardegna e dal P.S.F.F. Sardegna,

L'individuazione del sistema idrografico costituisce la base di partenza dello studio idrologico e idraulico.

Nell'analisi idrologica l'ordine di schematizzazione assunto riguarda sia il quadro concettuale che esprime il verificarsi del fenomeno, sia la successiva traduzione modellistica del fenomeno semplificato.

Nel primo caso giova rilevare che la schematizzazione di base per la rappresentazione della trasformazione degli afflussi in deflussi parte dall'individuazione di un processo descrittivo che assume il deflusso come accorpamento negativo delle grandezze facenti parte del bilancio idrico.

In particolare con il concetto di "trasformazione afflussi-deflussi" raggruppa l'insieme di quei diversi processi idrologici che concorrono alla formazione del deflusso, a partire dalla precipitazione meteorica, prima ancora che il deflusso stesso si incanali nella rete idrografica secondo la seguente schematizzazione.



La realizzazione di modelli di piena passa necessariamente attraverso ulteriori semplificazioni del fenomeno, trascurando alcune grandezze possono che considerarsi influenti, infatti:

- l'evapotraspirazione risulta essere modesta o nulla in relazione ai deflussi superficiali che assumono importanza preponderante rispetto agli altri;
- i diversi tipi di deflusso (superficiale, ipodermico, profondo o di base) assumono una importanza relativa che varia in funzione del tempo caratteristico di risposta del bacino in esame;
- il deflusso di base, ovvero quello che può ritenersi costante e determinato dalle portate di magra del corso d'acqua, può essere ritenuto costante nell'ambito dell'evento di piena. Tale contributo, risulta in genere essere di uno o più ordini di grandezza inferiore alle portate di piena, e quindi in buona approssimazione trascurabile, così pure il deflusso ipodermico nel caso di un bacino di dimensioni medie o piccole.

La seconda fase consiste nello stabilire le relazioni analitiche intercorrenti tra le caratteristiche dell'evento meteorico che causa la piena e le modalità con cui avviene la trasformazione afflussi-deflussi.

Il processo di analisi ha avuto le sue prime formulazioni nella metà dell'800 (Mulvany) nella relazione veniva definito il valore della portata al colmo Q per un assegnato periodo di ritorno per effetto di una precipitazione ricadente in un bacino assegnato.

Nella sua formulazione, venivano assunte le seguenti semplificazioni:

- il valore della portata al colmo Q relativo ad un evento meteorico costante, è il maggiore tra tutti i valori di portata definiti per lo stesso bacino e per lo stesso tempo di ritorno T .
- per un preassegnato periodo di ritorno, l'evento meteorico che genera il valore massimo di portata ha una durata pari al tempo di corrivazione;
- che la portata al colmo Q per un evento causata da una precipitazione ragguagliata di intensità costante sia proporzionale all'intensità della precipitazione, alla superficie del bacino e a un coefficiente C legato alle caratteristiche del bacino e al suo grado di impermeabilità.

Il successivo approccio cinematico cui si fa affidamento per la determinazione della portata introduce semplificazioni che tendono a schematizzare il deflusso sempre assumendo delle condizioni che tendono a eliminare le interazioni tra le grandezze che concorrono; in particolare, le ipotesi di base sono:

- il trasferimento della piena sia affidata al trasferimento di massa liquida;
- ogni goccia percorra sempre la stessa traiettoria anche con l'evoluzione del processo di pioggia, e che quindi le linee di corrivazione siano immutabili;
- il tempo di corrivazione, e quindi la velocità di ruscellamento dell'acqua sia immutabile con il livello di saturazione del terreno e con il formarsi del velo idrico superficiale, la velocità della goccia non sia influenzata dal moto delle altre gocce;
- la portata di piena sia data dalla somma delle portate provenienti dalle altre parti di bacino che si presentano alla sezione di chiusura allo stesso istante.

Le ipotesi di cui sopra diventano di fondamentale importanza in relazione al contesto territoriale entro cui si opera, e inducono approssimazioni più o meno rilevanti in base alle forme e caratteristiche dei bacini riferimento.

Entrando nelle specifiche grandezze che influenzano il modello, si rileva che le semplificazioni riguardano sia il grado di precisione della stima dell'intensità di pioggia, della sua distribuzione spaziale, che evidentemente della superficie del bacino ma anche della sua forma, così pure dell'individuazione della pioggia netta, e passa attraverso una modellizzazione della risposta del bacino stesso.

Le considerazioni su esposte, dunque, inducono a ritenere che possa essere accettato un grado di scostamento rispetto alle condizioni che realmente potrebbero verificarsi.

In fase di valutazione delle grandezze su richiamate, sarà opportuno valutare il grado di imprecisione che deriva dalla valutazione dell'intensità di pioggia, dalla sua distribuzione spaziale e dal comportamento del bacino idrografico per quanto attiene il processo di trasformazione afflussi deflussi.

Con l'ausilio di codici specifici per l'idrologia in ambiente GIS è stata dunque eseguita la prima fase di processo dei dati. Successivamente sono stati definiti, per ogni cella, la direzione del flusso, la direzione di massima pendenza, il numero di celle a monte che contribuiscono al flusso, la rete di drenaggio, le aree di drenaggio per ogni segmento idrico, etc., ai fini di ottenere il quadro completo che concorre all'individuazione dei parametri di bacino.

L'intera procedura consente di individuare quindi i principali parametri idrologici, quali la pendenza del bacino, l'asta principale, la lunghezza e pendenza dell'asta principale, la quota massima, minima e la superficie del bacino, la pendenza media.

Il calcolo della portata è stato effettuato conformemente a quanto previsto nelle Linee Guida del PAI. In esse si rileva che, in mancanza di dati osservati, si dovrà far ricorso alle metodologie di calcolo disponibili, che possono essere inquadrare in due grandi sottoinsiemi: la prima è nota sotto la generale definizione di Metodi Diretti, la seconda come Metodi Indiretti, in

cui l'aggettivo diretto o indiretto specifica se la portata al colmo in qualunque sezione è ricavata direttamente, ovvero indirettamente tramite trasformazione afflussi-deflussi. Nel caso specifico, la stima della portata di piena ad assegnata frequenza sarà determinata attraverso il confronto critico tra metodologie dirette, indirette e i metodi empirici. Per l'applicazione dei metodi di cui sopra si dovrà ricorrere all'individuazione dei parametri morfologici dei bacini in studio.

BACINO IDROGRAFICO E PARAMETRI MORFOMETRICI

Intendiamo per bacino idrografico la superficie topografica dalla quale le acque di pioggia, defluendo naturalmente, passano per la sezione di chiusura. Le caratteristiche morfometriche esaminate riguardano le dimensioni planimetriche, il rilievo, la pendenza media del bacino, dell'asta fluviale e il tempo di corrivazione, riferite ai principali bacini idrografici individuati nel territorio comunale che ai sub-bacini utili ai fini delle verifiche del calcolo idraulico.

Le dimensioni planimetriche sono:

- **A** - area o superficie del bacino: superficie della proiezione orizzontale del bacino idrografico chiuso alla sezione del corso d'acqua;
- **P** - perimetro: lunghezza della proiezione orizzontale di tutto il contorno dello spartiacque del bacino idrografico;
- **L** - lunghezza dell'asta (fluviale) principale: lunghezza misurata considerando il "percorso idraulicamente più lungo" partendo dallo spartiacque sino alla sezione di chiusura dell'asta (fluviale) principale, la quale identifica il percorso dei deflussi più importante nel bacino, lungo il quale dovrebbero anche defluire le portate maggiori.

I parametri o i coefficienti più significativi di un bacino relativi alle sue caratteristiche morfometriche sono:

- pendenza media del bacino j_m :

$$j_m = \Delta z * \Sigma l_i / A$$

Δz differenza di quota tra le curve di livello o anche detta equidistanza tra isoipse,
 Σl_i sviluppo totale delle curve di livello
 A superficie del bacino

- altitudine media del bacino H_m :

$$H_m = \Sigma S_i z_i / A$$

S_i area compresa tra due curve di livello, differenza di quota tra le curve di livello o anche detta equidistanza tra isoipse,
 z_i sviluppo totale delle curve di livello
 A superficie del bacino

- pendenza media dell'asta (fluviale) principale i_m :

$$\sqrt{i_m} = \frac{L_a}{\sum_k \frac{l_k}{\sqrt{i_k}}}$$

dove l_k e i_k sono la lunghezza e la pendenza del k-esimo tratto elementare dell'asta principale.

Il tracciamento dei bacini è stato fatto in ambiente GIS e integrato con applicativi specializzati per l'elaborazione idrologica. In particolare si è utilizzato il modello digitale del terreno (DEM) costituito da una griglia a maglia quadrata di 10 metri reperibile tramite il geoportale della

regione Sardegna.

Il DEM costituisce la base altimetrica su cui individuare la linea di dislivello che delimita il bacino e fornisce la rappresentazione numerica da cui desumere i parametri morfometrici del bacino stesso necessari alle elaborazioni idrologiche.

In particolare il DEM consente, con operazioni semplici, di determinare l'area dei bacini totale e parziali, le quote delle sezioni d'interesse, le altitudini medie, minime e massime.

La carta delle acclività, derivata dal DEM, consente la determinazione della pendenza media del bacino; la struttura di rete assunta, infine, con l'aggiunta della coordinata Z del DEM, consente agevolmente l'individuazione dell'asta principale, con gli attributi di lunghezza e pendenza media, e del suo profilo altimetrico.

STIMA DELLA PORTATA DI PIENA

Come previsto dalle Linee Guida PAI la stima della portata al colmo può essere eseguita con tre metodi differenti:

- 1) metodo "diretto o probabilistico"
- 2) metodo "indiretto o analitico"
- 3) metodo "empirico".

I primi pervengono al valore della portata al colmo in una sezione di interesse a partire dall'analisi di serie storiche osservate di portata; i secondi sfruttano un modello di trasformazione afflussi-deflussi che consente di pervenire alla portata di progetto partendo dall'analisi statistica delle piogge; i metodi empirici, infine, si basano sull'osservazione di valori di portata al colmo che vengono posti in relazione con particolari parametri geomorfologici di bacino.

Non disponendo di serie storiche osservate di portate occorre subito scartare l'ipotesi di ricorrere a metodi di stima diretti che tra l'altro sono stati validati solo per grandi bacini al di sopra di 40-60 km².

I metodi empirici hanno il difetto di non tenere conto di nessuna analisi statistica, sono legati alla limitata serie di valori osservati e, in genere, danno dei valori di portata decisamente sovrastimati.

In tale ottica i metodi indiretti, vista anche la dimensione dei bacini in studio, paiono i più adatti a sopperire alla inconsistenza dei dati osservati e, tra questi, il metodo razionale, basato sulla formula omonima, risulta certamente fra i più utilizzati.

La scelta del modello trasformazione afflussi-deflussi è un aspetto molto importante in quanto determina l'accuratezza dei risultati delle elaborazioni e la corretta interpretazione della dinamica del bacino in esame. Nel caso dei nostri bacini in studio vista la loro dimensione ed essendo contigui, alcune caratteristiche idrologiche sono state considerate omogenee.

Il parametro di riferimento che descrive la risposta idrologica di un terreno in termini di trasformazione degli afflussi (piogge) in deflussi (portate) è detto "contributo specifico di piena" o "coefficiente udometrico" (u), espresso usualmente in [l/s·ha]. La stima di " u " avviene utilizzando dei modelli concettuali semplificati che permettono di ricavare la portata massima che si ha alla sezione di chiusura del bacino a fronte di una precipitazione di assegnata durata e tempo di ritorno.

Tra i vari modelli analitico/concettuali disponibili in letteratura tecnica vi sono tre diversi metodi:

- il Metodo Razionale o Cinematico o del Tempo di Corrivazione, che rappresenta nel contesto italiano la formulazione sicuramente più utilizzata a livello operativo;
- il Metodo dell'Invaso;
- Il Metodo Curve Numbers proposto dal Soil Conservation Service (SCS) americano.

Circa la scelta della distribuzione di probabilità per le piogge (da adottarsi con la formula razionale), gli ultimi sviluppi della letteratura in proposito di eventi estremi in Sardegna hanno mostrato come la distribuzione Two Components Extreme Value, nota come TCEV, si presenti più adatta di quella Lognormale per interpretare i fenomeni di pioggia brevi e intensi. Il metodo permette di esprimere la massima portata inerente una generica sezione che sottende ad un bacino di area A , in funzione della precipitazione critica ragguagliata che chiameremo $h_{(T)}$. Il metodo trova fondamento dall'ipotesi che il tempo impiegato da una goccia di pioggia per raggiungere la sezione di chiusura del bacino sia una costante che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui questa è caduta; tale intervallo di tempo viene definito come "tempo di corrivazione". La sua importanza deriva dal fatto, che per una precipitazione di durata t_c , tutto il bacino contribuisce al deflusso superficiale, e quindi alla sezione di chiusura si registrerà la massima portata.

IL METODO RAZIONALE BASATO SULLA DISTRIBUZIONE TCEV

La stima della portata di colmo con i metodi indiretti come quello razionale con distribuzione TCEV passa attraverso la valutazione della pioggia critica, cioè della pioggia che determina la portata massima, nell'ipotesi approssimata che il tempo di ritorno di un certo evento di pioggia si possa attribuire anche alla portata che esso genera.

La trasformazione Afflussi-Deflussi che consente di passare dalle precipitazioni alle portate fa ricorso al metodo Cinematico e alla cosiddetta "formula razionale" che calcola la portata di piena in base al fenomeno della corrivazione delle particelle liquide.

Per tale formula la pioggia critica è quella di durata pari alla somma del tempo di corrivazione più il tempo di formazione del deflusso superficiale. Quindi se si indica con Θ la durata critica si ha:

$$\Theta \equiv T_c + t_f$$

T_c il tempo di corrivazione del bacino

t_f il tempo di formazione del deflusso superficiale;

Nota la durata critica Θ la formula razionale definisce la portata al colmo relativa ad un certo tempo di ritorno con la relazione:

$$Q = i_{n,r} [\Theta, T_R, r(\Theta, A)] \cdot A \cdot$$

In modo più esplicito:

$$Q = \frac{\Phi h [\Theta, T_R] r [\Theta, A] A \cdot}{\Theta} \quad (1)$$

Essendo

A l'area del bacino in km^2

$h [\Theta, T_R]$ l'altezza di pioggia critica di durata Θ e tempo di ritorno T_R

Φ il coefficiente di deflusso

$r(\Theta, A)$ il fattore di ragguaglio della precipitazione all'area del bacino

$$\Theta \equiv T_c + t_f \text{ durata critica}$$

Posto

$$h_{n,r}[\Theta, T_R, r] = \Phi h[\Theta, T_R] r[\Theta, A]$$

Si può dire che la portata al colmo in una certa sezione che chiude un bacino di area A assegnata e relativa ad un certo tempo di ritorno T_R risulta determinata una volta nota l'altezza di pioggia netta ragguagliata, di durata critica Θ , relativa a quel tempo di ritorno T_R e ragguagliata all'intero bacino (detta **altezza di pioggia critica**).

Si pongono di conseguenza due ordini di problemi:

- Definire la durata critica;
- Determinare l'altezza di pioggia critica.

Il calcolo della durata critica passa attraverso la determinazione del tempo di corrivazione e del tempo di formazione del deflusso.

Per il primo si hanno delle formule empiriche indicate di seguito, per il secondo si procede ad una valutazione per via iterativa.

Circa l'altezza di pioggia critica si procede come indicato nei paragrafi successivi.

TEMPO DI CORRIVAZIONE

Sullo schema concettuale della corrivazione che si basa sul *metodo cinematico* o *metodo della corrivazione*, per la stima delle portate di piena, le ipotesi basilari da tenere in considerazione sono:

- Ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende unicamente dal punto in cui essa è caduta;
- La velocità di una goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre; in realtà sappiamo che la velocità dell'acqua lungo un pendio o un alveo dipende, oltre che dalle caratteristiche della superficie bagnata anche dal tirante idrico; ne consegue che in un bacino si possono avere diversi tempi di corrivazione sia in funzione delle caratteristiche del suolo che in funzione della durata e dell'intensità dell'evento.
- La portata defluente si ottiene sommando le singole portate elementari provenienti dalle diverse aree del bacino che confluiscono alla sezione di chiusura.

La trasformazione afflussi-deflussi è una determinata sequenza di operazioni che permette, conoscendo l'altezza di precipitazione e la durata di un evento meteorico, di ottenere la portata che defluisce per la sezione di chiusura del bacino idrografico.

Fattore da tenere in considerazione è che la velocità dell'acqua si mantiene pressoché costante da monte verso valle, dal momento che, la diminuzione di pendenza è bilanciata dai cambiamenti di larghezza, di profondità e di scabrezza.

Teoricamente, il tempo impiegato da una goccia d'acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano, cioè il punto dello spartiacque da cui ha origine l'asta principale della rete idrografica, per raggiungere la sezione di chiusura, prende il nome di tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione, considerando che è il tempo impiegato da una goccia d'acqua per percorrere l'intera asta fluviale principale, dall'origine sullo spartiacque topografico alla sezione di chiusura, è il maggiore tra quelli di tutti i punti del bacino.

Il tempo di corrivazione si stima in genere utilizzando formule empiriche, derivate dall'analisi di una gran quantità di casi reali, che esprimono il legame mediamente esistente tra il tempo di corrivazione e alcune grandezze caratteristiche del bacino di facile determinazione.

In particolare le linee Guida del PAI suggeriscono:

FORMULA DI VENTURA

$$T_c = 0,127 \left| \frac{(A)^{\frac{1}{2}}}{(i_m)} \right| \quad [ore]$$

dove:

A è l'area del bacino in Km^2
 i_m pendenza media dell'asta principale.

FORMULA DI PASINI

$$T_c = \frac{0,108(A \cdot L)^{\frac{1}{3}}}{i_m^{\frac{1}{2}}} \quad [ore]$$

dove:

A è l'area del bacino in km^2
 i_m pendenza media dell'asta principale
 L è la lunghezza dell'asta principale in km

FORMULA DI VIPARELLI

$$T_c = \frac{L}{(1+1,5) \cdot 3,6} \quad [ore]$$

dove :

L è la lunghezza dell'asta principale in km
 $1-1,5$ è la velocità media della corrente in m/s

FORMULA DI GIANDOTTI

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}} \quad [ore]$$

dove :

A è l'area del bacino in km^2
 H_m altitudine media del bacino m slm
 H_o altitudine della sezione di chiusura m slm
 L è la lunghezza dell'asta principale in km

FORMULA DI SOIL CONSERVATION SERVICE

$$t_c = 0,57 \frac{100 * L_p^{0,8} * \left(\frac{100}{CN} - 9\right)^{0,7}}{\sqrt{P_b}}$$

dove :

L_p è la lunghezza asta principale
 CN CURVE NUMBER
 P_b pendenza media del bacino

Nella scelta del tempo di corrivazione occorre tenere conto delle incertezze insite nelle formule che consentono di stimarlo; ogni formula, vista la natura prevalentemente empirica, è valida per i bacini per i quali è stata ricavata e tarata. Nel caso in questione si possono fare alcune interessanti osservazioni:

- la relazione di Ventura è stata introdotta nell'ambito di uno studio sulle reti di bonifica bolognese;
- la relazione di Pasini è stata introdotta nell'ambito di uno studio sulle reti di bonifica della pianura renana;
- la formula di Viparelli è senza dubbio la più semplice, si basa sulla corrivazione e ricava il tempo di corrivazione come un rapporto tra lunghezza e velocità nell'ipotesi che l'acqua viaggi alla velocità di 1.2 m/s;
- la formula introdotta da Giandotti, la più utilizzata in Italia deriva dall'esame del fenomeno di corrivazione;

Al fine di minimizzare gli errori comunque insiti nella stima di questo parametro si è deciso di assumere, come tempo di corrivazione, quello derivante dalla media delle formulazioni indicate quando esse danno risultati simili fra loro e adottare invece i valori più piccoli quando la diversità dei valori ottenuti suggerisce la maggior cautela, fermo restando che se il rio è un tronco critico già studiato dal PAI, i valori di portata devono essere comunque prossimi a quelli presenti nel PAI vigente.

DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

L'altezza di pioggia critica viene calcolata a partire dalla curva di possibilità pluviometrica che esprime la legge di variazione dei massimi annuali di pioggia in funzione della durata della precipitazione, τ , ad assegnata frequenza di accadimento o periodo di ritorno T_R .

Le curve di possibilità pluviometrica disponibili si possono esprimere secondo due differenti distribuzioni probabilistiche:

- distribuzione **Log-Normale** (Sardegna suddivisa in 4 sottozone omogenee)
- distribuzione **TCEV** (Sardegna suddivisa in 3 sottozone omogenee definizione della pioggia indice)

In entrambi i casi, la Sardegna è suddivisa in zone pluviometriche omogenee per le piogge di breve durata. Ciascuna zona, per distribuzione geografica, può rappresentare un distinto regime pluviometrico. Le curve sono state determinate per ciascun gruppo nella forma:

$$h = a \cdot \tau^n$$

dove h rappresenta l'altezza di precipitazione per una durata τ , mentre a ed n sono i coefficienti caratteristici di ogni gruppo omogeneo, funzione del tempo di ritorno e, nel caso della distribuzione TCEV, della pioggia indice.

Si descrive brevemente la procedura utilizzata per la determinazione delle curve segnalatrici di possibilità climatica valide nelle località esaminata, utilizzando i risultati in (Deidda e Piga, 1998) qui presentati in forma aggiornata. L'altezza di pioggia lorda $h_l(\tau)$ in mm di durata τ in ore e di assegnato tempo di ritorno T in anni è fornita dalla seguente relazione monomia:

$$h_l(\tau) = a\tau^n \quad (2)$$

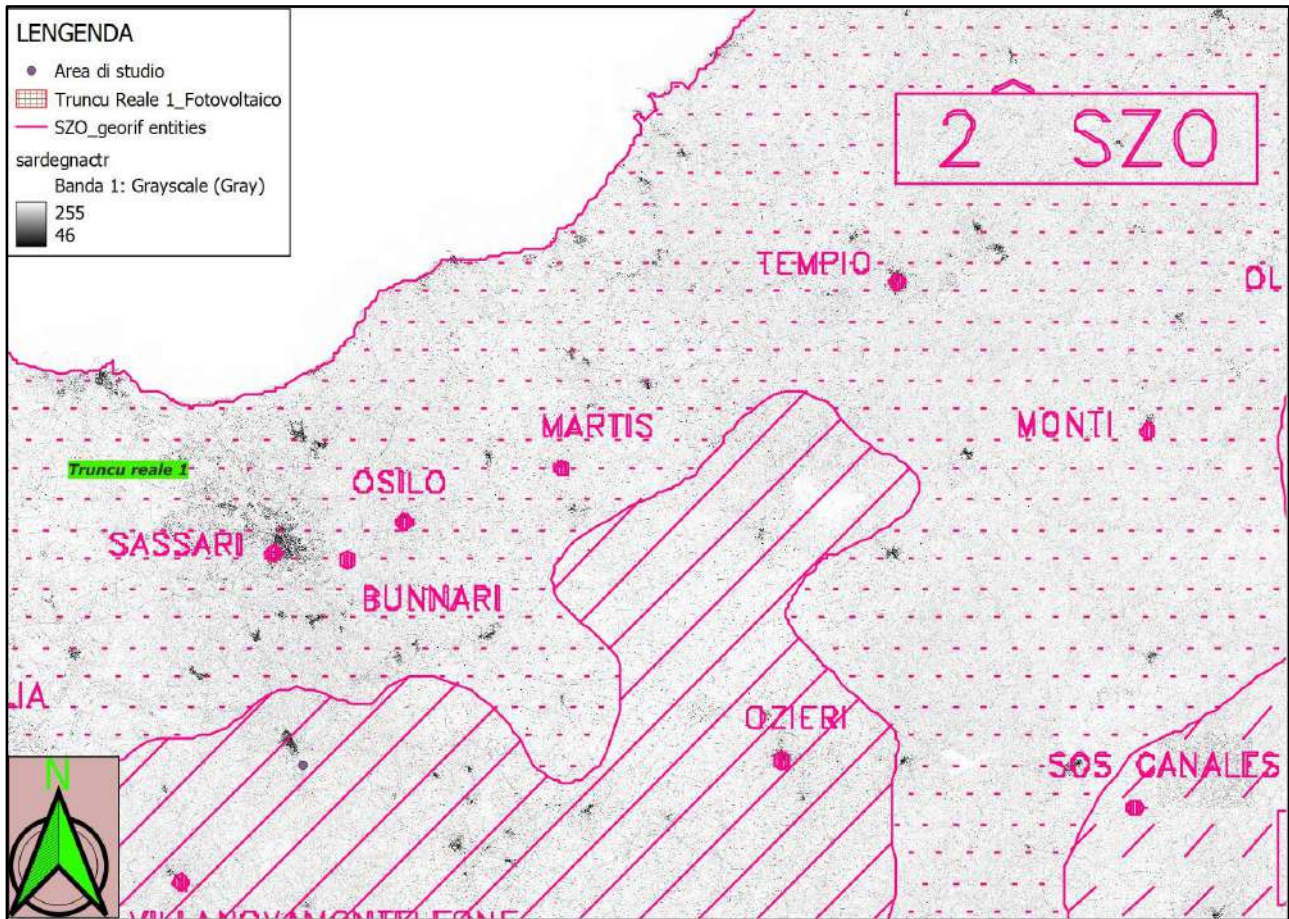
La pioggia indice, definita nella distribuzione TCEV ed elemento tipico della singola stazione pluviometrica, tiene conto dell'altezza di pioggia caduta in 1 ora e consente di rappresentare direttamente le caratteristiche degli eventi meteorici per il territorio in esame; pertanto è l'elemento che permette di scendere più in dettaglio rispetto alla semplice suddivisione in sottozone che caratterizza il metodo basato sulla distribuzione Log-Normale.

Anche in virtù di questo fatto come distribuzione probabilistica delle piogge si è adottata la **TCEV** (Two Component Extreme Value) parametrizzata secondo lo studio condotto da Deidda e Piga sulle curve di possibilità climatica in Sardegna a partire dall'analisi dei massimi annui delle piogge brevi e intense.

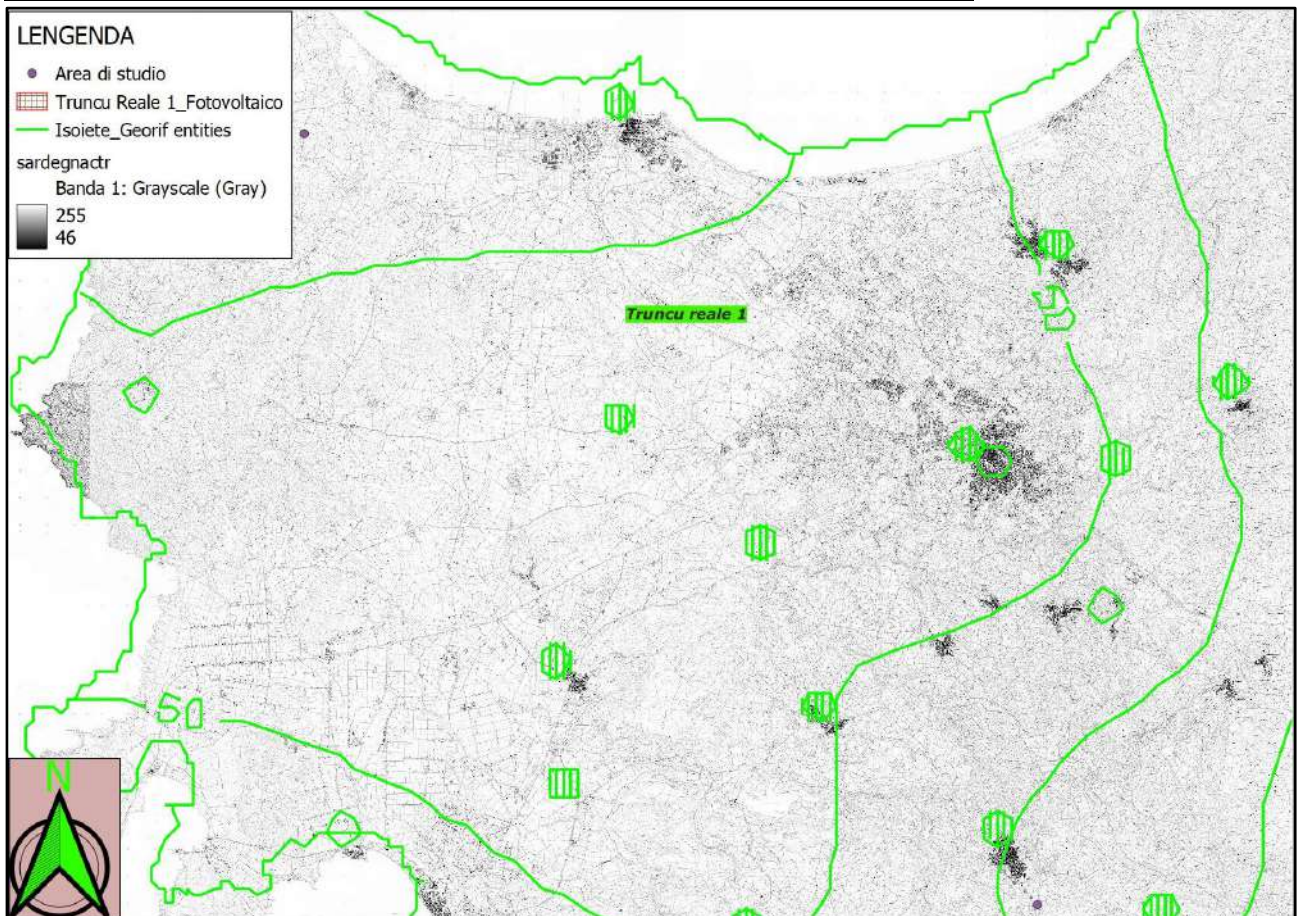
Di seguito si descrive il calcolo per un tempo di ritorno di T anni.

L'applicazione del metodo prevede il calcolo preliminare della pioggia indice giornaliera $\bar{h}(g)$ valutabile per interpolazione dalle isoiete della carta della relativa distribuzione spaziale.

SUDDIVISIONE IN SZO DELLA SARDEGNA – SZO 2



CARTA DELLE ISOIETE – REGIONE SARDEGNA- PIOGGIA INDICE 45 mm



Dalla pioggia indice giornaliera si ricava la **pioggia indice** o pioggia media di durata τ ,

$$\bar{h}(\tau) = \frac{\bar{h}_g}{0.886 * 24^{(-0.493+0.476 \text{Log}(\bar{h}_g))}} * \tau^{(-0.493+0.476 \text{Log}(\bar{h}_g))} \quad (2)$$

In questa relazione la pioggia indice va calcolata assumendo come durata quella critica

$$\Theta \equiv T_c + t_f$$

Il tempo di corrivazione è stato stimato, mentre per il tempo di formazione del deflusso superficiale si procede in modo iterativo con la formula suggerita nelle linee guida PAI:

$$t_f = \frac{I_a}{i(\Theta, r)}$$

Essendo I_a l'assorbimento iniziale (vedi stima delle perdite SCS)
 $i(\Theta, r)$ l'intensità di pioggia ragguagliata di durata critica.

Definita la pioggia indice si definisce una variabile aleatoria normalizzata:

$$h'(\tau) = \frac{h(\tau)}{\bar{h}(\tau)} = a \tau^n \quad (2)$$

Dove **a** ed **n** sono i parametri della curva normalizzata definiti per le tre sotto zone omogenee della Sardegna (SZO) in funzione del tempo di ritorno per durate minori e maggiori di 1 ora e per tempi di ritorno maggiori o minori di 10 anni con le seguenti formule (per T>10 anni):

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata >1 ora
Sottozona 1	$a=0.46378+1.0386*\text{Log}(T)$	$a=0.46378+1.0386*\text{Log}(T)$
	$n=-0.18449+0.23032*\text{Log}(T)-3.3330*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$n=-1.0563*10^{-2}-7.9034*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 2	$a=0.44182+1.0817*\text{Log}(T)$	$a=0.44182+1.0817*\text{Log}(T)$
	$n=-0.18676+0.24310*\text{Log}(T)-3.5453*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$n=-5.6593*10^{-3}-4.0872*10^{-3}*\text{Log}(T)$
Sottozona 3	$a=0.41273+1.1370*\text{Log}(T)$	$a=0.40926+1.1441*\text{Log}(T)$
	$n=-0.19055+0.25937*\text{Log}(T)-3.8160*10^{-2}*\text{Log}^2(T)$	$n=1.5878*10^{-2}+7.6250*10^{-3}*\text{Log}(T)$

Tabella 1 Parametri della curva normalizzata

Poiché i bacini ricadono interamente in **sottozona 2**, in funzione della durata critica e del tempo di ritorno (maggiori di 10 anni) si possono calcolare i valori di a ed n.

Assumendo T si determinano **a** ed **n** e sostituendo nella (2) si determina il valore della variabile aleatoria normalizzata posto $\tau \equiv \Theta$

$$h'(\tau) = a \tau^n$$

Utilizzando la relazione (2) si perviene infine a determinare l'altezza di pioggia critica relativa ad un dato T:

$$h(\Theta) = h'(\Theta) \bar{h}(\Theta)$$

Quella determinata è la pioggia **lorda** critica h con tempo di ritorno T anni, ma per stimare la portata con la formula 1 occorre la cosiddetta pioggia netta h_{netta} valutata con la formula:

$$h_{netta} = \Phi h = \frac{(h - I)^2}{(h + S - I)}$$

dove:

S (in mm) è l'assorbimento del bacino, espresso dalla relazione

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

CN Curve Number

I_a è l'assorbimento iniziale legato ad S dalla relazione:

$$I_a = 0.2 \cdot S$$

Nel caso in questione, considerato l'uso del suolo e il tipo di suolo e ponendoci nelle condizioni più critiche di AMCIII si determina il CN quindi S, I e $h_{netta} = \Phi h$.

$$\Phi = \frac{h_{netta}}{h}$$

Il coefficiente di deflusso ϕ è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi. Esso è determinato, come il rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico totale precipitato nell'intervallo stesso. Il coefficiente di deflusso è valutato considerando le caratteristiche di permeabilità, e quindi, di utilizzo, delle diverse superfici presenti nell'intero bacino scolante.

Si calcola un coefficiente di ragguaglio r per $\tau = \Theta$ con la relazione valida per $A < 20 \text{ km}^2$

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) \tau^{(-0.40 + 0.0208 \ln(4.6 - \ln(A)))}$$

Introducendo Φ , **h**, **r**, **A** e Θ nella (1) si ha infine la determinazione della portata Q relativa a quel tempo di ritorno.

Inoltre, dalla carta delle isoiete elaborate della regione Sardegna, risulta che l'area studiata è caratterizzata da un valore di pioggia indice pari a **45 mm**

VALUTAZIONE DEL PARAMETRO CURVE NUMBER

I valori del parametro Curve Number (CN), compreso tra 0 e 100, valutano la capacità di assorbimento dei suoli in funzione delle caratteristiche dell'uso del suolo, la litologia e la permeabilità. Seguendo le procedure proposte dalla RAS, in primis, sulla base dei dati dell'uso del suolo (RAS - Carta Corine) si sono attribuiti i valori del CN(I) alle diverse tipologie di suolo ricadenti nel bacino, in seguito corretti in funzione delle caratteristiche geologiche (Δ CN), ed eseguendo una media pesata rispetto all'area dei diversi valori considerati si ottiene il CN(II); in ultimo, applicando la specifica relazione:

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057CN(II)}$$

si è ottenuto il parametro CN corretto.

Lo studio proposto dalla RAS, ha analizzato le diverse classi in considerazione degli aspetti geologici preminenti e delle caratteristiche di permeabilità, cui sono stati attribuiti i coefficienti di variazione (Δ CN) corrispondenti ad ogni tipo litologico.

I coefficienti di variazione del Curve Number sono assunti nell'intervallo di valori (- 5, +15): un coefficiente di variazione pari a - 5 è tipico dei terreni incoerenti ad elevata capacità di infiltrazione, mentre un valore +15 è proprio di rocce con strutture cristalline compatte e poco permeabili.

ANALISI IDROLOGICA DEI BACINI/SUB-BACINI OGGETTO DI STUDIO

1. BACINO B_Truncu_1_S

Tracciato il bacino in ambiente GIS dal suo profilo altimetrico si ricava la pendenza media attraverso la formula:

$$\sqrt{i} \equiv \frac{L}{\sum \frac{l_i}{\sqrt{i_i}}}$$

Dove: L è la lunghezza dell'asta principale;

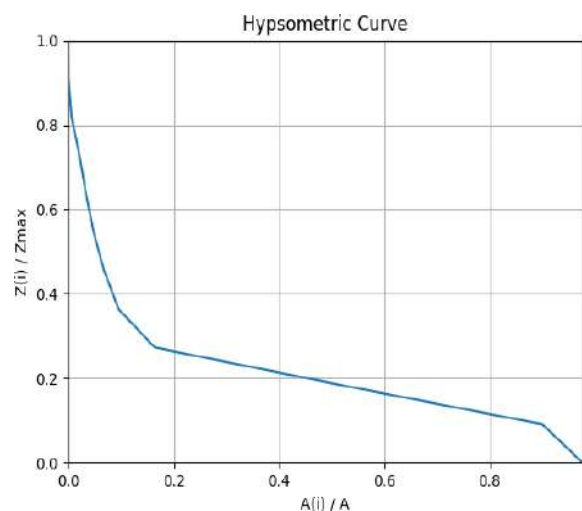
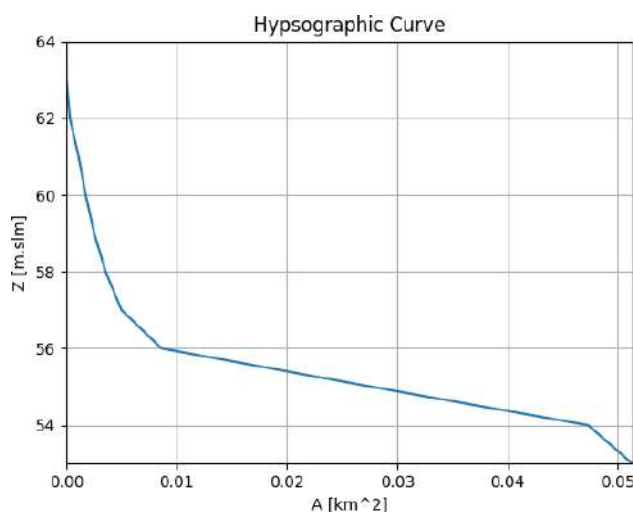
i_i la pendenza del tratto di asta di lunghezza l_i compresa tra due curve di livello.

Si riporta in tabella la sintesi dei parametri esprimanti le caratteristiche geomorfologiche del bacino.

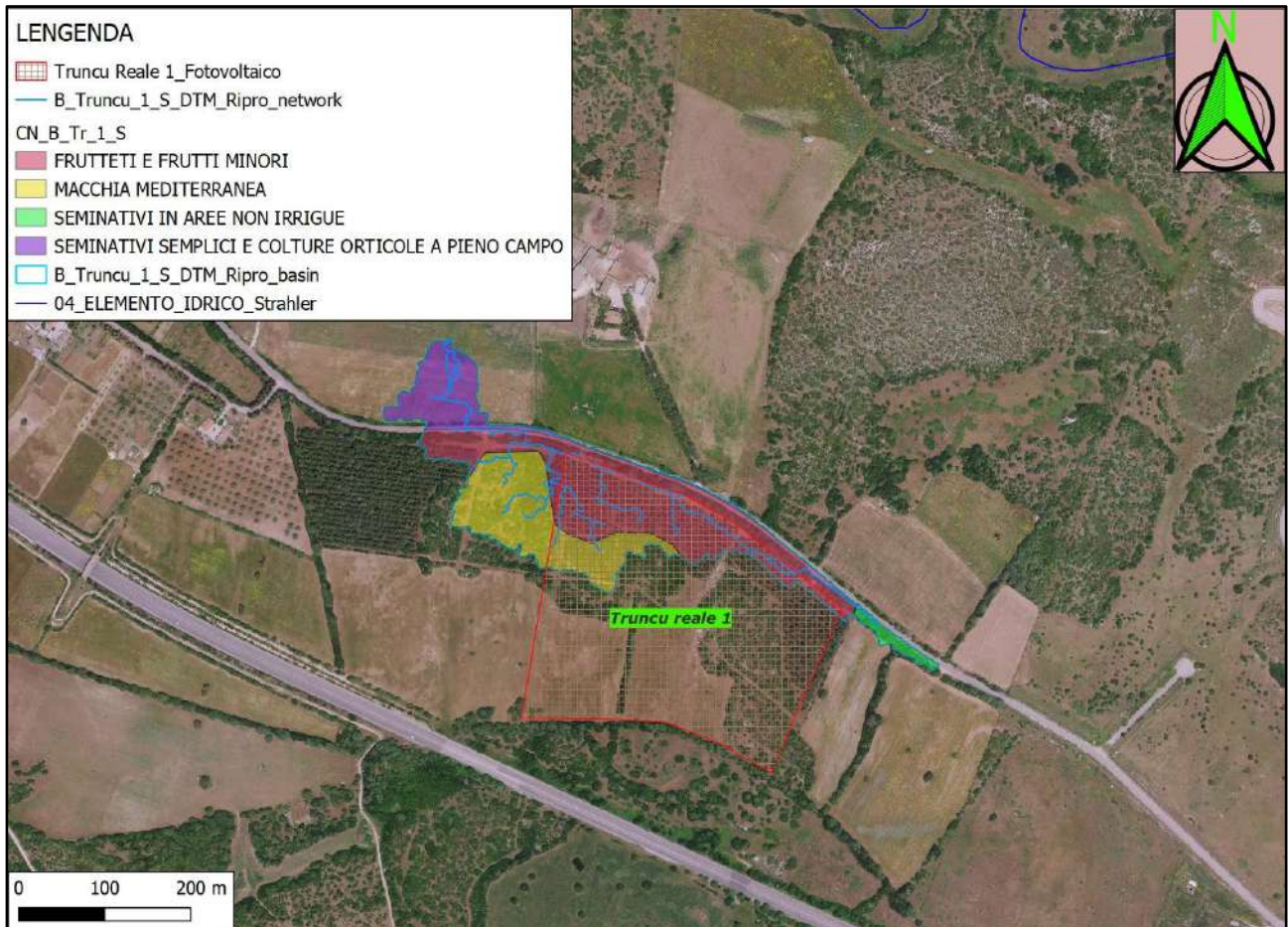
BACINO B_Truncu_1_S	
SUPERFICIE (kmq)	0.05
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	0.82
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.0127
PENDENZA MEDIA BACINO	0.0374
ALTITUDINE MEDIA (m slm)	55.83
ALTITUDINE SEZIONE TERMINALE (m slm)	52.63

Tabella 2 Parametri di bacino

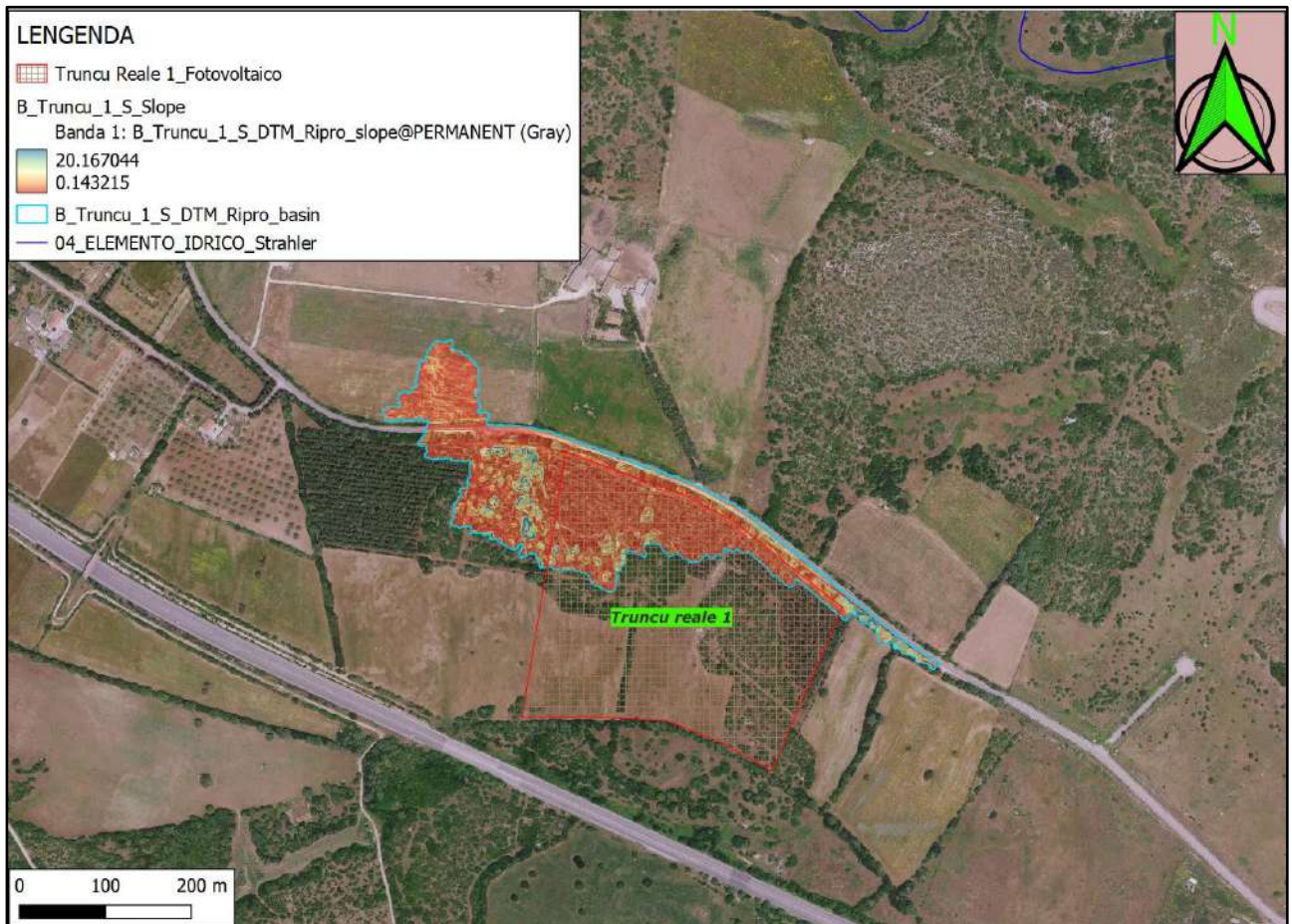
Per il calcolo delle portate di piena e per stabilire le perdite di bacino si è fatta la valutazione del parametro del Curve Number. Precisamente l'utilizzo congiunto delle informazioni relative all'uso del suolo e alla geologia e la buona presenza di superfici coltivate nella parte valliva con buone capacità di assorbimento consentono di attribuire al bacino un valore di **CN III = 77.1**.



USO DEL SUOLO E LINEE DI DEFLUSSO



CARTA DELLE PENDENZE DEL BACINO



Tempo di corrivazione

Come suggeriscono le linee Guida PAI può essere valutato con alcune formule empiriche:

FORMULA DI VENTURA

$$T_c = 0,127 \left| \frac{A}{i_m} \right|^{\frac{1}{2}} \quad [ore]$$

dove:

A è l'area del bacino in Km²

i_m pendenza media dell'asta principale.

$$TC = 0.25 \text{ ore}$$

FORMULA DI PASINI

$$T_c = \frac{0,108(A \cdot L)^{\frac{1}{3}}}{i_m^{\frac{1}{2}}} \quad [ore]$$

dove:

A è l'area del bacino in km²

i_m pendenza media dell'asta principale

L è la lunghezza dell'asta principale in km

$$TC = 0.33 \text{ ore}$$

FORMULA DI VIPARELLI

$$T_c = \frac{L}{(1+1,5) \cdot 3,6} \quad [ore]$$

dove :

L è la lunghezza dell'asta principale in km

1-1,5 è la velocità media della corrente in m/s

posto V=1.2 m/s si ha:

$$TC = 0.19 \text{ ore}$$

FORMULA DI GIANDOTTI

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}} \quad [ore]$$

dove:

A è l'area del bacino in km²

H_m altitudine media del bacino m slm

H_o altitudine della sezione di chiusura m slm

L è la lunghezza dell'asta principale in km

$$TC = 1.48$$

FORMULA DI SOIL CONSERVATION SERVICE

$$t_c = 0.57 \frac{100 * L_p^{0.8} * \left(\frac{100}{CN} - 9\right)^{0.7}}{\sqrt{P_b}}$$

dove :

L_p è la lunghezza asta principale

CN CURVE NUMBER

P_b pendenza media del bacino

TC = 0.66

Per ragioni di cautela si è deciso di adottare come tempo di corrivazione, una media tra i valori maggiormente attinenti (Viparelli, Kirpich, Ventura, Pasini):

TC = 0.27 ore

Portate

Utilizzando come tempo di corrivazione quanto sopra indicato ed avendo come **pioggia indice giornaliera di 45 mm**, si ottiene infine:

TABELLA	3	CN_B_Tr_1_S		
CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE				
BACINO			ASTA FLUVIALE	
AREA	ALTEZZA CHIUSURA	ALTEZZA MEDIA	PENDENZA MEDIA	PENDENZA
(Km ²)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(Km)	(Km)
0.050	52.63	55.83	0.0374	0.0127
PARAMETRI				
CN AMC III	S	Pa' Sirchia	TCEV hg media	TCEV sotto zona
77.1	75.442	0.7	45	2
				LOG NORM gruppo
				3
TEMPI DI CORRIVAZIONE				
SCS	(ore)	T. RITORNO	Tf (*)	Tc+Tf (**)
Giandotti	1.48	(anni)	(ore)	(ore)
Pasini	0.33	50	0.3593	0.6289
Viparelli	0.19	100	0.2866	0.5562
Ventura	0.25	200	0.2239	0.4935
V A P I	1.20	500	0.1939	0.4635
Kirpich	0.31			
VALORE STIMATO	0.27			
TCEV LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf)	hn	Ψ	h(Tc+Tf)
	(mm)	(mm)		(mm)
0.06	26.5	1.5	0.00	0
0.08	29.3	2.3	0.00	0
0.11	33.3	3.5	0.00	0
0.13	36.1	4.6	0.00	0
PORTATE DI PIENA				
TEMPI DI RITORNO (anni):	10	20	50	100
METODI INDIRETTI				
TCEV	0.03	0.06	0.10	0.14 (mc/s)
SIRCHIA	2.20	2.20	2.20	2.20 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	1.70	1.96	2.22	2.58 (mc/s)
LOG NORMALE	0.00	0.00	0.00	0.00 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	0.03	0.06	0.10	0.14 (mc/s)

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

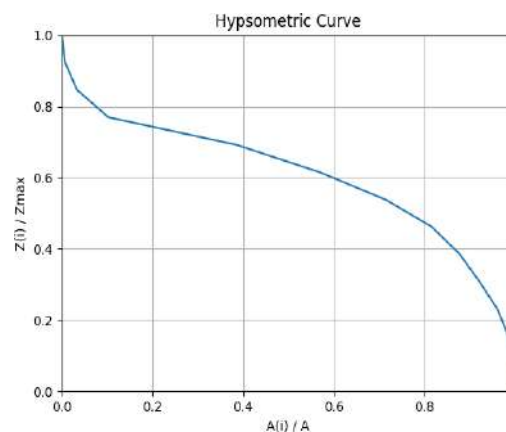
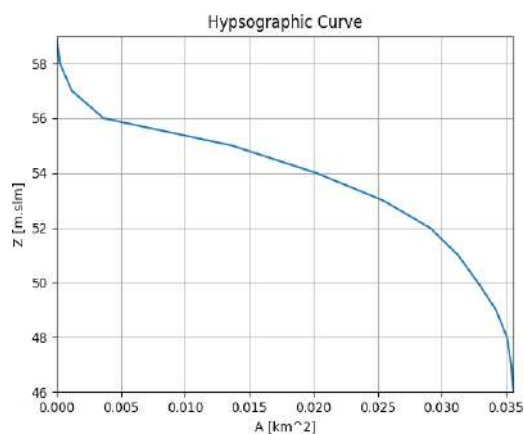
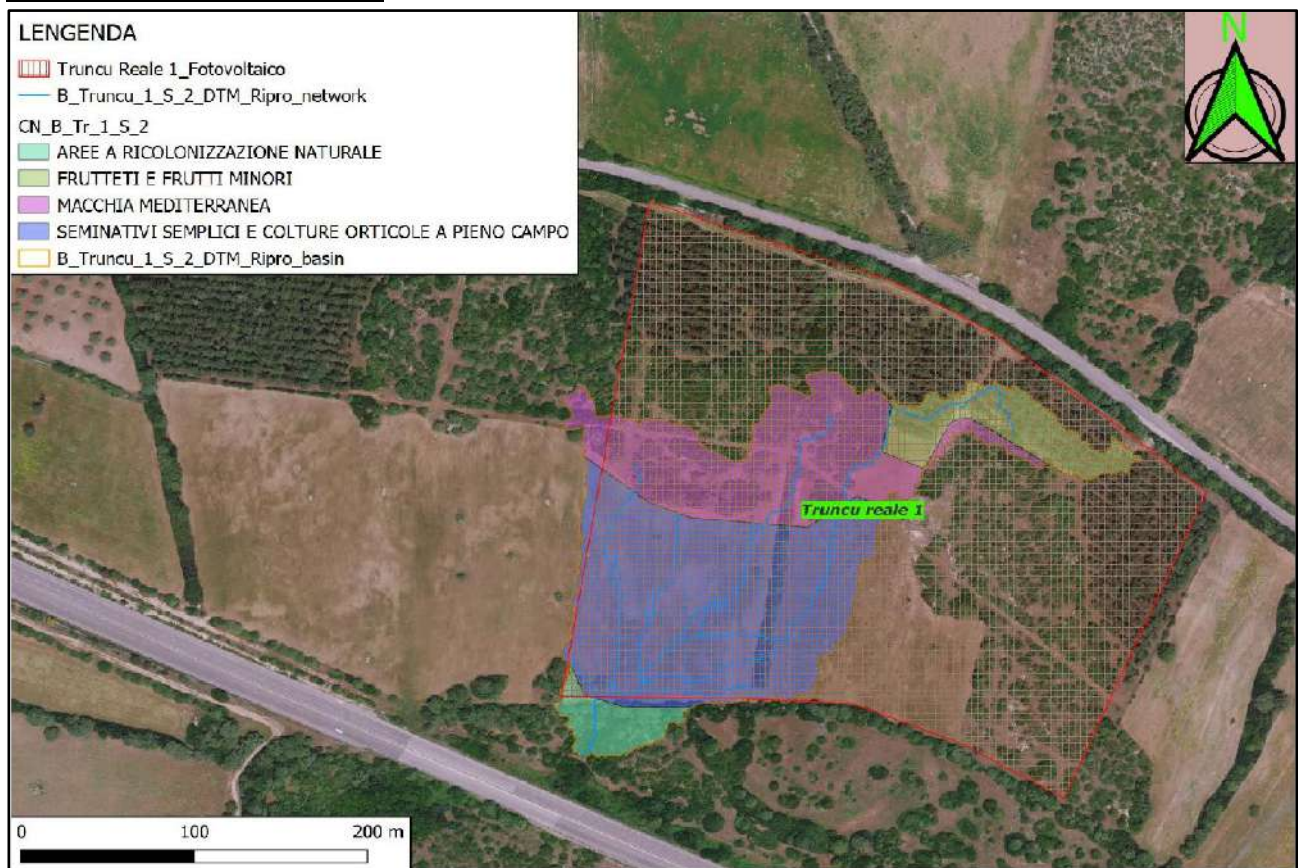
(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

2. BACINO1 B_Truncu_1_S_2

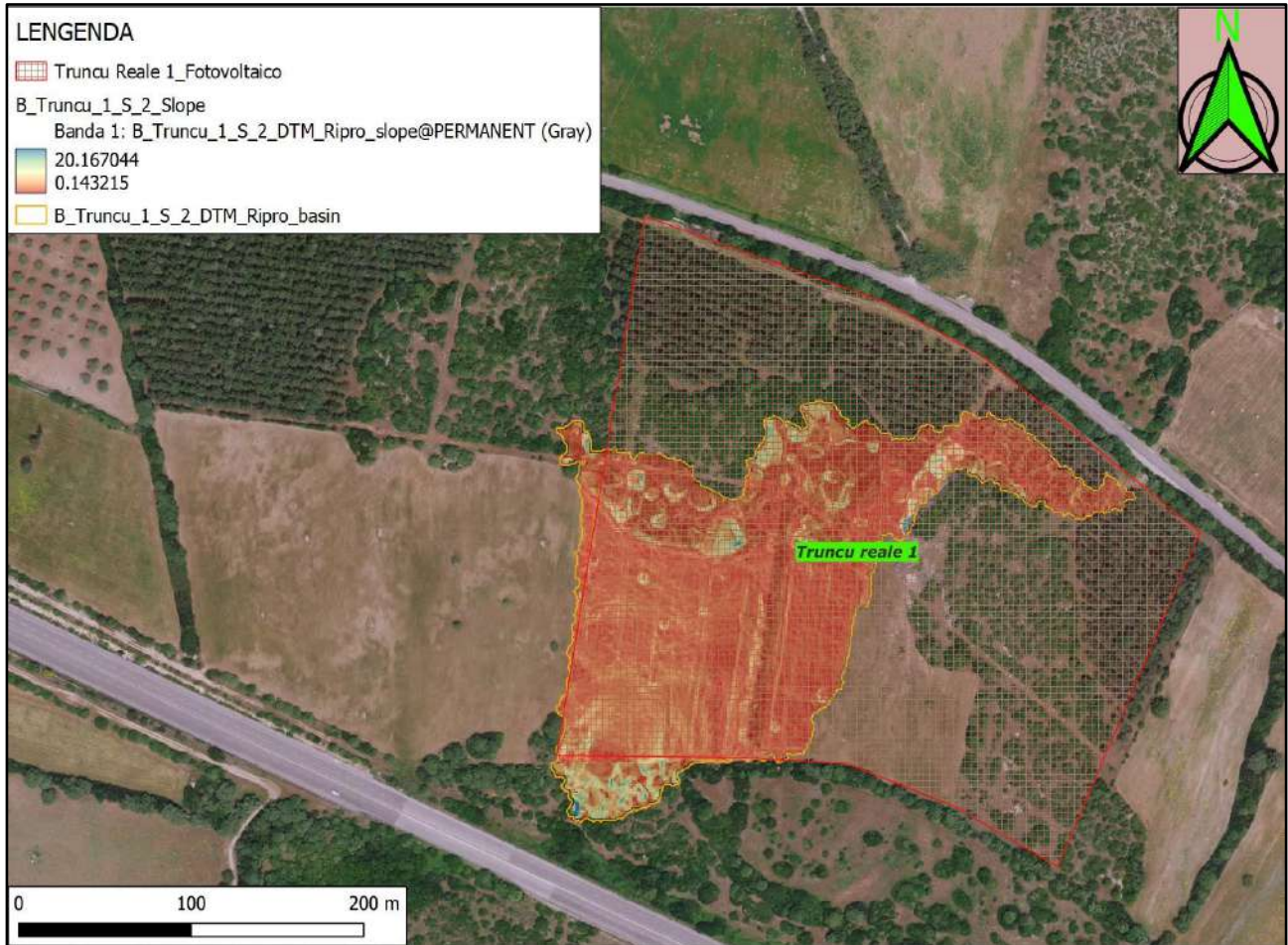
Si riporta in tabella la sintesi dei parametri esprimanti le caratteristiche geomorfologiche del bacino.

BACINO B_Truncu_1_S_2	
SUPERFICIE (kmq)	0.035
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	0.48
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.0291
PENDENZA MEDIA BACINO	0.0304
ALTITUDINE MEDIA (m slm)	54.35
ALTITUDINE SEZIONE TERMINALE (m slm)	46.26
CN III	76.2

CARTA DEL'USO DEL SUOLO



CARTA DELLE PENDENZE DEL BACINO



CARTA DELLE LINEE DI DEFLUSSO



Si riporta quindi, il riepilogo dei parametri morfometrici e delle portate calcolate:

TABELLA	4	CN_B_Tr_1_S_2		
CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE				
BACINO			ASTA FLUVIALE	
AREA	ALTEZZA CHIUSURA	ALTEZZA MEDIA	PENDENZA MEDIA	PENDENZA
(Km ²)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)		(Km)
0.035	46.26	54.35	0.0304	0.48
				0.0291
PARAMETRI				
CN AMC III	S	Pa' Sirchia	TCEV hg media	TCEV sotto zona
			(mm)	LOG NORM gruppo
76.2	79.333	0.7	45	2
				3
TEMPI DI CORRIVAZIONE				
(ore)		T. RITORNO	Tf (*)	Tc+Tf (**)
SCS	0.49	(anni)	(ore)	(ore)
Giandotti	0.65	50	0.2909	0.4364
Pasini	0.16	100	0.2376	0.3832
Viparelli	0.13	200	0.1872	0.3327
Ventura	0.14	500	0.1632	0.3088
V A P I	0.86			
Kirpich	0.15			
VALORE STIMATO	0.15			
TCEV LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf)	hn	Ψ	h(Tc+Tf)
	(mm)	(mm)		(mm)
0.03	23.8	0.7	0.00	0
0.04	25.6	1.1	0.00	0
0.06	28.2	1.7	0.00	0
0.07	30.0	2.1	0.00	0
PORTATE DI PIENA				
TEMPI DI RITORNO (anni):	10	20	50	100
METODI INDIRETTI				
TCEV	0.02	0.03	0.05	0.07 (mc/s)
SIRCHIA	1.60	1.60	1.60	1.60 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	1.23	1.42	1.62	1.87 (mc/s)
LOG NORMALE	0.00	0.00	0.00	0.00 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	0.02	0.03	0.05	0.07 (mc/s)

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

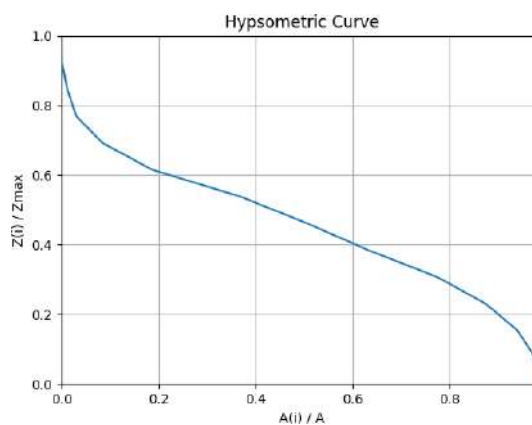
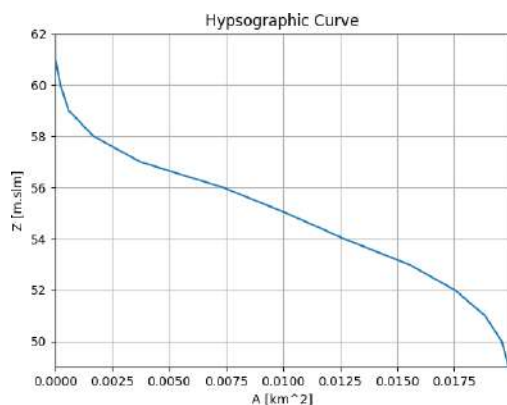
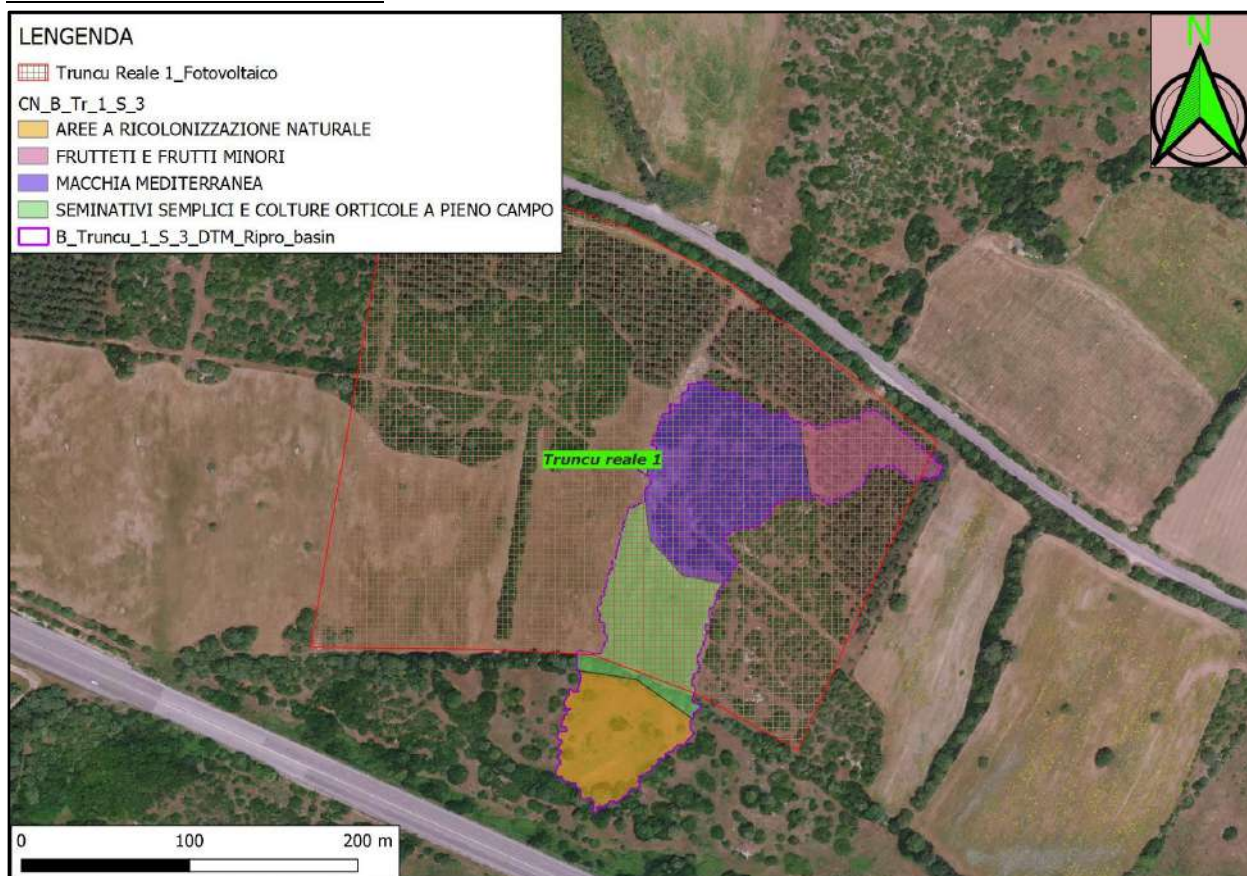
(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

3. BACINO B_Tr_1_S_3

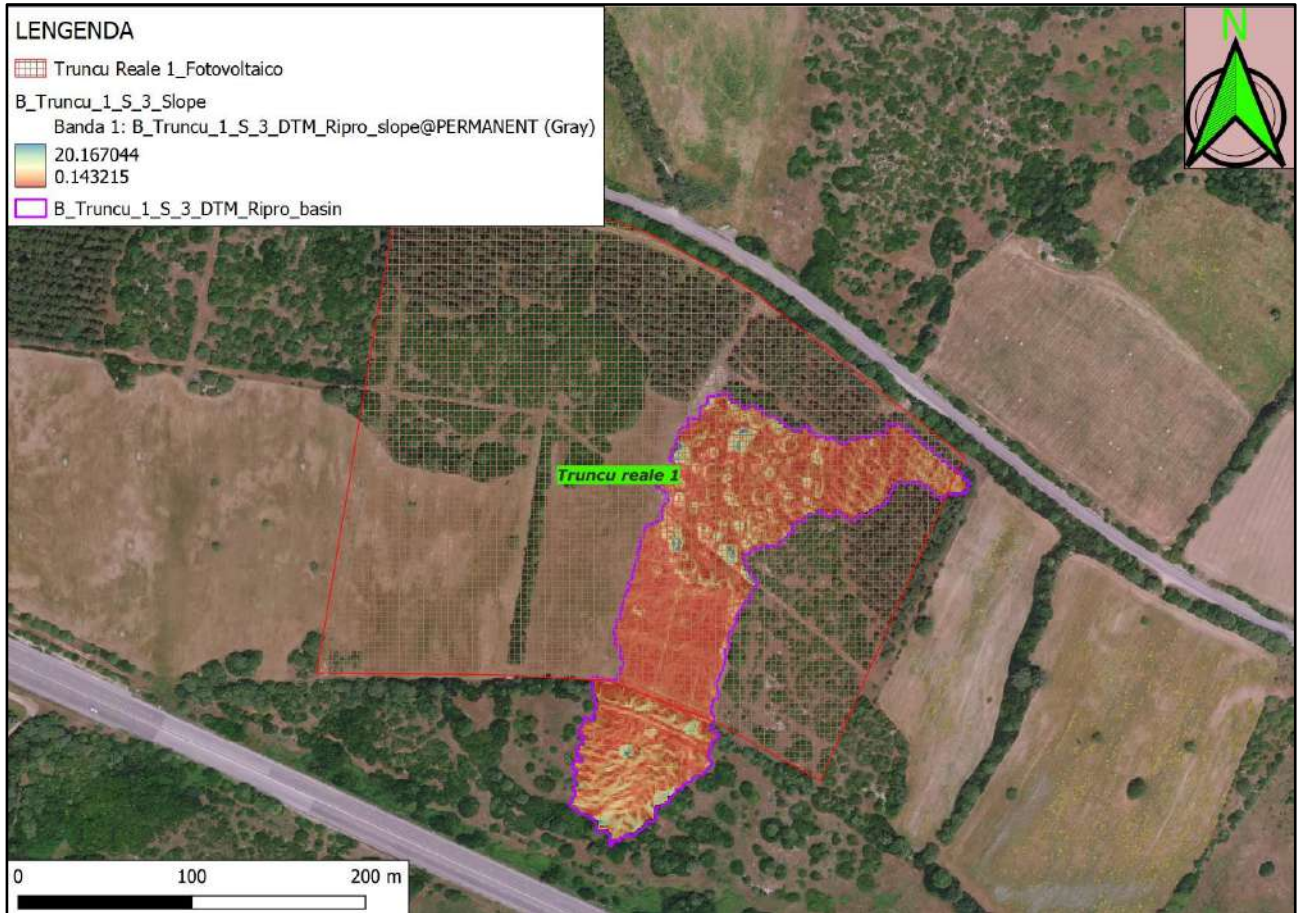
Si riporta in tabella la sintesi dei parametri esprimanti le caratteristiche geomorfologiche del bacino.

BACINO B_Tr_1_S_3	
SUPERFICIE (kmq)	0.02
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	0.37
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.0287
PENDENZA MEDIA BACINO	0.033
ALTITUDINE MEDIA (m slm)	55.36
ALTITUDINE SEZIONE TERMINALE (m slm)	48.5
CN III	72.3

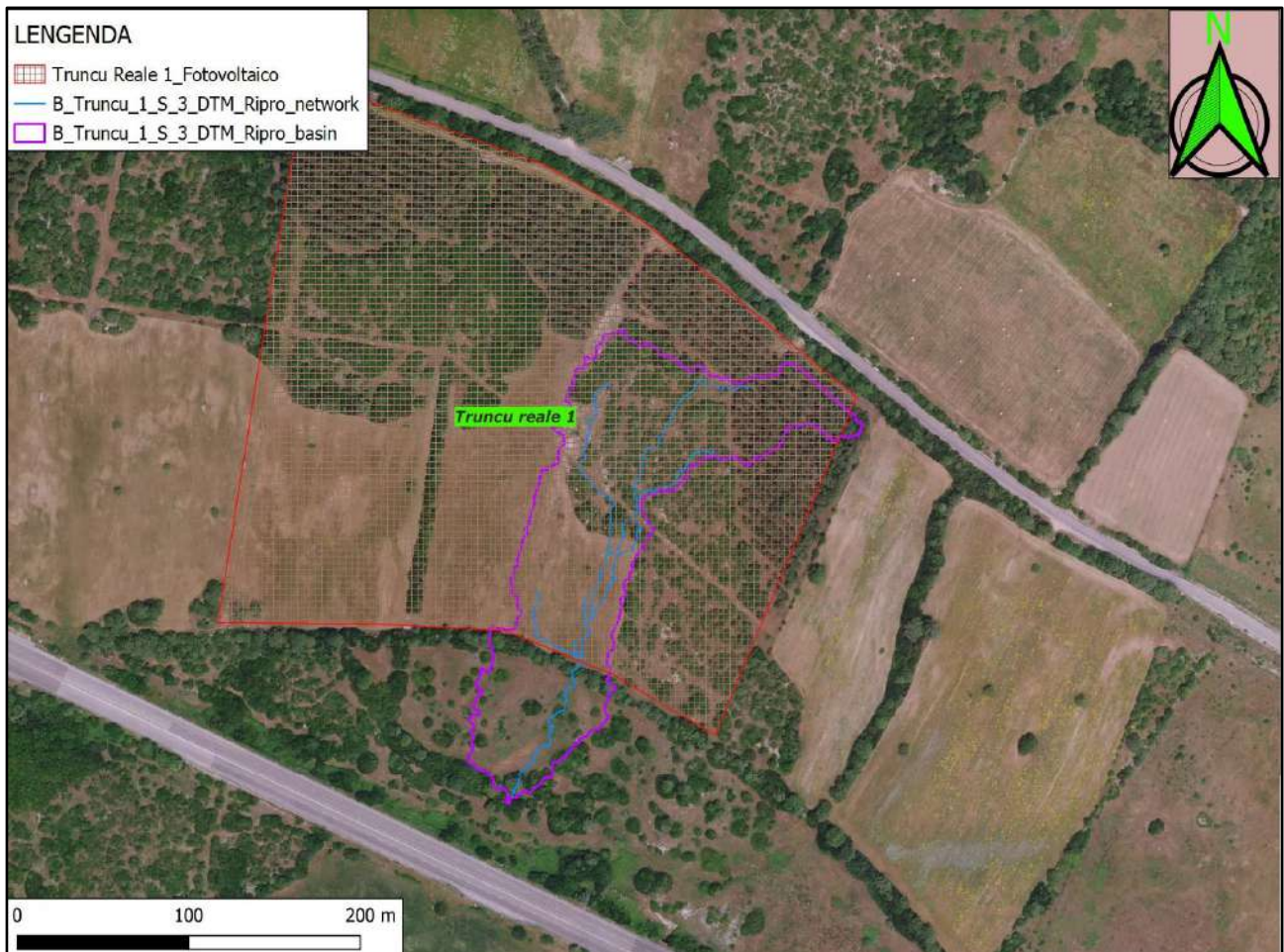
CARTA DEL'USO DEL SUOLO



CARTA DELLE PENDENZE DEL BACINO



CARTA DELLE LINEE DI DEFLUSSO



Si riporta quindi, il riepilogo dei parametri morfometrici e delle portate calcolate:

TABELLA	5	CN_B_Tr_1_S_3			
---------	---	---------------	--	--	--

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE											
BACINO				ASTA FLUVIALE		PARAMETRI					
AREA	ALTEZZA CHIUSURA	ALTEZZA MEDIA	PENDENZA MEDIA	LUNGHEZZA	PENDENZA	CN AMC III	S	Pa' Sirchia	TCEV hg media	TCEV sotto zona	LOG NORM gruppo
(Km ²)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)		(Km)					(mm)		
0.020	48.5	55.36	0.0333	0.368	0.0287	72.3	97.314	0.7	45	2	3

TEMPI DI CORRIVAZIONE				
(ore)		T. RITORNO	Tf (*)	Tc+Tf (**)
		(anni)	(ore)	(ore)
SCS	0.42	50	0.3919	0.5009
Giandotti	0.53	100	0.3061	0.4151
Pasini	0.12	200	0.2325	0.3415
Viparelli	0.09	500	0.1996	0.3088
Ventura	0.11			
V A P I	0.76			
Kirpich	0.12			
VALORE STIMATO	0.11			

TCEV			LOG NORMALE		
Ψ	h(Tc+Tf)	hn	Ψ	h(Tc+Tf)	hn
	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)
0.01	24.9	0.3	0.00	0	0
0.02	26.4	0.5	0.00	0	0
0.03	28.6	0.8	0.00	0	0
0.03	30.1	1.1	0.00	0	0

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale
(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA				
TEMPI DI RITORNO (anni):	10	20	50	100

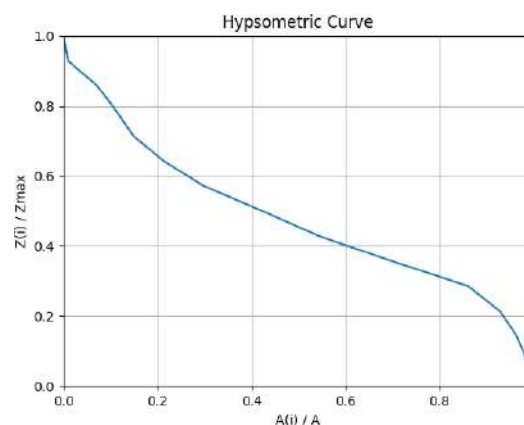
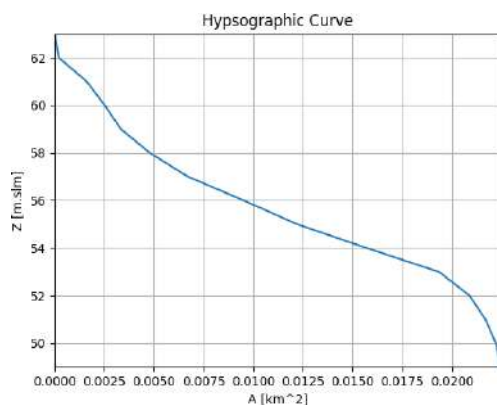
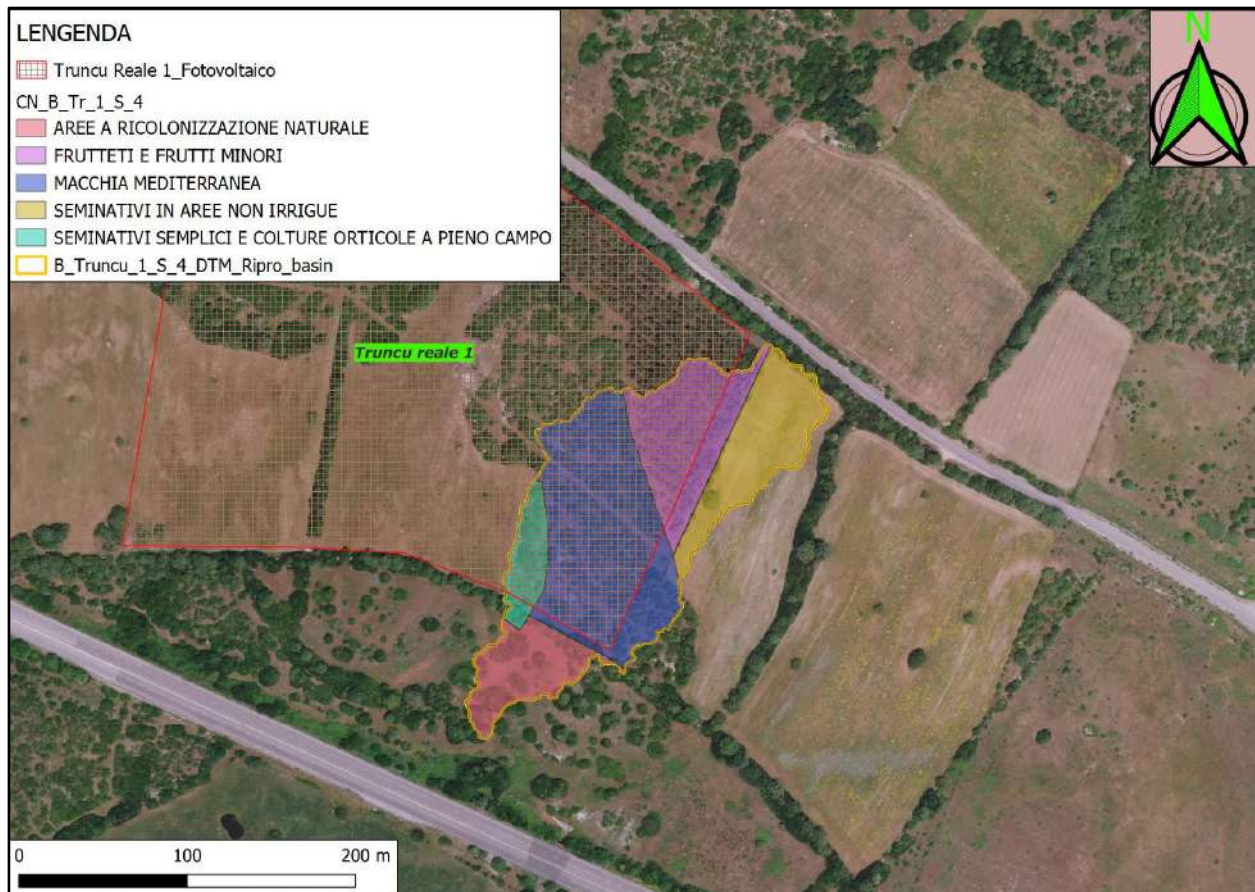
METODI INDIRETTI				
TCEV	0.00	0.01	0.01	0.02 (mc/s)
SIRCHIA	0.97	0.97	0.97	0.97 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	0.75	0.86	0.98	1.14 (mc/s)
LOG NORMALE	0.00	0.00	0.00	0.00 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	0.00	0.01	0.01	0.02 (mc/s)

4. BACINO B_Tr_1_S_4

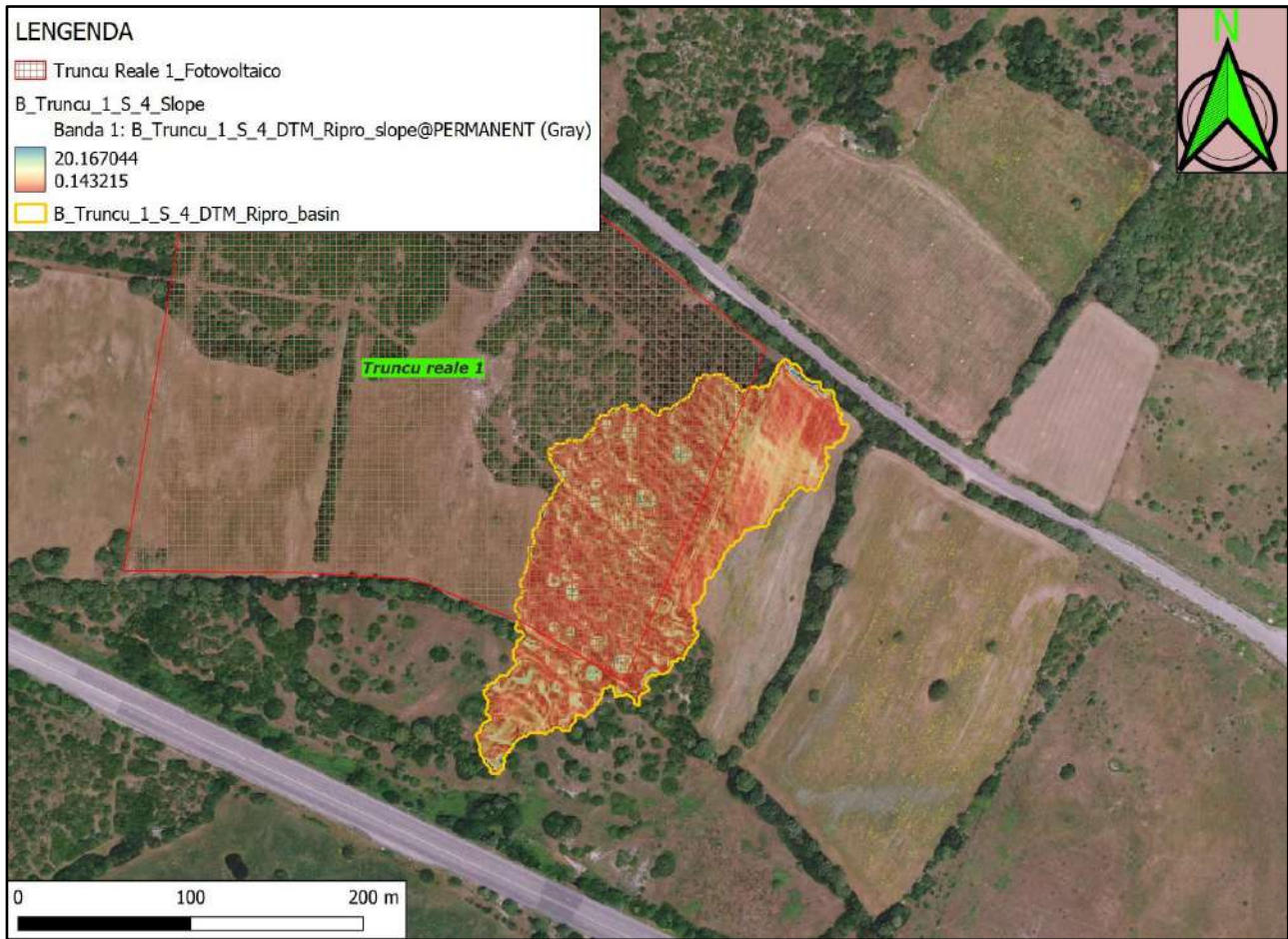
Si riporta in tabella la sintesi dei parametri esprimanti le caratteristiche geomorfologiche del bacino.

BACINO B_Tr_1_S_4	
SUPERFICIE (kmq)	0.022
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	0.326
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.0287
PENDENZA MEDIA BACINO	0.0368
ALTITUDINE MEDIA (m slm)	56.25
ALTITUDINE SEZIONE TERMINALE (m slm)	48.82
CN III	72.4

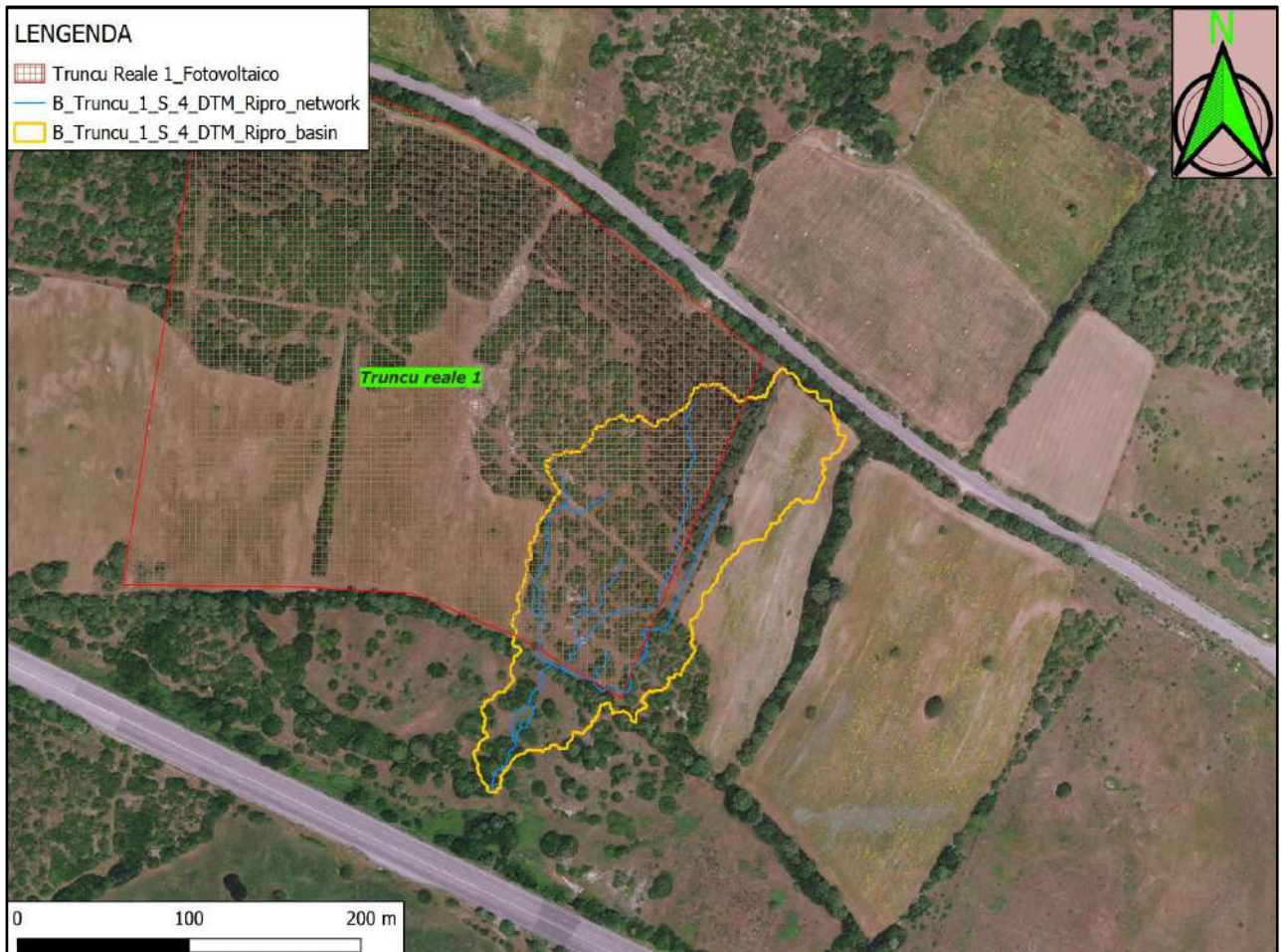
CARTA DEL'USO DEL SUOLO



CARTA DELLE PENDENZE DEL BACINO



CARTA DELLE LINEE DI DEFLUSSO



Si riporta quindi, il riepilogo dei parametri morfometrici e delle portate calcolate:

TABELLA

6

CN_B_Tr_1_S_4

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO				ASTA FLUVIALE	
AREA	ALTEZZA CHIUSURA	ALTEZZA MEDIA	PENDENZA MEDIA	LUNGHEZZA	PENDENZA
(Km ²)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)		(Km)	
0.022	48.82	58.25	0.0388	0.326	0.0287

PARAMETRI					
CN AMC III	S	Pa' Sirchia	TCEV hg media	TCEV sotto zona	LOG NORM gruppo
(mm)					
72.4	96.829	0.7	45	2	3

TEMPI DI CORRIVAZIONE

(ora)		T. RITORNO		
SCS	0.36	Tf (*)	Tc+Tf (**)	
Giandotti	0.50	(anni)	(ora)	(ora)
Pasini	0.11	50	0.3709	0.4664
Viparelli	0.08	100	0.2905	0.3861
Ventura	0.10	200	0.2216	0.3171
V A P I	0.73	500	0.1906	0.2861
Kirpich	0.10			
VALORE STIMATO	0.10			

TCEV		LOG NORMALE			
Ψ'	h(Tc+Tf)	hn	Ψ'	h(Tc+Tf)	hn
(mm)		(mm)	(mm)		(mm)
0.01	24.4	0.2	0.00	0	0
0.02	25.7	0.4	0.00	0	0
0.02	27.7	0.7	0.00	0	0
0.03	29.1	0.9	0.00	0	0

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

METODI INDIRETTI

TCEV	0.00	0.01	0.01	0.02	(mc/s)
SIRCHIA	1.06	1.06	1.06	1.06	(mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	0.81	0.94	1.07	1.24	(mc/s)
LOG NORMALE	0.00	0.00	0.00	0.00	(mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	0.00	0.01	0.01	0.02	(mc/s)

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

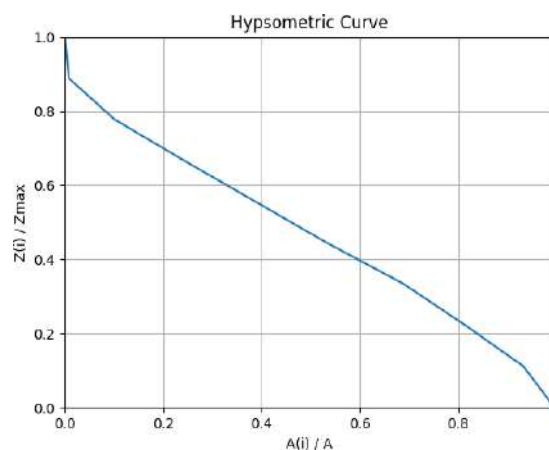
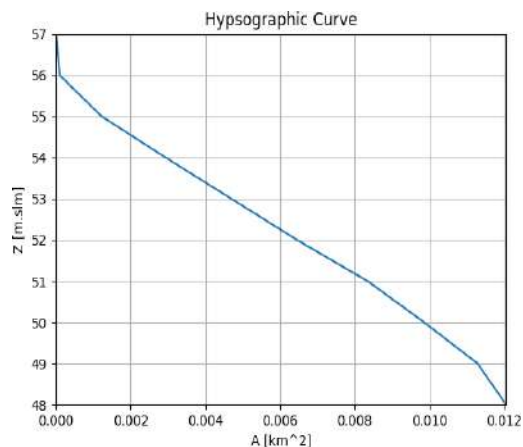
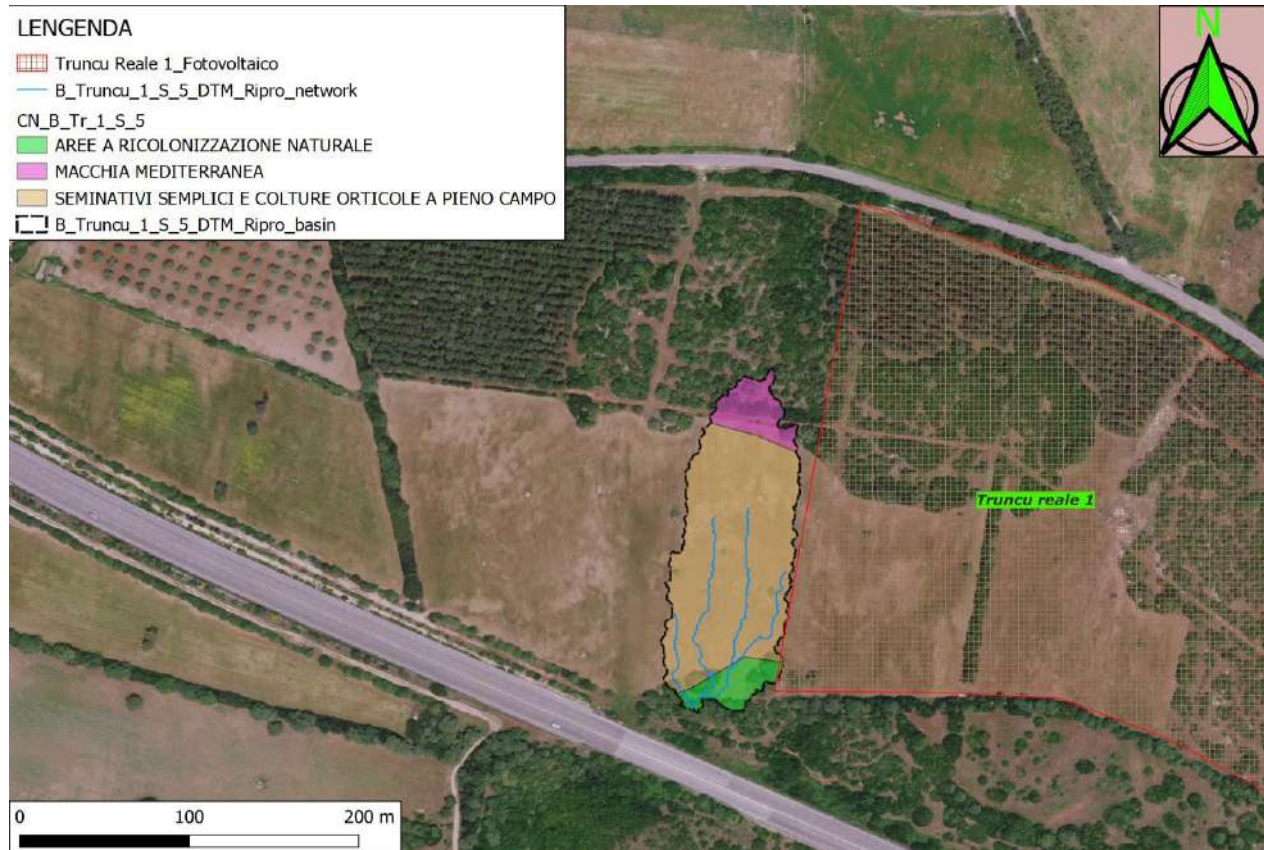
(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

5. BACINO B_Tr_1_S_5

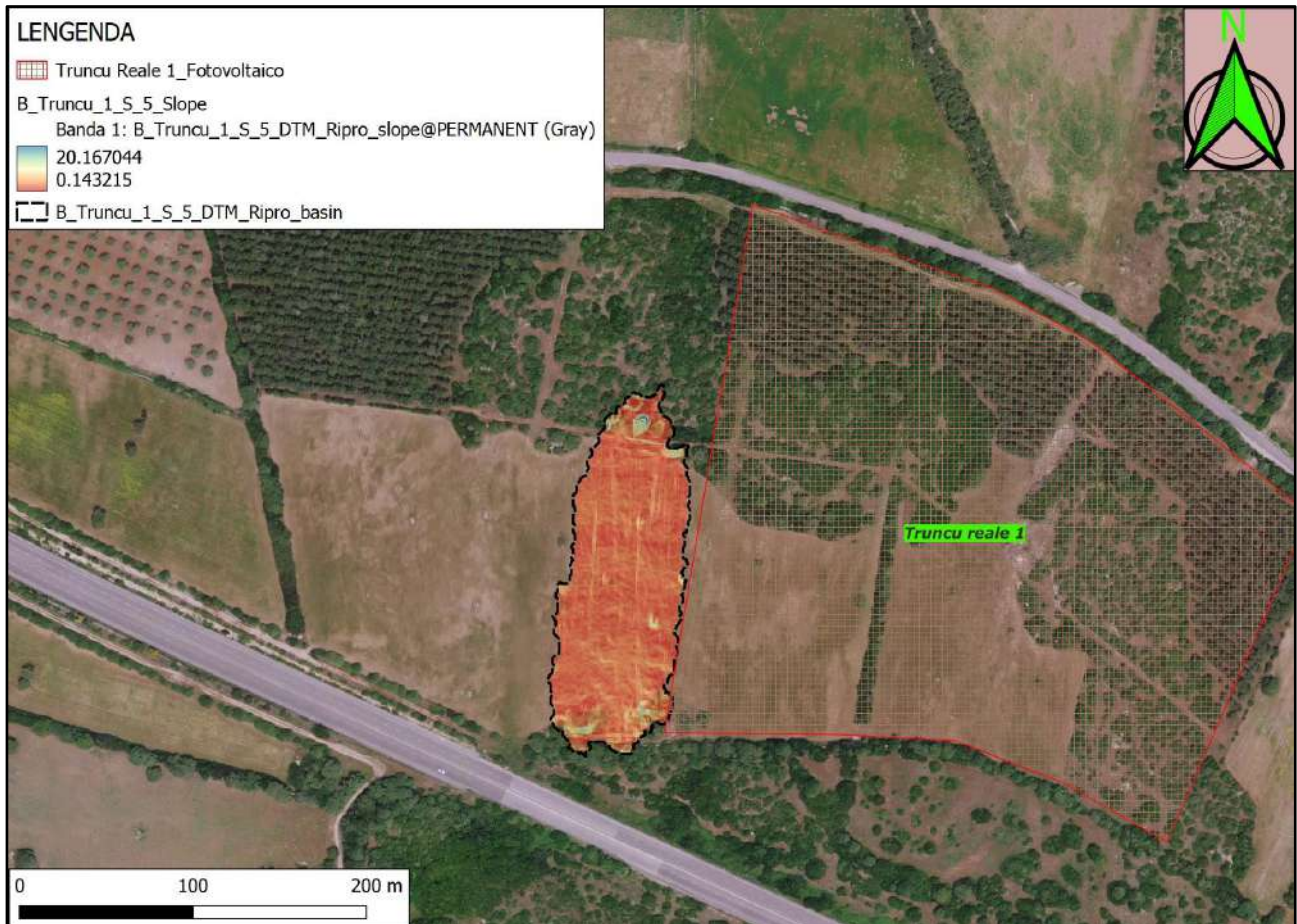
Si riporta in tabella la sintesi dei parametri esprimanti le caratteristiche geomorfologiche del bacino.

BACINO B_Tr_1_S_5	
SUPERFICIE (kmq)	0.012
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	0.152
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.0466
PENDENZA MEDIA BACINO	0.0301
ALTITUDINE MEDIA (m slm)	52.71
ALTITUDINE SEZIONE TERMINALE (m slm)	48.07
CN III	80

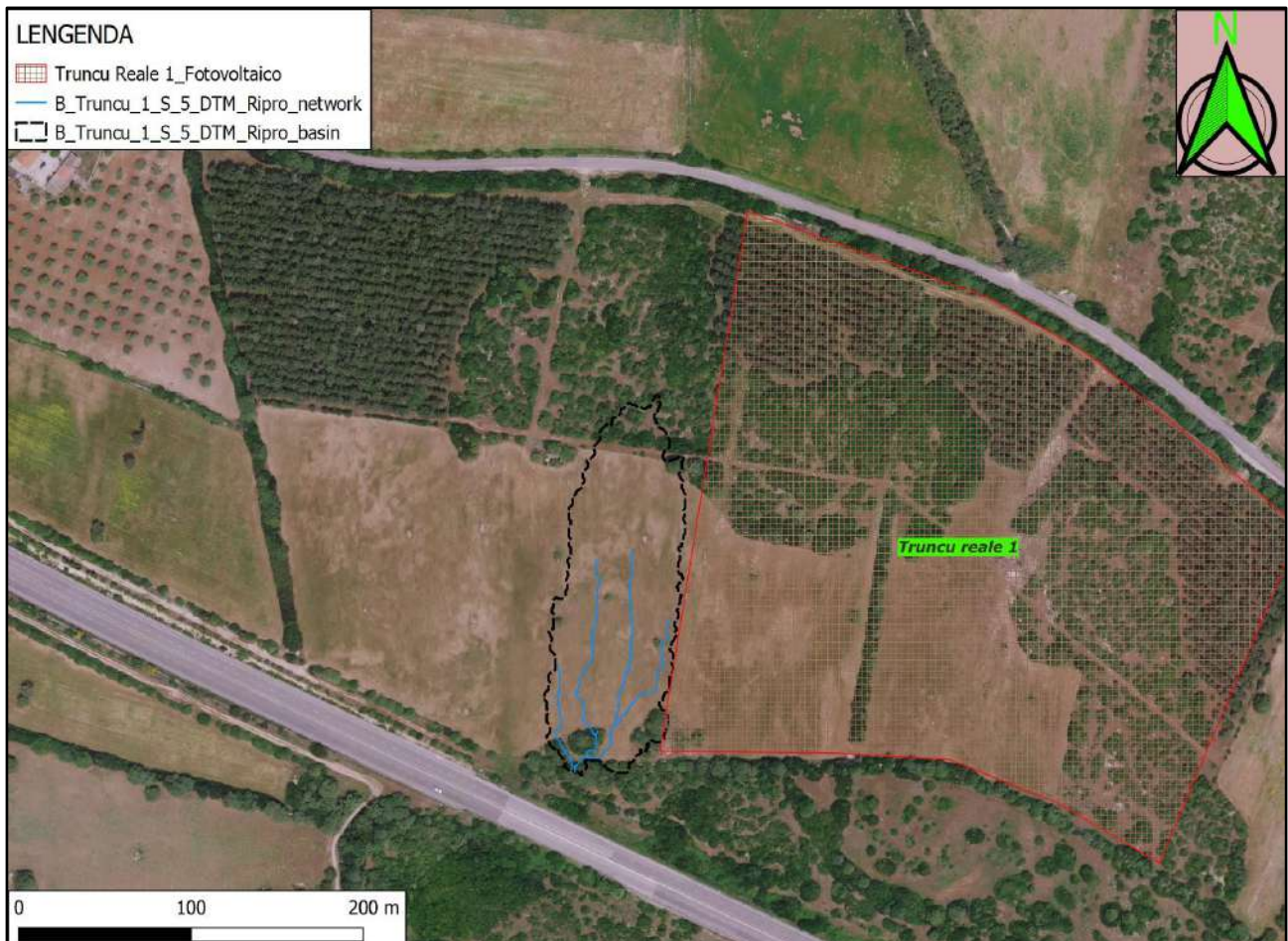
CARTA DEL'USO DEL SUOLO



CARTA DELLE PENDENZE DEL BACINO



CARTA DELLE LINEE DI DEFLUSSO



Si riporta quindi, il riepilogo dei parametri morfometrici e delle portate calcolate:

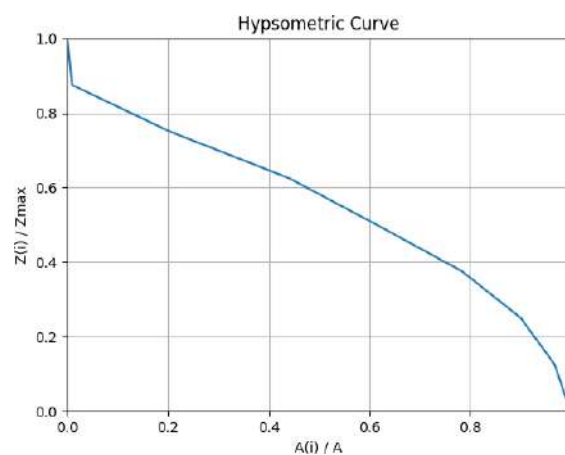
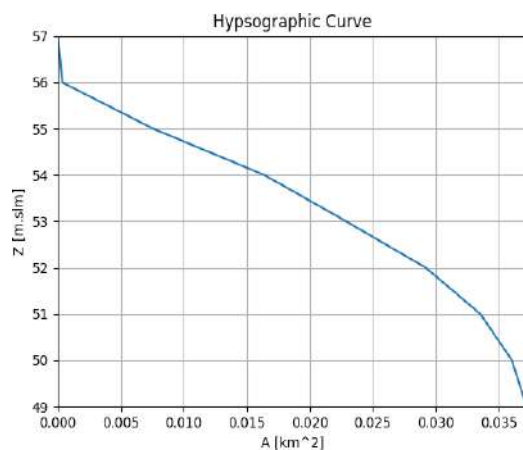
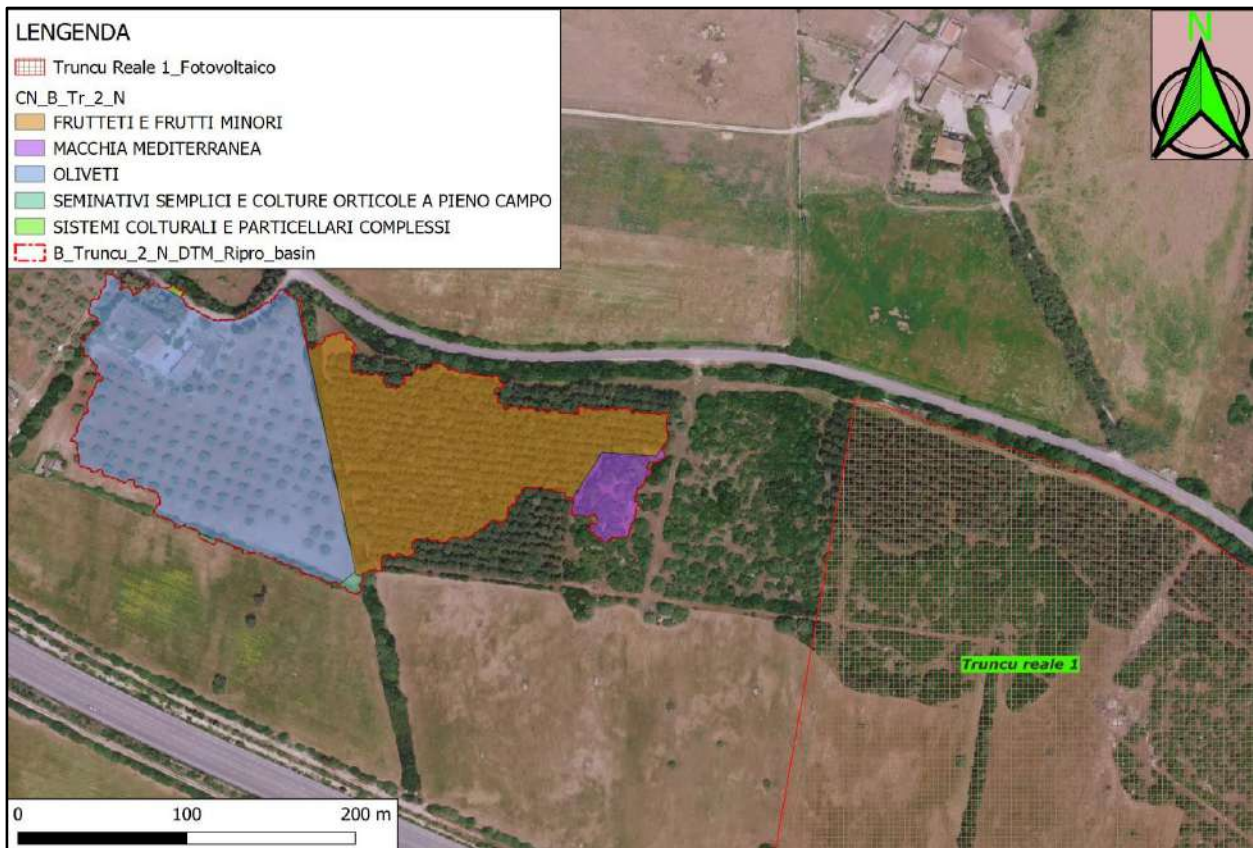
TABELLA	7	CN_B_Tr_1_S_5			
CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE					
BACINO			ASTA FLUVIALE		
AREA	ALTEZZA CHIUSURA	ALTEZZA MEDIA	PENDENZA MEDIA	LUNGHEZZA	PENDENZA
(Km ²)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)		(Km)	
0.012	48.07	52.71	0.0301	0.152	0.0466
			CN AMC III	S	Pa' Sirchia
			80.0	63.500	0.7
			TCEV hg media	TCEV sotto zona	LOG NORM gruppo
			45	2	3
TEMPI DI CORRIVAZIONE					
(ore)		T. RITORNO	Tf (*)	Tc+Tf (**)	
SCS	0.17	(anni)	(ore)	(ore)	
Giandotti	0.39	50	0.1212	0.1741	
Pasini	0.06	100	0.1106	0.1634	
Viparelli	0.04	200	0.0924	0.1453	
Ventura	0.06	500	0.0833	0.1361	
V A P I	0.58				
Kirpich	0.05				
VALORE STIMATO	0.05				
(*) tempo di formazione del deflusso superficiale					
(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.					
PORTATE DI PIENA					
TEMPI DI RITORNO (anni):	10	20	50	100	
METODI INDIRECTI					
TCEV	0.01	0.01	0.02	0.02	(mc/s)
SIRCHIA	0.61	0.61	0.61	0.61	(mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	0.47	0.55	0.62	0.72	(mc/s)
LOG NORMALE	0.00	0.00	0.00	0.00	(mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	0.01	0.01	0.02	0.02	(mc/s)

6. BACINO B_Tr_2_N

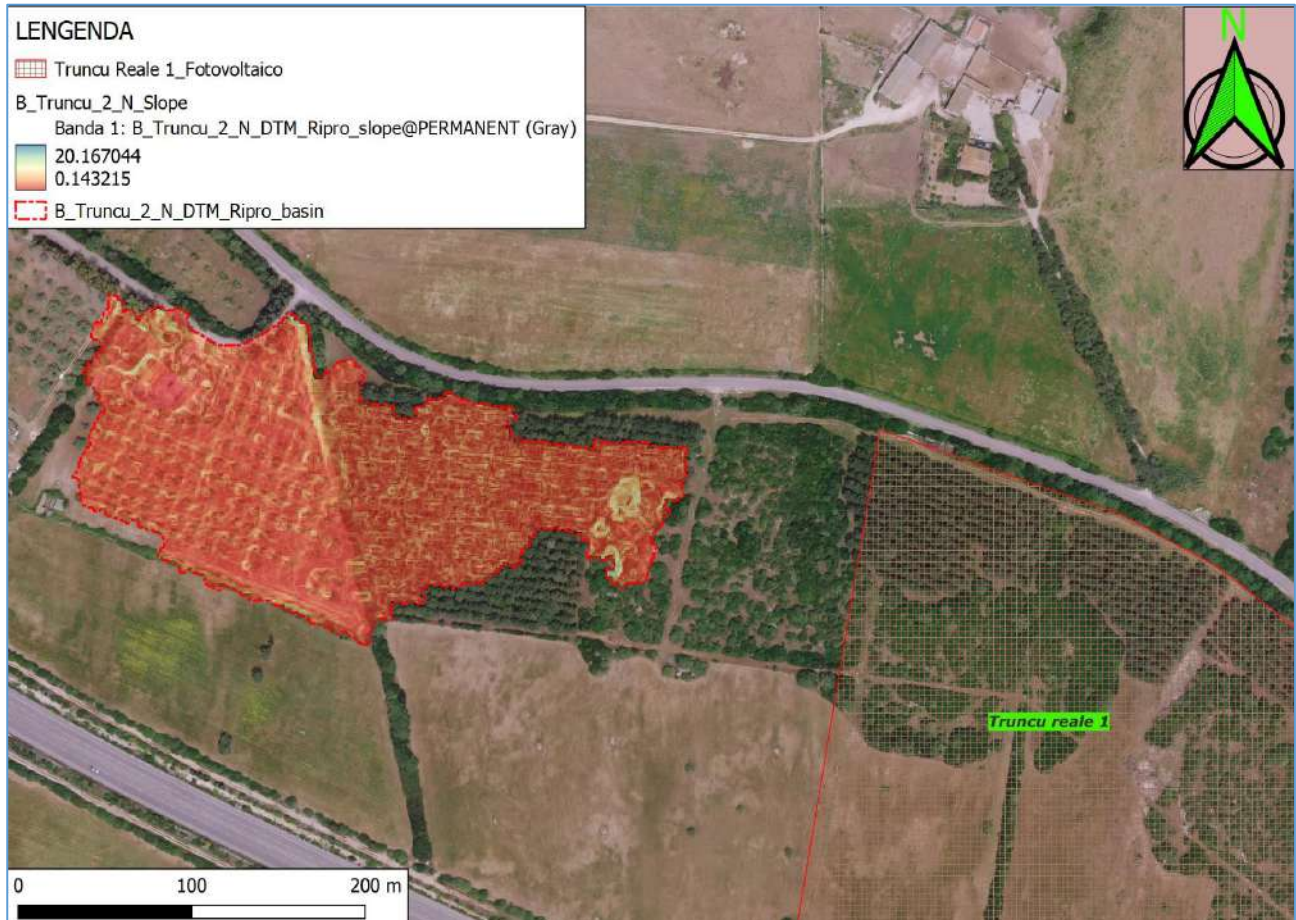
Si riporta in tabella la sintesi dei parametri esprimanti le caratteristiche geomorfologiche del bacino.

BACINO B_Tr_2_N	
SUPERFICIE (kmq)	0.037
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	0.47
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.0205
PENDENZA MEDIA BACINO	0.0249
ALTITUDINE MEDIA (m slm)	53.91
ALTITUDINE SEZIONE TERMINALE (m slm)	49.35
CN III	81.7

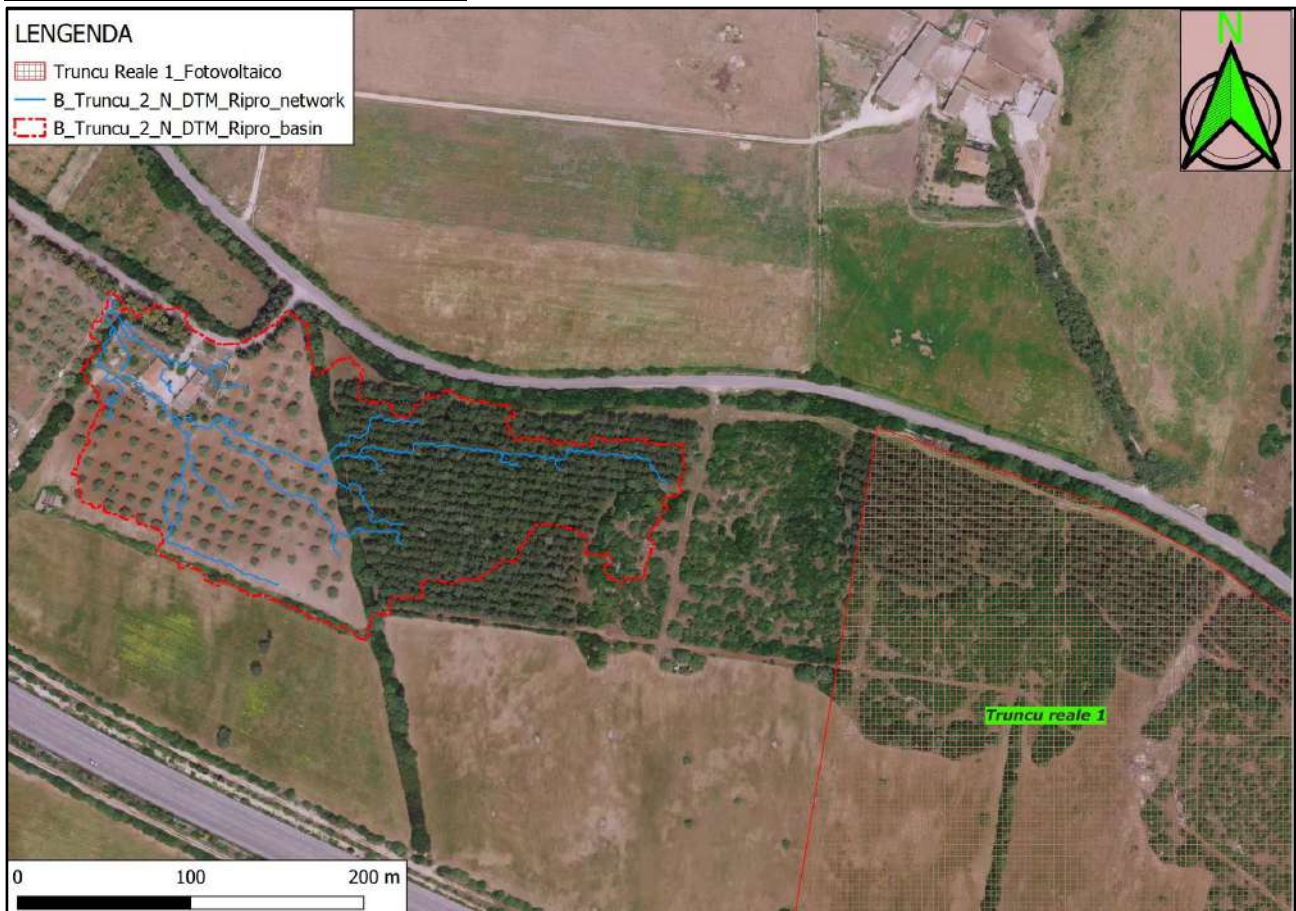
CARTA DEL'USO DEL SUOLO



CARTA DELLE PENDENZE DEL BACINO



CARTA DELLE LINEE DI DEFLUSSO



Si riporta quindi, il riepilogo dei parametri morfometrici e delle portate calcolate:

TABELLA	1	CN_B_Tr_2_N		
CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE				
BACINO			ASTA FLUVIALE	
AREA	ALTEZZA CHIUSURA	ALTEZZA MEDIA	PENDENZA MEDIA	PENDENZA
(Km ²)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)		(Km)
0.037	49.35	53.91	0.0249	0.47
				0.0205
PARAMETRI				
CN AMC III	S	Pa' Sirchia	TCEV hg media	TCEV sotto zona
			(mm)	LOG NORM gruppo
81.7	56.894	0.7	45	2
				3
TEMPI DI CORRIVAZIONE				
(ore)		T. RITORNO	Tf (*)	Tc+Tf (**)
SCS	0.45	(anni)	(ore)	(ore)
Glandotti	0.86	50	0.1721	0.3323
Pasini	0.20	100	0.1488	0.3090
Viparelli	0.11	200	0.1210	0.2813
Ventura	0.17	500	0.1087	0.2689
V A P I	0.96			
Kirpich	0.17			
VALORE STIMATO	0.16			
TCEV LOG NORMALE				
Ψ'	h(Tc+Tf)	hn	Ψ	h(Tc+Tf)
	(mm)	(mm)		(mm)
0.08	22.0	1.7	0.00	0
0.09	23.6	2.2	0.00	0
0.12	26.3	3.1	0.00	0
0.14	28.2	3.8	0.00	0
PORTATE DI PIENA				
METODI INDIRETTI				
TCEV	0.05	0.07	0.11	0.15 (mc/s)
SIRCHIA	1.68	1.68	1.68	1.68 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	1.30	1.50	1.70	1.97 (mc/s)
LOG NORMALE	0.00	0.00	0.00	0.00 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	0.05	0.07	0.11	0.15 (mc/s)

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

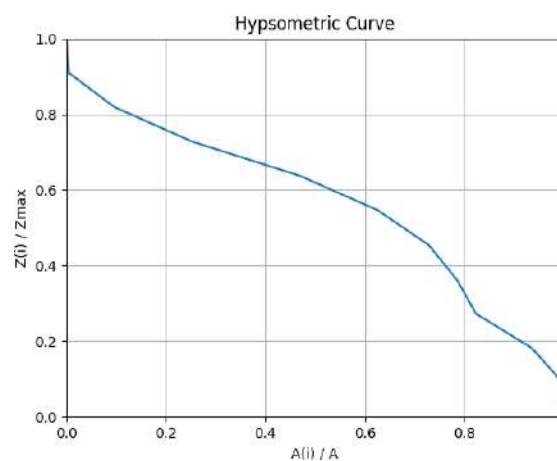
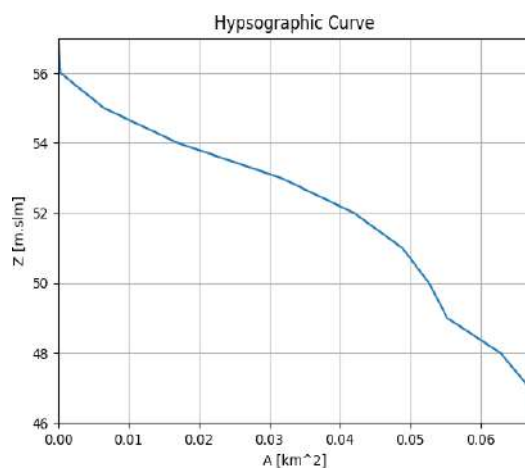
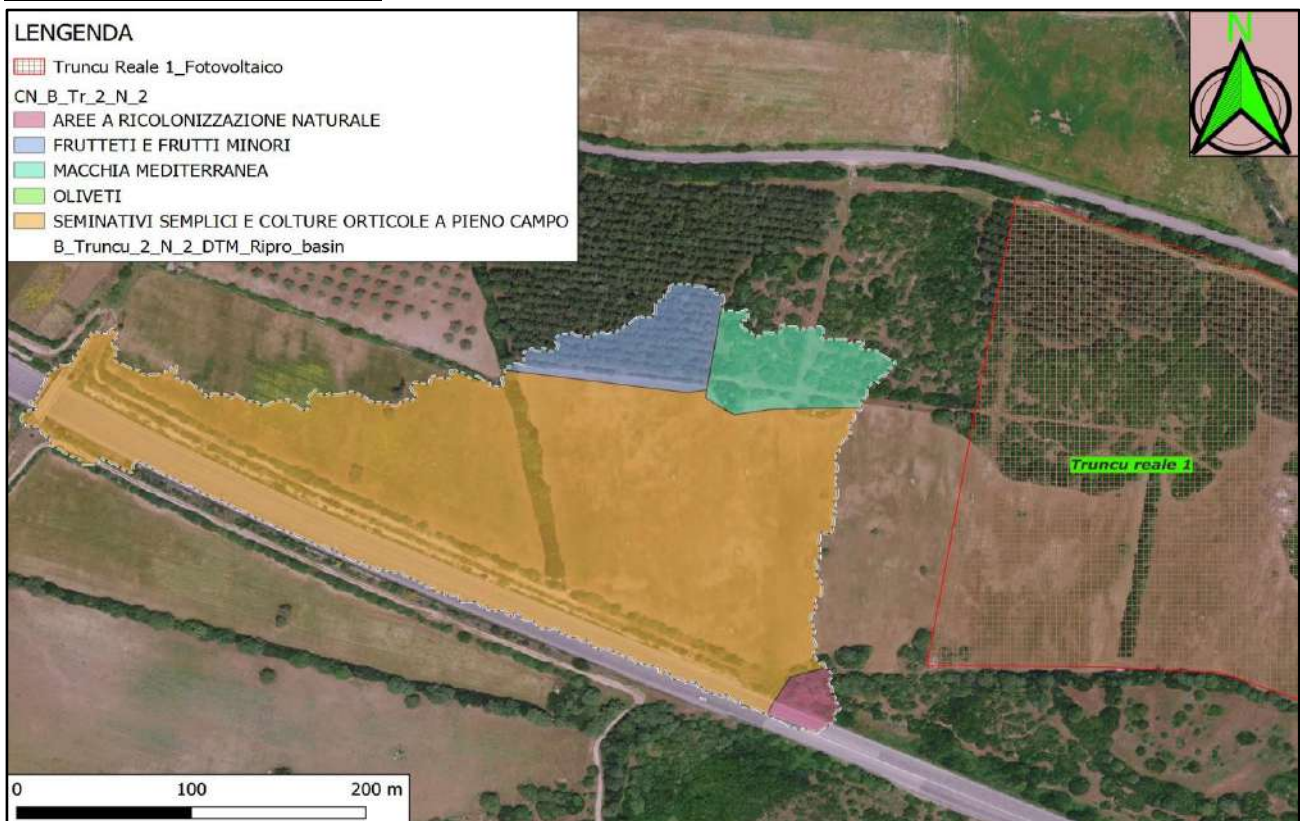
(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

7. BACINO B_Tr_2_N_2

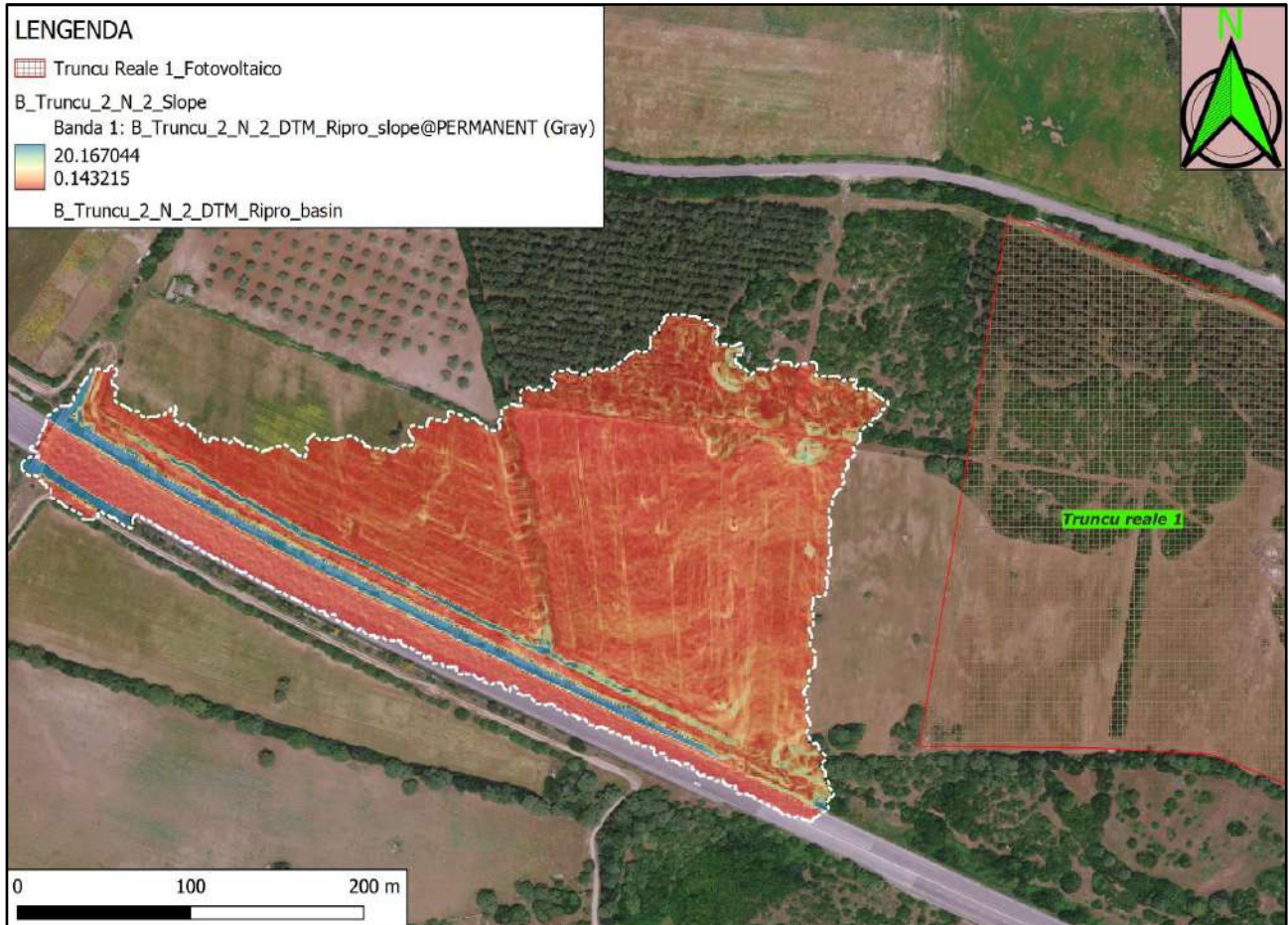
Si riporta in tabella la sintesi dei parametri esprimanti le caratteristiche geomorfologiche del bacino.

BACINO B_Tr_2_N_2	
SUPERFICIE (kmq)	0.067
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (Km)	0.55
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	0.0359
PENDENZA MEDIA BACINO	0.041
ALTITUDINE MEDIA (m slm)	52.71
ALTITUDINE SEZIONE TERMINALE (m slm)	46.16
CN III	81.6

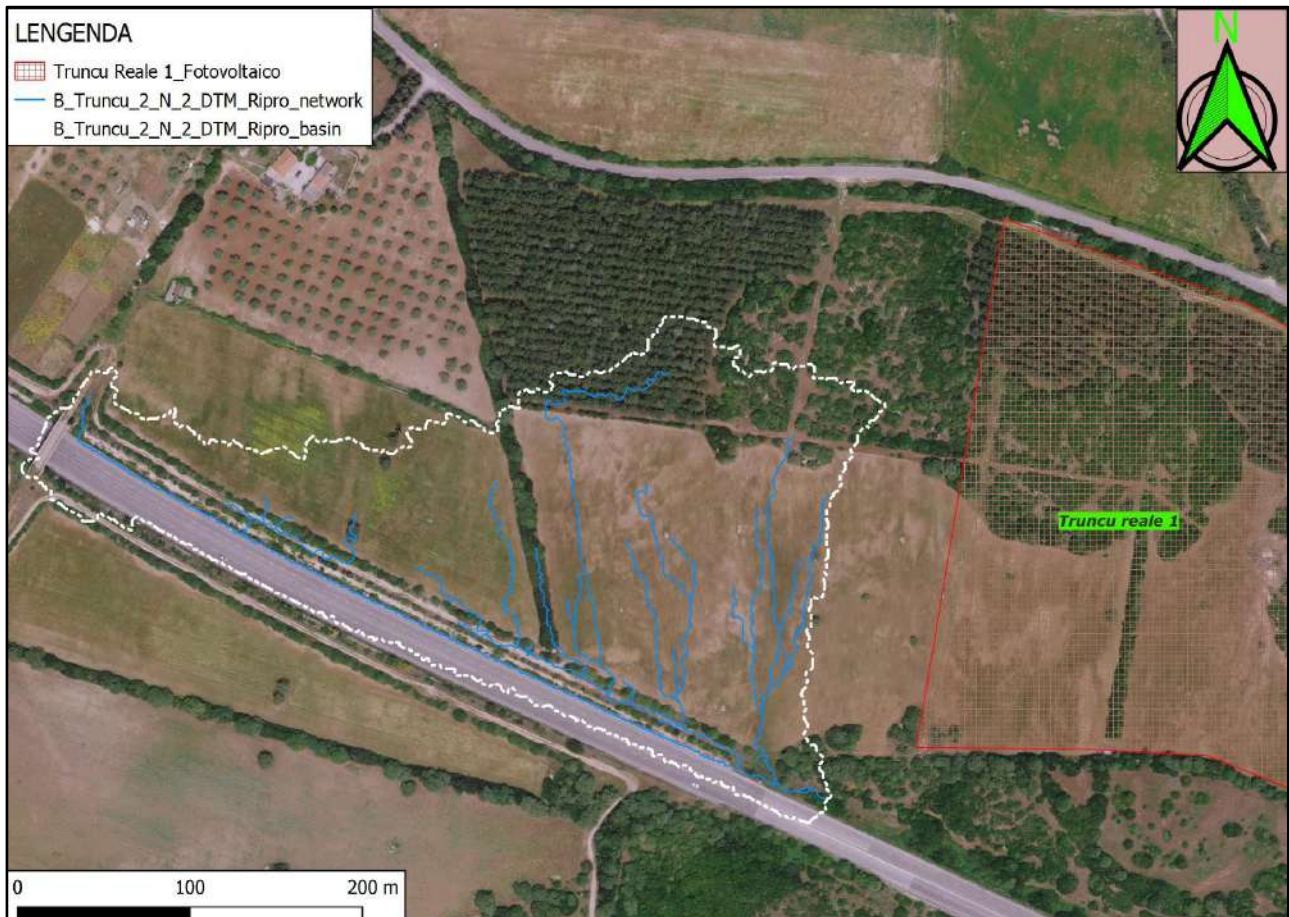
CARTA DEL'USO DEL SUOLO



CARTA DELLE PENDENZE DEL BACINO



CARTA DELLE LINEE DI DEFLUSSO



Si riporta quindi, il riepilogo dei parametri morfometrici e delle portate calcolate:

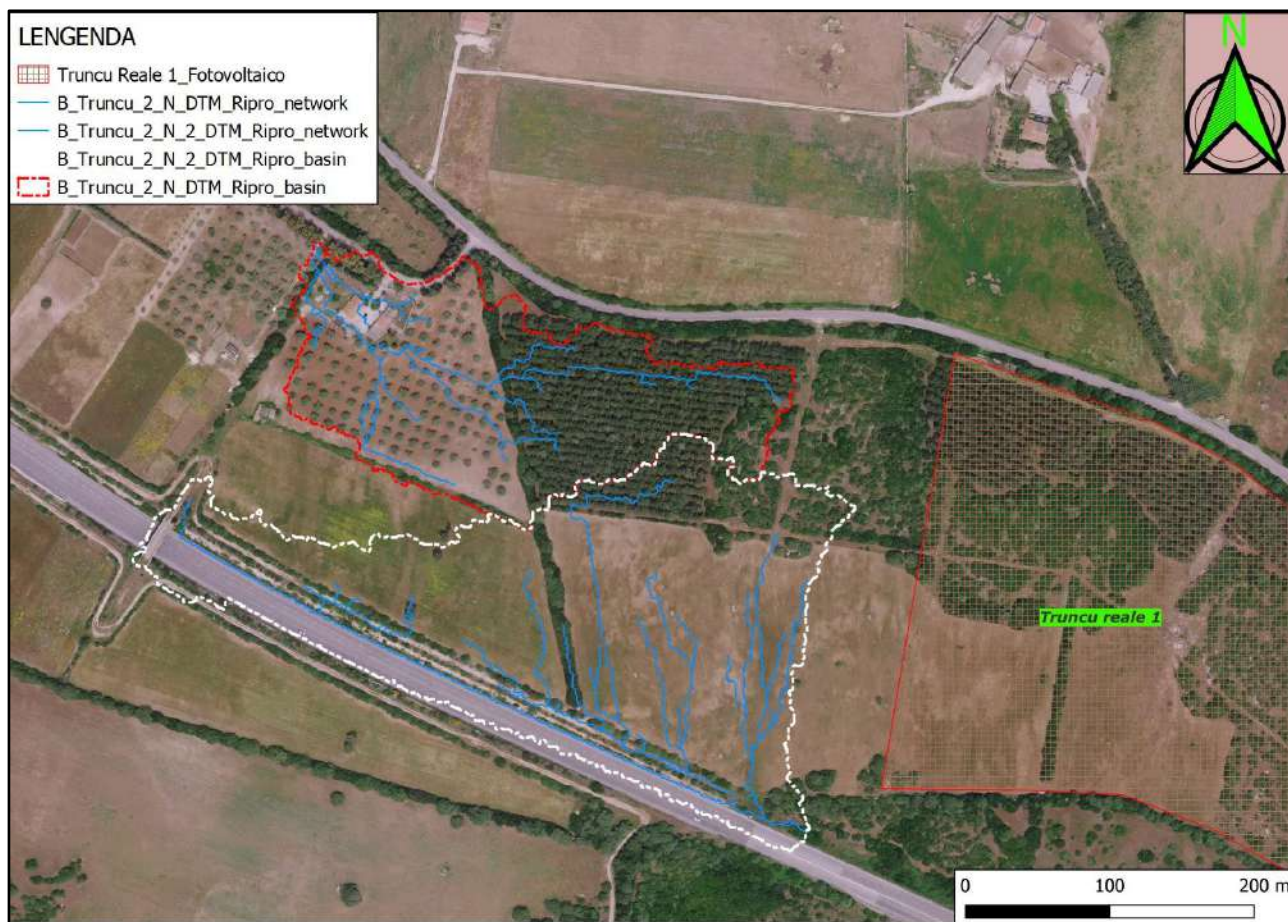
TABELLA	2	CN_B_Tr_2_N_2			
CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE					
BACINO				ASTA FLUVIALE	
AREA	ALTEZZA CHIUSURA	ALTEZZA MEDIA	PENDENZA MEDIA	LUNGHEZZA	PENDENZA
(Km ²)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)		(Km)	
0.067	46.16	52.71	0.0410	0.55	0.0359
				PARAMETRI	
CN AMC III	S	Pa' Sirchia	TCEV hg media	TCEV sotto zona	LOG NORM gruppo
			(mm)		
81.6	57.275	0.7	45	2	3
TEMPI DI CORRIVAZIONE					
(ore)		T. RITORNO	Tf (*)	Tc+Tf (**)	
SCS	0.40	(anni)	(ore)	(ore)	
Giandotti	0.91	50	0.1738	0.3342	
Pasini	0.19	100	0.1503	0.3107	
Viparelli	0.13	200	0.1241	0.2845	
Ventura	0.17	500	0.1098	0.2702	
V A P I	0.93				
Kirpich	0.15				
VALORE STIMATO	0.16				
(*) tempo di formazione del deflusso superficiale (**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.					
PORTATE DI PIENA					
TEMPI DI RITORNO (anni):	10	20	50	100	
METODI INDIRECTI					
TCEV	0.09	0.13	0.20	0.26	(mc/s)
SIRCHIA	2.86	2.86	2.86	2.86	(mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	2.21	2.55	2.89	3.35	(mc/s)
LOG NORMALE	0.00	0.00	0.00	0.00	(mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	0.09	0.13	0.20	0.26	(mc/s)

CONSIDERAZIONI SULL'ANALISI IDROLOGICA

In base a quanto osservato con l'analisi idrologica, è possibile affermare che i bacini riportati in tabella non generano deflusso superficiale significativo per l'area di intervento. Infatti, le portate che ne derivano sono infinitesime, motivo per cui non saranno oggetto di modellizzazione idraulica.

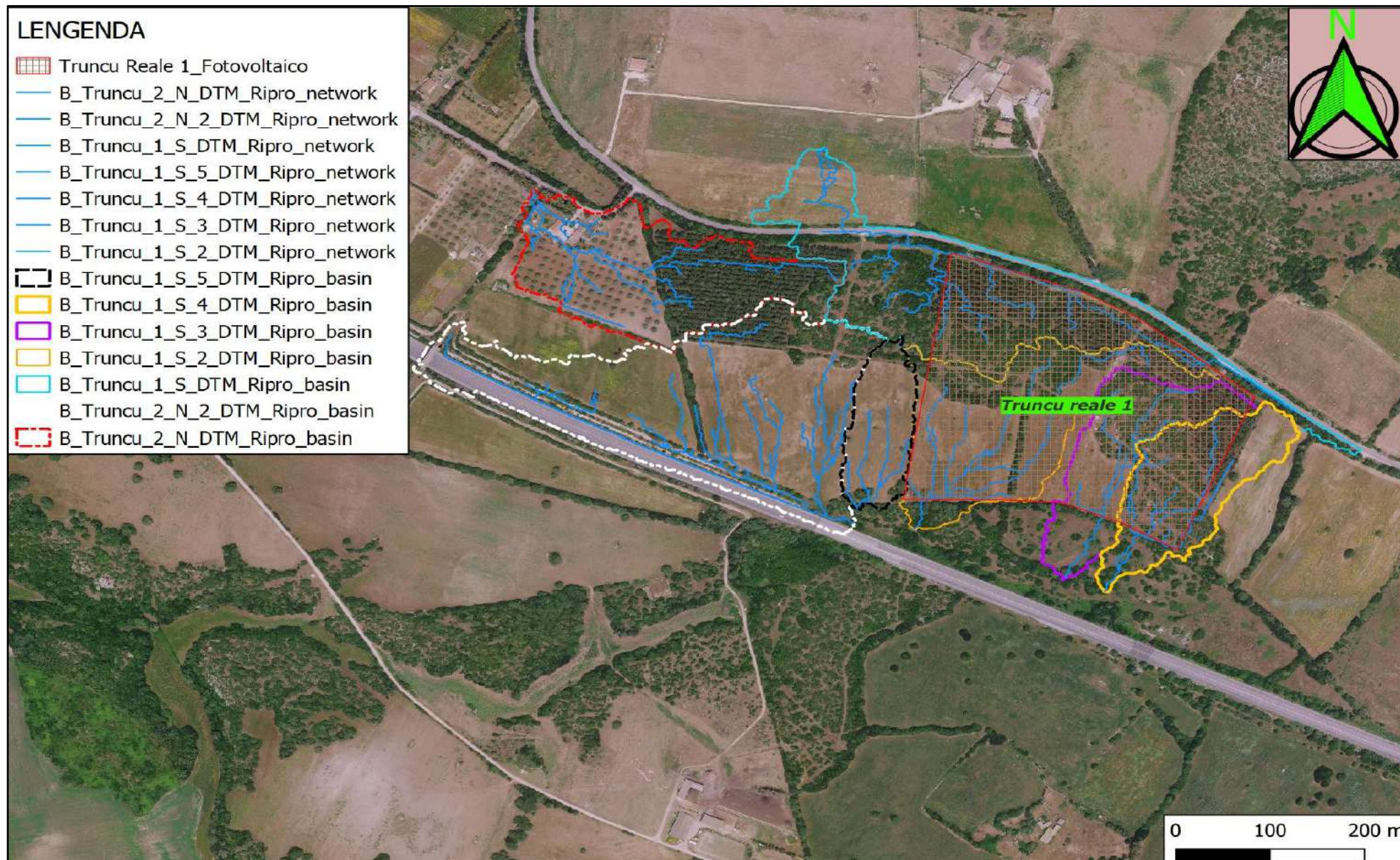
Nome Bacino	Portata in m ³ /s			
	Tr 10	TR20	TR50	TR100
B_Tr_1_S	0.03	0.06	0.10	0.14
B_Tr_1_S_2	0.02	0.03	0.05	0.07
B_Tr_1_S_3	0.00	0.01	0.01	0.02
B_Tr_1_S_4	0.00	0.01	0.01	0.02
B_Tr_1_S_5	0.01	0.01	0.02	0.02

Al contempo, i rimanenti bacini calcolati (**B_Truncu_2_N** e **B_Truncu_2_N_2**), raccolgono e drenano le acque allontanandole dal perimetro di intervento.









Per i motivi sopra esposti, l'area di intervento non risulta esposta a particolari fenomeni di allagamento o ristagno tali da richiedere il dimensionamento di un particolare sistema di drenaggio che richieda la modellizzazione idraulica. Verranno comunque realizzate tutta una serie di canalizzazioni in terra le cui specifiche sono riportate nella specifica tavola di layout dell'impianto.

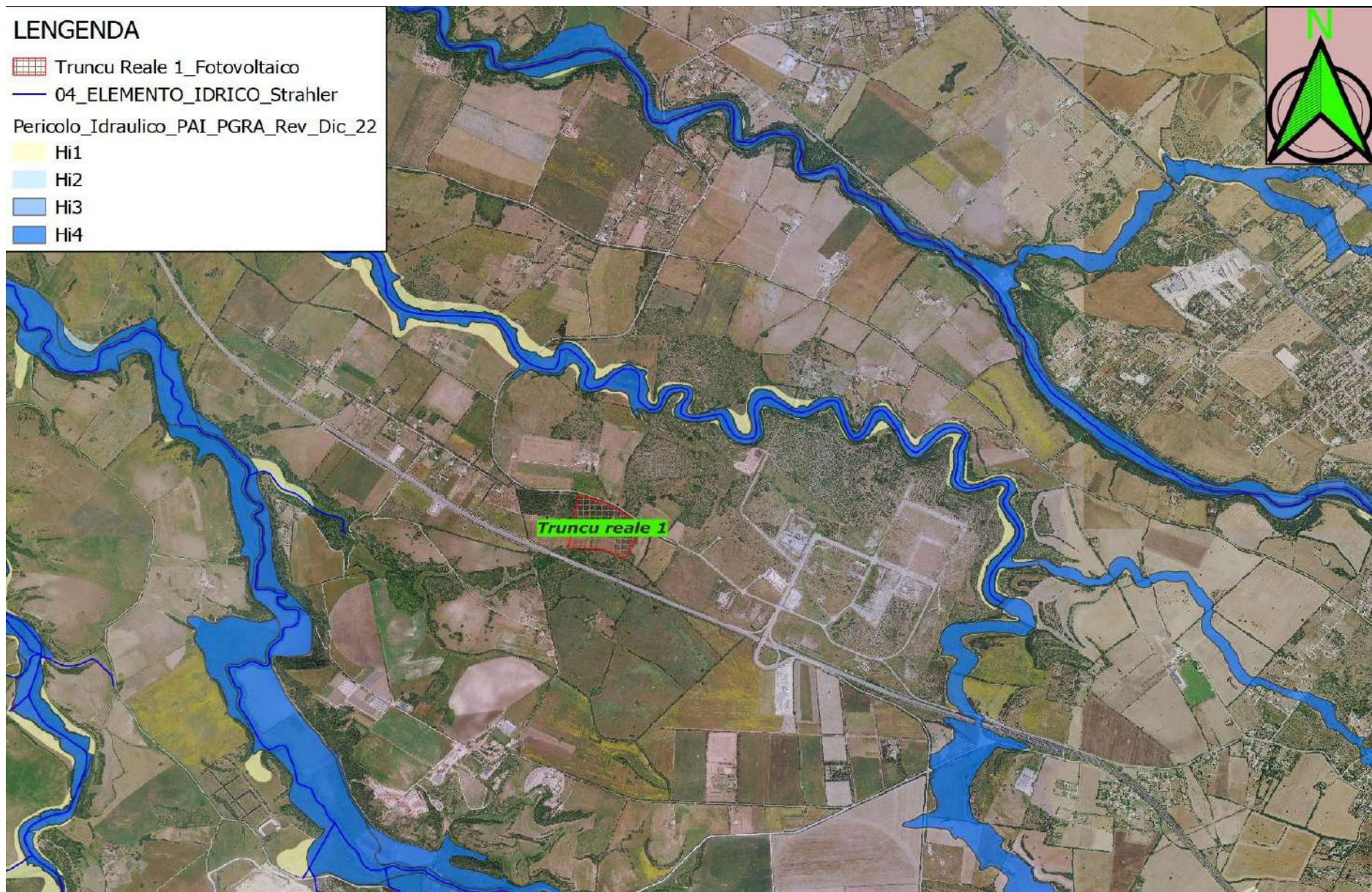
ALLEGATO A – TAVOLA DEI BACINI ANALIZZATI



ALLEGATO B – STRALCIO DAL PAI IDRAULICA

LENGENDA

-  Truncu Reale 1_Fotovoltaico
-  04_ELEMENTO_IDRICO_Strahler
- Pericolo_Idraulico_PAI_PGRA_Rev_Dic_22
-  Hi1
-  Hi2
-  Hi3
-  Hi4



ALLEGATO C – STRALCIO 3D DELL'AREA DI IMPIANTO (Y x 10)

