

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "SOLAR ENERGY"  
CON POTENZA NOMINALE DI 200 MVA  
E POTENZA INSTALLATA DI 202,07 MWp**

**REGIONE PUGLIA**

PROVINCIA di BRINDISI

COMUNI di BRINDISI E MESAGNE

OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEI COMUNI DI BRINDISI E MESAGNE

PROGETTO DEFINITIVO

Tav.:

Titolo:

R12

Relazione Idraulica

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

n.a.

A4

R12\_RelazioneIdraulica\_12

Progettazione:

Committente:

**Dott. Ing. Fabio CALCARELLA**

Studio Tecnico Calcarella  
Via Vito Mario Stampacchia, 48 - 73100 Lecce  
Mob. +39 340 9243575  
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu

**SOLAR ENERGY & PARTNERS S.R.L.**

Località: Strizzi, 23 - 72100 Brindisi  
P.IVA: 02257280749 - REA: BR-132374  
PEC: solareenergypartners@gigapec.it

**Dott. Geol. Gianluca SELLERI**

Via Francesco Lo RE, 6  
73100 - LECCE  
Tel: +39 3929534082  
E-mail: geologogianlucaselleri@gmail.com



Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Febbraio 2024	Prima emissione	GS	FC	SOLAR ENERGY & PARTNERS s.r.l.

## Sommario

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DEL SITO DI PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. CARATTERI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI .....</b>	<b>8</b>
<b>4. CARATTERI IDROGRAFICI DEL TERRITORIO SU CUI INSISTONO GLI INTERVENTI DI PROGETTO.....</b>	<b>11</b>
<b>5. INTERFERENZE DI CARATTERE IDRAULICO .....</b>	<b>18</b>

## 1. PREMESSA

La presente Relazione Idraulica è stata redatta a corredo del progetto per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato "Brindisi Rosato" costituito da:

- un impianto fotovoltaico a terra su inseguitori mono assiali con asse di rotazione nord – sud unitamente ad un sistema di accumulo e relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale
- un oliveto super intensivo lungo file parallele agli inseguitori monoassiali dove è prevista anche la coltivazione di colture foraggere avvicendate a colture orticole (tra le file di ulivi anche al di sotto degli inseguitori mono assiali).
- aree di naturalità nell'intorno della recinzione di impianto (aree di mitigazione e compensazione).

Le aree di progetto hanno una estensione complessiva di 371,43 ha di cui 232,73 ha completamente recintati.

Le aree di impianto sono suddivise in quattro "Macroaree", denominate A, B, C, D a loro volta suddivise in aree più piccole

L'impianto fotovoltaico ha una potenza installata di 202.076 kWp a fronte di una potenza immessa in rete di 200.000 kW. Per l'oliveto di progetto si prevede l'impianto di circa 142.800 ulivi. La superficie a disposizione per attività agricola, in parte all'interno in parte all'esterno delle aree recintate, sarà di circa 301 ha (comprensivi delle fasce di mitigazione ampie 10 m esterne alle aree recintate); la superficie ad oliveto è di circa 163 ha, la superficie per colture erbacee ed orticole è di circa 136 ha mentre le fasce di mitigazione e compensazione (dove saranno piantumate essenze arboree e arbustive autoctone) hanno una superficie di 2 ha circa di fasce di compensazione.

La società proponente è Solar Energy & Partners s.r.l. con sede in Località Strizzi, 23 72100 Brindisi. La società è iscritta nella Sezione Ordinaria della Camera di Commercio Industria Agricoltura ed Artigianato di Brindisi, con numero REA BR 132374, C.F. e P.IVA N. 02257280749.

Con il presente studio si è proceduto quindi a verificare la compatibilità tra gli interventi di progetto ed i caratteri idraulici del territorio in cui esso

Lo studio è stato svolto a scala di sottobacino ed ha riguardato i seguenti specifici aspetti:

- caratteri idrografici;
- caratteri altimetrici;
- caratteri geologici ed idrogeologici;
- caratteri morfologici
- caratteri pedologici;
- caratteri di uso del suolo.

Lo studio è stato condotto con i software Quantum GIS, SAGA Gis, GRASS Gis e MATLAB – topo toolbox, integrando alcuni dati di rilievo originali (dati geologico-stratigrafici e geomorfologici) con quelli di letteratura specialistica disponibili sul sito <http://www.sit.puglia.it/> relativi a:

- Modello Digitale del terreno della Regione Puglia in formato raster (estensione .asc),
- Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia in formato vettoriale (estensione .shp),
- Carta Pedologica della Regione Puglia in formato vettoriale (estensione .shp),
- Carta di Uso del Suolo della Regione Puglia in formato vettoriale (estensione .shp).

Si premette che gli aspetti connessi alla pericolosità idraulica come definita dagli articoli 6-Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali, 7-Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.), 8-Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (M.P.), 9-Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.) e 10-Disciplinazione delle fasce di pertinenza fluviale delle vigenti NTA del PAI sono analizzati nello specifico elaborato (Studio di compatibilità idrologica ed idraulica).

## 2. DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DEL SITO DI PROGETTO

Il progetto dell'impianto agrivoltaico è costituito da vari lotti distribuiti su 4 Macro Aree individuate come riportato di seguito (Fig. 2.1):

- Macroarea A, suddivisa in sei aree – superficie complessive 119 ha circa ubicata ad ovest dell'abitato
- Macroarea B - suddivisa in tre aree – superficie complessive 61 ha circa ubicata anche essa ad ovest dell'abitato
- Macroarea C - suddivisa in tre aree – superficie complessive 13 ha circa ubicata ad ovest dell'abitato
- Macroarea D - suddivisa in due aree – superficie complessive 40 ha circa ubicata a sud dell'abitato

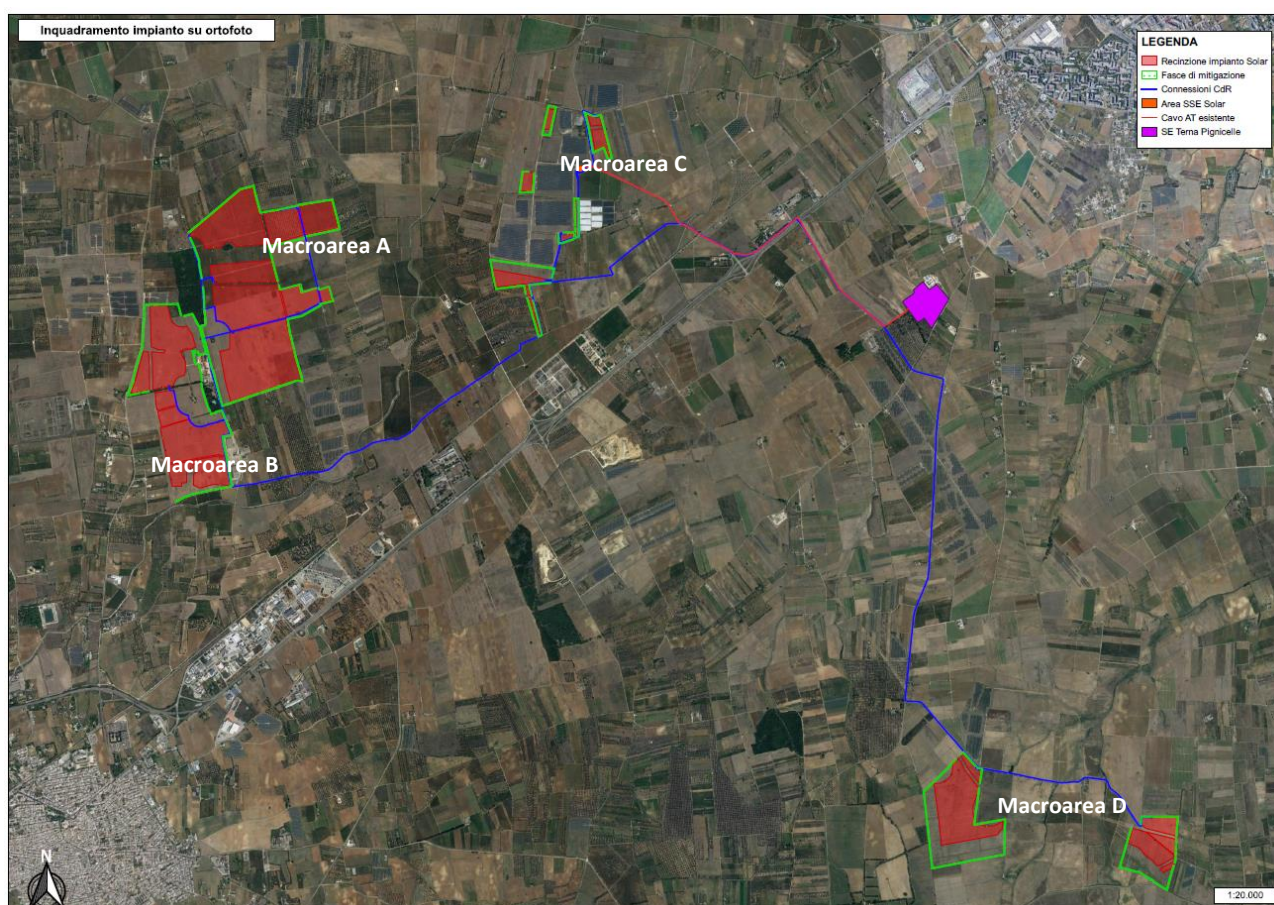
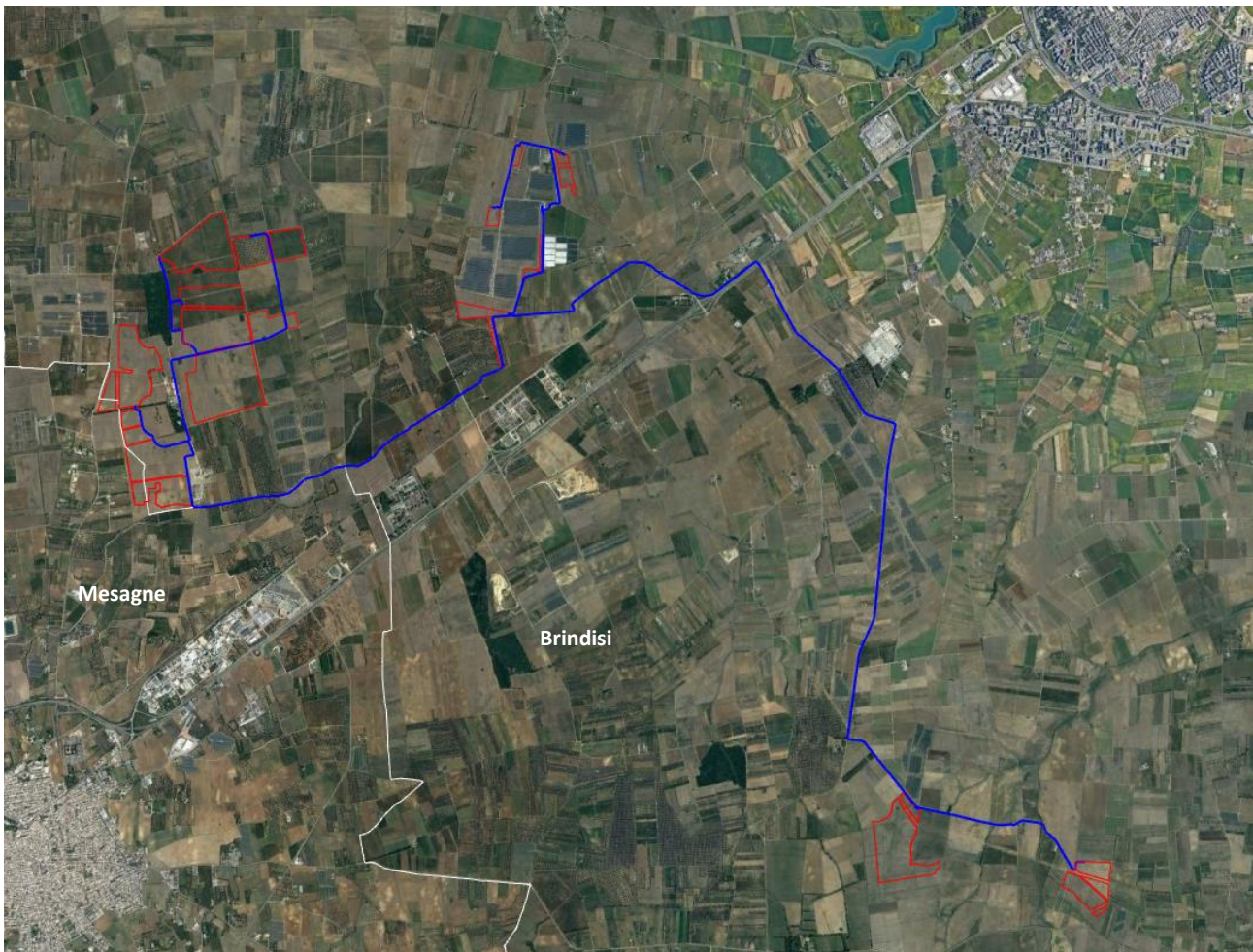


Fig. 2.1 – Aree di impianto

Le aree di impianto sono del tutto pianeggianti e poste a quote comprese tra 30 e 40 m s.l.m., in gran parte attualmente investite a seminativo. Sono presenti altresì in piccola parte alcuni uliveti destinati allo svellimento poiché le piante sono affette da xylella.

Tutte le aree sopra individuate sono ubicate nell'entroterra del Comune di Brindisi fatta eccezione per alcune particelle della Macro Area B ricadenti nel limitrofo Comune di Mesagne (Fig. 2.2 e 2.3).





*Fig. 2.2 – Distribuzione delle aree di impianto rispetto ai confini comunali*

Il progetto agricolo dell'agrivoltaico attua una stretta consociazione tra colture legnose (oliveto super intensivo a siepe) e colture erbacee ed orticole a rotazione; intorno alle aree coltivate insisteranno poi le fasce di mitigazione e compensazione. I vantaggi di tale configurazione sono sia di tipo economico (il raccolto si ha con maggiore continuità rispetto alla monocoltura, permettendo una presenza sul mercato con più prodotti nell'anno solare) sia di tipo agro-ecologico (aumenta la biodiversità, la fertilità del suolo, gli insetti e microrganismi utili).

Il progetto agricolo si connota come irriguo. L'area adibita al ripristino ecologico, insieme alla superficie adibita a mitigazione e compensazione creerà dei veri e propri spot di biodiversità che aumenteranno la rete ecologica su scala locale e saranno di grande importanza per la conduzione biologica dell'area, sia per preservare gli organismi utili che per isolare gli appezzamenti dalle contigue zone condotte con agricoltura convenzionale, contribuendo anche all'aumento di sostanza organica nel suolo.

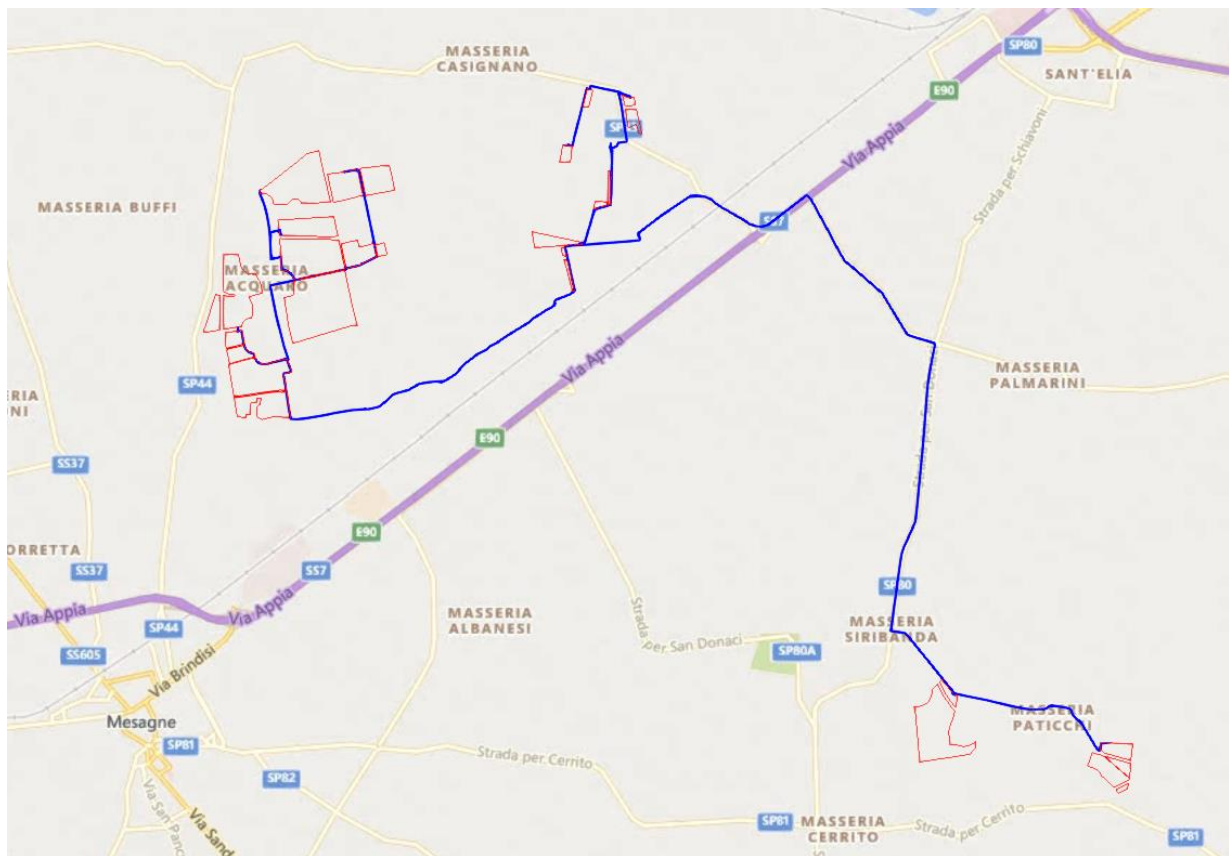


Fig. 2.3 – Distribuzione delle aree di impianto rispetto ai principali elementi antropici di area vasta

Il progetto inoltre aumenta notevolmente la superficie condotta a biologico; infatti, oltre 370 ha passeranno dalla coltivazione tradizionale a quella biologica. Si osserva inoltre che la Macro Area D è ubicata in area critica dal punto di vista della vulnerabilità ai nitrati; pertanto, una gestione agricola orientata alla coltivazione biologica genererà una riduzione degli apporti di nitrati, pesticidi e fitofarmaci, in assoluta coerenza con quanto previsto nel documento “Programma delle Misure 2016-2021” facente parte del Piano di Tutela delle Acque del luglio 2022. In merito a questo punto si rileva che l’aumento della superficie condotta a biologico introdurrà in generale un miglioramento in termini di impatti sul sottosuolo poiché sarà ridotta la quantità di nitrati, pesticidi e fitofarmaci utilizzati sui terreni e destinati ad infiltrarsi nel sottosuolo stesso.

L’impianto fotovoltaico propriamente detto avrà una potenza installata di 202,076 MWp ed una potenza nominale scambiata con la rete di 200 MW. In sintesi esso sarà costituito da:

- moduli fotovoltaici di potenza unitaria paria a 700 Wp, installati su strutture di sostegno in acciaio di tipo mobile (inseguitori), con relativi motori elettrici per la movimentazione. Le strutture saranno ancorate al suolo tramite paletti in acciaio direttamente infissi nel terreno, riducendo sia i movimenti terra (scavi e rinterri) che le opere di ripristino conseguenti. È previsto in particolare che siano installati 10.310 inseguitori che sostengono 28 moduli ciascuno.

- Inverter c.c./c.a. e Trasformatori MT/BT installati su Skid preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenenti oltre ad inverter e trasformatore anche le relative protezioni BT e AT, denominati Power Control System (PCS). Il numero e la potenza degli inverter (e di conseguenza dei trasformatori) all'interno di ciascun Campo saranno diverse a seconda della dimensione del Campo stesso. Avremo inverter di potenza pari a 1,8 MVA, 2 MVA, 2,2 MVA, 2,5 MVA, 2,75 MVA, 3 MVA, 4 MVA, 4,2 MVA, 4,4 MVA, 4,6 MVA. Nella tabella sopra sono riportati il numero e la potenza degli inverter per ciascun Campo.
- Cabine di Raccolta (CdR), che raccolgono in MT a 30 kV tutta l'energia prodotta nei Campi. Anche in questo caso il numero di CdR cambia da Campo a Campo. Le Cabine di Raccolta di uno stesso Campo sono collegate elettricamente fra di loro in serie;
- La rete BT interna di ciascun Campo, ovvero dei cavi BT in c.c. (cavi solari) e relativa quadristica elettrica (quadri di parallelo stringhe), sino agli inverter;
- La rete MT interna di ciascun Campo, costituita dai cavidotti interrati di collegamento tra gli Skid e le Cabine di Raccolta e fra le CdR fra di loro;
- La rete MT esterna dall'ultima CdR di ciascun Campo al locale MT della SSE Utente di trasformazione e Consegna;
- SSE Utente MT/AT dove avviene la trasformazione di tensione 30/150 kV e la consegna dell'energia prodotta. Nella SSE U saranno installati due trasformatori di potenza pari a 100 MVA ciascuno con relative protezioni oltre che un edificio locali tecnici. Facciamo presente che la SSE è esistente ed attualmente a servizio di altro impianto fotovoltaico, è collegata alla SE TERNA Brindisi tramite un cavo AT interrato di lunghezza pari a 4 km circa;
- Gruppi di misura con trasduttori sulle sbarre AT in uscita dai quattro trasformatori. Gli Apparecchi di Misura saranno installati all'interno di specifico locale tecnico.



### 3. CARATTERI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

I vari siti di intervento ricadono nella unità morfopaesaggistica e geologico-strutturale nota con il nome di Piana brindisina; questa è la parte più settentrionale della Penisola salentina, corrispondente strutturalmente al Bacino di Brindisi, che suddivide l'esteso affioramento del substrato carbonatico Cretaceo delle Murge dai meno rilevati ed estesi affioramenti del Salento centrale e meridionale (per es. Funicello et al., 1991; Tozzi, 1993; Gambini & Tozzi, 1996). La Piana brindisina è una superficie terrazzata degradata di età medio-pleistocenica attraversata da una fitta rete idrografica esoreica attiva, poco gerarchizzata. Le diverse incisioni si sviluppano in direzione grossomodo normale alla linea di costa attuale.

La Piana brindisina è una superficie terrazzata degradata di età medio-pleistocenica attraversata da una fitta rete idrografica esoreica attiva, poco gerarchizzata. Le diverse incisioni si sviluppano in direzione grossomodo normale alla linea di costa attuale.

In questo settore la locale successione stratigrafica è rappresentata dal basso verso l'alto dalle seguenti unità:

- Calccare di Altamura (Cretaceo superiore) (sensu Ciaranfi et alii, 1988)
- Calcarenite di Gravina (Pleistocene inferiore) (sensu Ciaranfi et alii, 1988)
- Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio e superiore) (sensu Ciaranfi et alii, 1988)

I terreni riferibili alla Formazione del Calccare di Altamura affiorano esternamente alla piana brindisina ma si rinvencono costantemente nel sottosuolo, ricoperti in trasgressione dalle unità più recenti.

La formazione è rappresentata nei limiti del territorio salentino da una successione irregolare e ben stratificata di calcari micritici di colore bianco, di norma con strutture a lamine organiche (stromatoliti) e sedimentarie, di calcari dolomitici e dolomie calcaree di colore grigiastro e subordinatamente di dolomie di colore nocciola o anche nerastro.

I terreni riferibili alla Calcarenite di Gravina sono interposti tra i calcari cretacei ed i Depositi marini terrazzati ed anche essi affiorano in lembi più o meno estesi sempre ai limiti della Piana brindisina. L'unità è localmente rappresentata da calcari detritico-organogeni di colore bianco o giallastro, di granulometria variabile da arenitica grossolana a siltitica, porosi, variamente cementati e a luoghi fossiliferi, cui si intercalano lenti e strati di sabbie siltose calcareo-marnose giallastre con abbondanti noduli diagenetici.

I litotipi riferibili ai Depositi marini terrazzati affiorano con continuità in corrispondenza della piana brindisina. Si tratta di un complesso di più unità litostratigrafiche messo in posto successivamente al ciclo trasgressivo regressivo della Fossa Bradanica (cui si riferiscono le sottostanti Calcareniti di Gravina). La successione è rappresentata in basso da argille limose sabbiose di colore grigiastro (da non confondere con le Argille subappennine) su cui poggiano limi sabbiosi o sabbie limose carbonatiche terrigene cui si intercalano livelli calcarenitici e vere e proprie arenarie a cemento calcareo. Dalle stratigrafie dei pozzi per acqua disponibili attraverso l' "Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo – Legge 464/1984" si ricava che in corrispondenza del sito di progetto lo

spessore dei terreni mediopleistocenici è pari a circa 25 – 30 m. La parte estesamente affiorante è quella alta limoso sabbiosa la cui frazione grossolana è rappresentata dalla associazione quarzo e mica bianca. La frazione carbonatica è costituita quasi esclusivamente da resti e gusci interi di ostreidi e di foraminiferi.

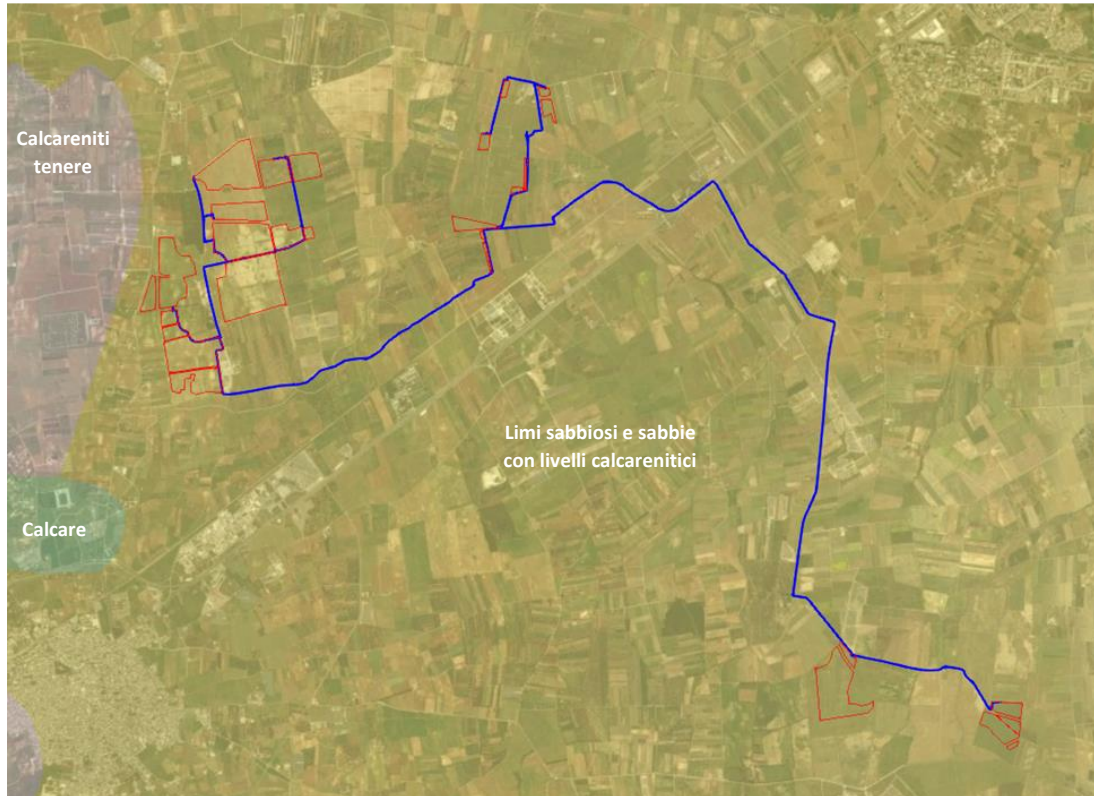


Fig. 3.1 – Carta geolitologica

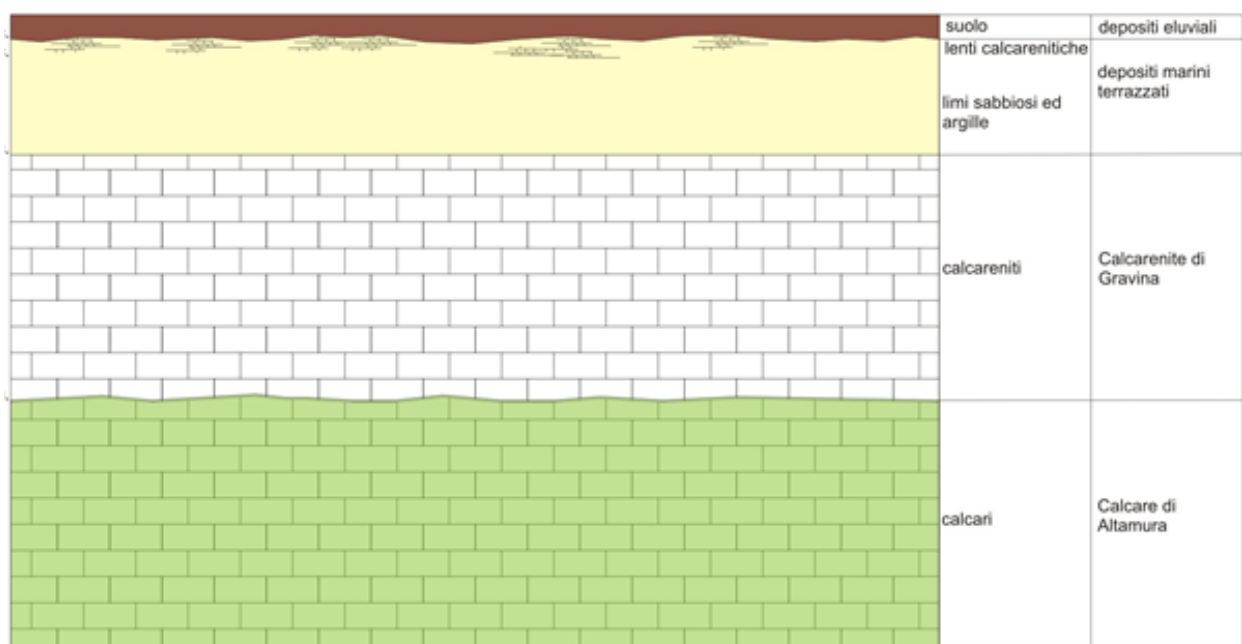


Fig. 3.2 - Schema dei rapporti stratigrafici

I siti di progetto ricadono in un ambito territoriale interessato dalla presenza di due acquiferi sovrapposti, uno profondo ed uno superficiale, separati da un acquiclude/aquitardo, nel presente lavoro denominati rispettivamente:

- acquifero calcareo: corrisponde alla successione carbonatica del Cretaceo. Ed alla Calcarenite di Gravina È permeabile prevalentemente per fessurazione e carsismo. In genere è molto permeabile ed ospita la falda di base; localmente in profondità può essere caratterizzato dalla presenza di modesti volumi impermeabili;
- acquifero sabbioso: corrisponde alla parte alta dei Depositi marini terrazzati. È permeabile esclusivamente per porosità; ospita una falda superficiale sulla quale si hanno scarsi dati in letteratura scientifica.

I due acquiferi sono separati da un acquiclude/aquitardo rappresentato dai terreni argillosi ascrivibili alla parte stratigraficamente più bassa dei Depositi marini terrazzati. Per la presenza di questo corpo impermeabile la falda di base può rinvenirsi anche in pressione.

Dal PTA della Regione Puglia si evince che in corrispondenza del sito di interesse la piezometrica della falda di base si attesta a circa 1,5 m slm mentre essa può anche rinvenirsi anche in pressione, quindi, è possibile affermare che non sussisterà alcuna interazione tra tale corpo idrico e le opere di progetto.

La falda superficiale è contenuta nei Depositi marini terrazzati. La sua presenza è riportata anche sul PTA; si tratta tuttavia di un livello idrico alquanto discontinuo e di scarsa produttività la cui piezometrica si attesta a qualche metro di profondità al di sotto del p.c..



Fig. 3.3 – Isofreatiche della falda superficiale (dal PTA – 1° Ciclo)

#### **4. CARATTERI IDROGRAFICI DEL TERRITORIO SU CUI INSISTONO GLI INTERVENTI DI PROGETTO**

Il vasto territorio in cui sono ricompresi i vari lotti di intervento come già scritto ricade in un settore centrale della cosiddetta Piana brindisina. Questa è una estesa superficie terrazzata modellata su unità non carbonatiche o carbonatico-terrigene riferibili prevalentemente al Pleistocene medio il cui ideale confine verso NW è alquanto sfumato e segnato grossomodo dal percorso del Canale Reale. Questo reticolo è il più importante tra quelli che attraversano la Piana brindisina. Esso sfocia in corrispondenza del territorio del SIC di Torre Guaceto ed è caratterizzata da un basso ordine di gerarchizzazione; ha il tratto iniziale orientato grossomodo E-W o NE-SW ed il tratto terminale (proprio dove ricade il sito di progetto) orientato circa N-S. Guerricchio e Zezza (1982) hanno ipotizzato che il tratto superiore di questa incisione confluisse originariamente nel Canale Cillarese e che solo in tempi recenti essa sia stata catturata da un torrente corrispondente all'attuale tratto inferiore del Canale Reale, orientato N-S.

La geometria della rete idrografica sopra descritta per grandi linee è riportata sulla Carta idrogeomorfologica redatta dall'ex AdB della Puglia (Fig 4.1) da cui si evince che i vari lotti sono prossimi all'asta principale del Canale Cillarese (macro aree A, B e C) ed a quella del canale Fiume Grande (macro area D).

Con l'obiettivo di avere un quadro dell'assetto geomorfologico-idraulico più aderente alla realtà del territorio rispetto a quanto riportato sulla carta Idrogeomorfologica, si è provveduto ad estrarre dal DTM Puglia con pixel 8 x 8 m attraverso il software *SAGA GIS* facente parte del pacchetto QGIS ed attraverso il toolbox Topo di *MATLAB* le linee di impluvio ed in alcuni casi il perimetro delle depressioni chiuse presenti nel bacino stesso.

Utilizzando *SAGA* è stato applicato il modulo *Channel network and drainage basins* su un DTM elaborato ottenuto sottraendo al DTM Puglia le aree chiuse attraverso il modulo di calcolo *Fill sinks*. Questo modulo utilizza l'algoritmo proposto da Wang & Liu (2006) per identificare e riempire le depressioni superficiali nei DEM. La sottrazione delle depressioni topografiche simula la condizione di estesa formazione di ristagni superficiali e l'instaurarsi di un flusso idrico continuo verso il recapito finale. Il modulo di calcolo non riempie solo le depressioni ma può anche preservare una pendenza verso il basso lungo il percorso del flusso. Nel caso specifico è stata utilizzata tale opportunità preservando un gradiente di pendenza minimo. Sul raster di output di tale modulo è stato poi applicato il modulo per l'estrazione dei deflussi e dei bacini idrografici.

Topotoolbox di *MATLAB* fornisce un insieme di funzioni per analisi geomorfologiche e idrologiche in ambiente non GIS. Esso opera su DTM tramite classi di funzioni applicate in successione, che estraggono diverse informazioni.

Tramite la funzione *GRIDobj*, il DTM è stato inizializzato come matrice in *MATLAB*, ovvero come variabile su cui operare con Topotoolbox. Applicando la funzione *flowacc(FD)*, algoritmo della classe *FLOWobj*, sono stati identificati i bacini di deflusso, quindi con *STREAMobj* è stato individuato il



reticolo idrografico, impostando la soglia, ovvero il valore oltre il quale il flusso diventa canalizzato, pari a N pixel.

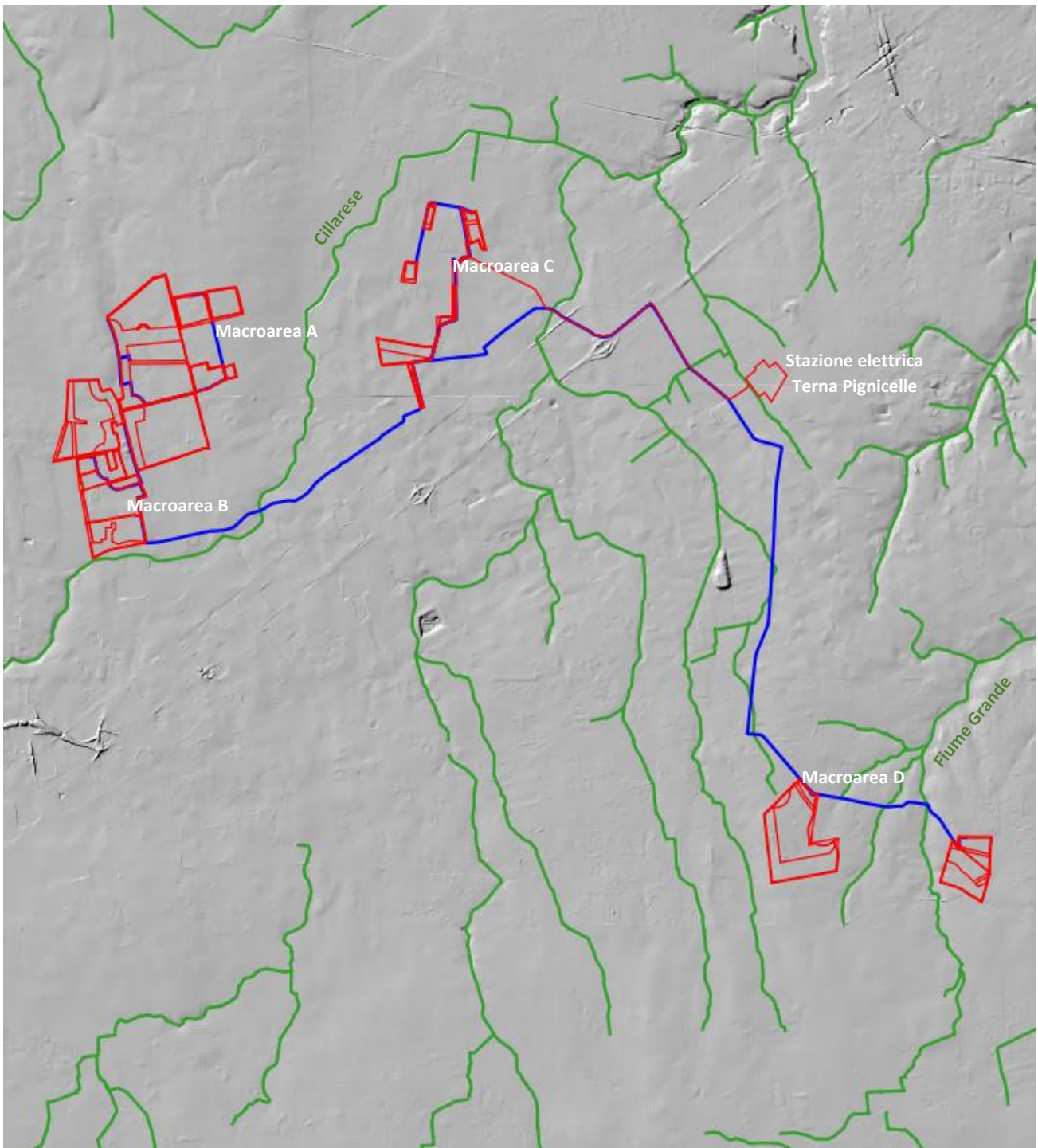


Fig. 4.1 – Rete idrografica estratta dalla Carta Idrogeomorfologica della regione Puglia

L'algoritmo applicato è il seguente:

$DEM = GRIDObj('dtm\ unito.tif');$

$FD = FLOWObj(DEM);$

$A = flowacc(FD);$

$S1 = STREAMObj(FD, A > N);$



```

figure('Name','N')
imageschs(DEM,[],'colormap',[1 1 1],'colorbar',false)
hold on
plot(S1,'b')
S_500 = STREAMobj2GRIDobj(S1)
GRIDobj2geotiff(S_N,'S_N')

```

Infine, il reticolo ottenuto è stato esportato come geotiff per la gestione in ambiente GIS.

In generale i modelli ottenuti con i due software sono praticamente equivalenti al netto di minime differenze. Come considerazioni generali rispetto a tali elaborazioni si riporta che:

- i modelli di deflusso su base DTM descrivono una organizzazione della rete idrografica che è più complessa geometricamente ed articolata di quanto descritto dalla Carta Idrogeomorfologica della regione Puglia (Fig. 4.2a e 4.2b);
- le macro aree di intervento A e B pur essendo prossime all'asta principale del canale Cillarese di fatto ricadono nel bacino idrografico del Canale Reale mentre la macro area C ricade nel bacino idrografico del canale Cillarese e la macro area D in quello del Canale Fiume Grande (Fig. 4.3)
- i bacini di interesse hanno tutti deflusso esoreico ed il reticolo di drenaggio nei settori interessati dall'impianto è pienamente conforme ai caratteri altimetrici del territorio; pertanto, qui si possono escludere importanti condizionamenti prodotti dall'uomo sul deflusso naturale delle acque meteoriche (Fig. 4.4, 4.5 e 4.6).

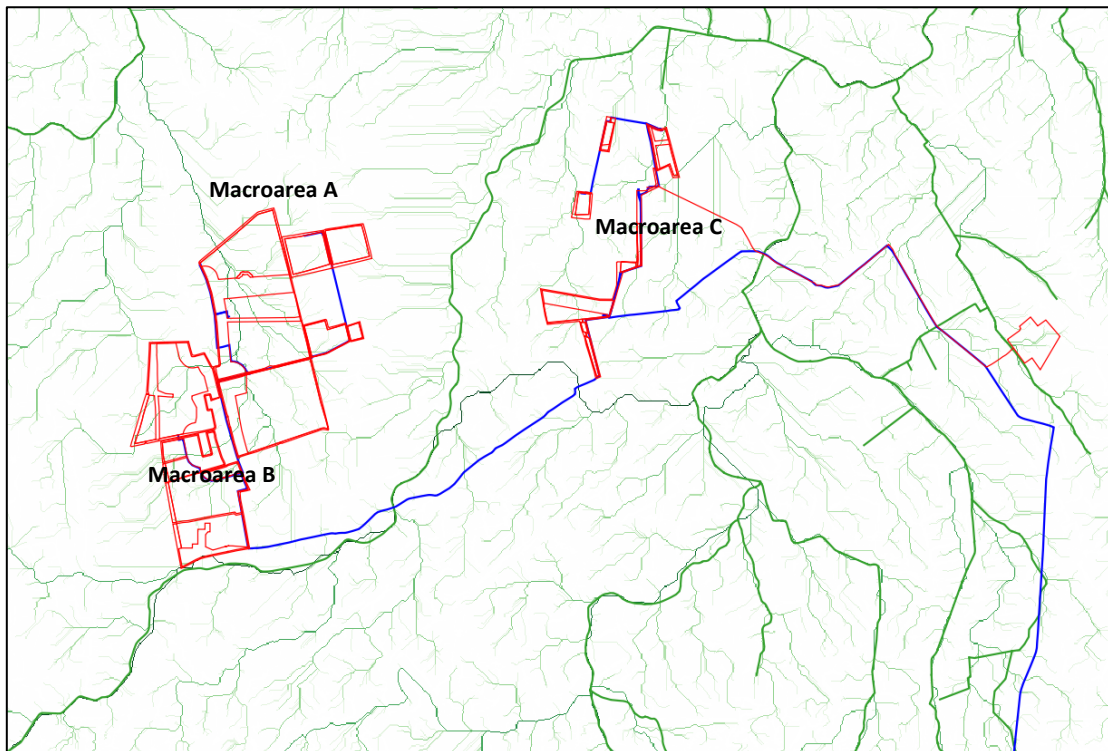


Fig. 4.2a – Reticolo di drenaggio estratto dal DTM Puglia

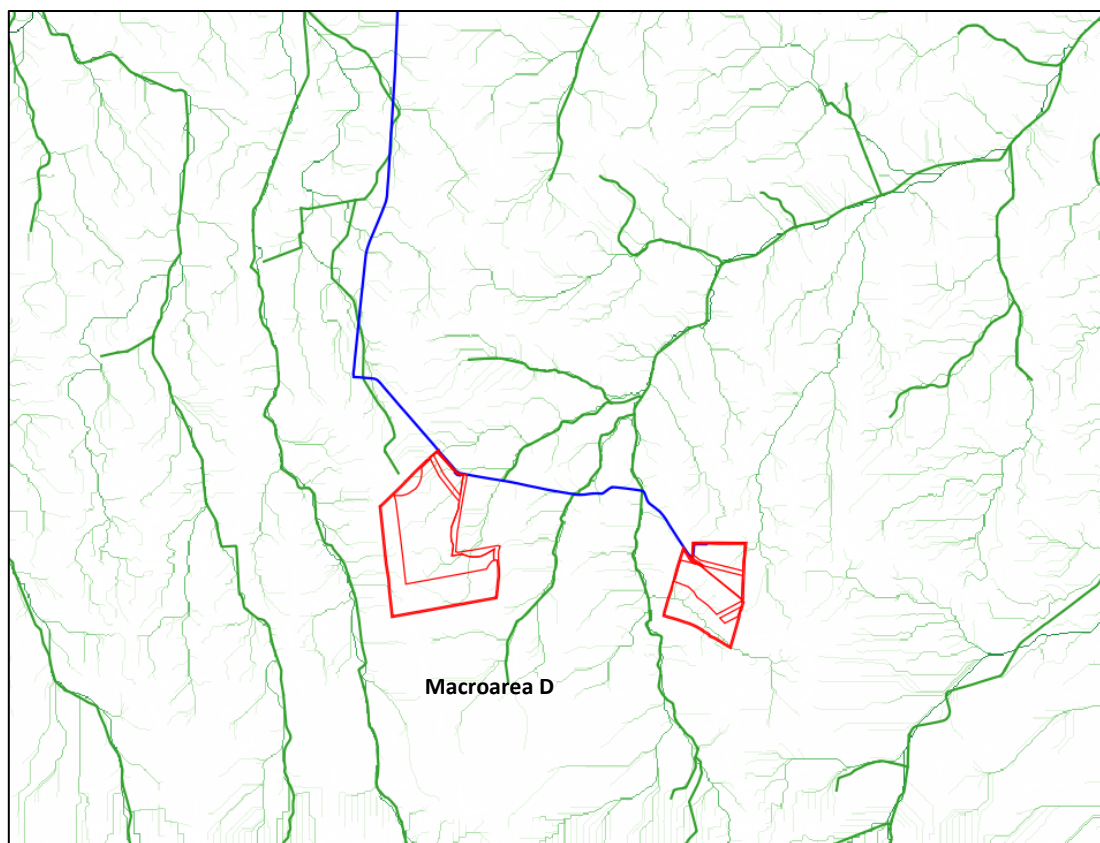


Fig. 4.2b – Reticolo di drenaggio estratto dal DTM Puglia

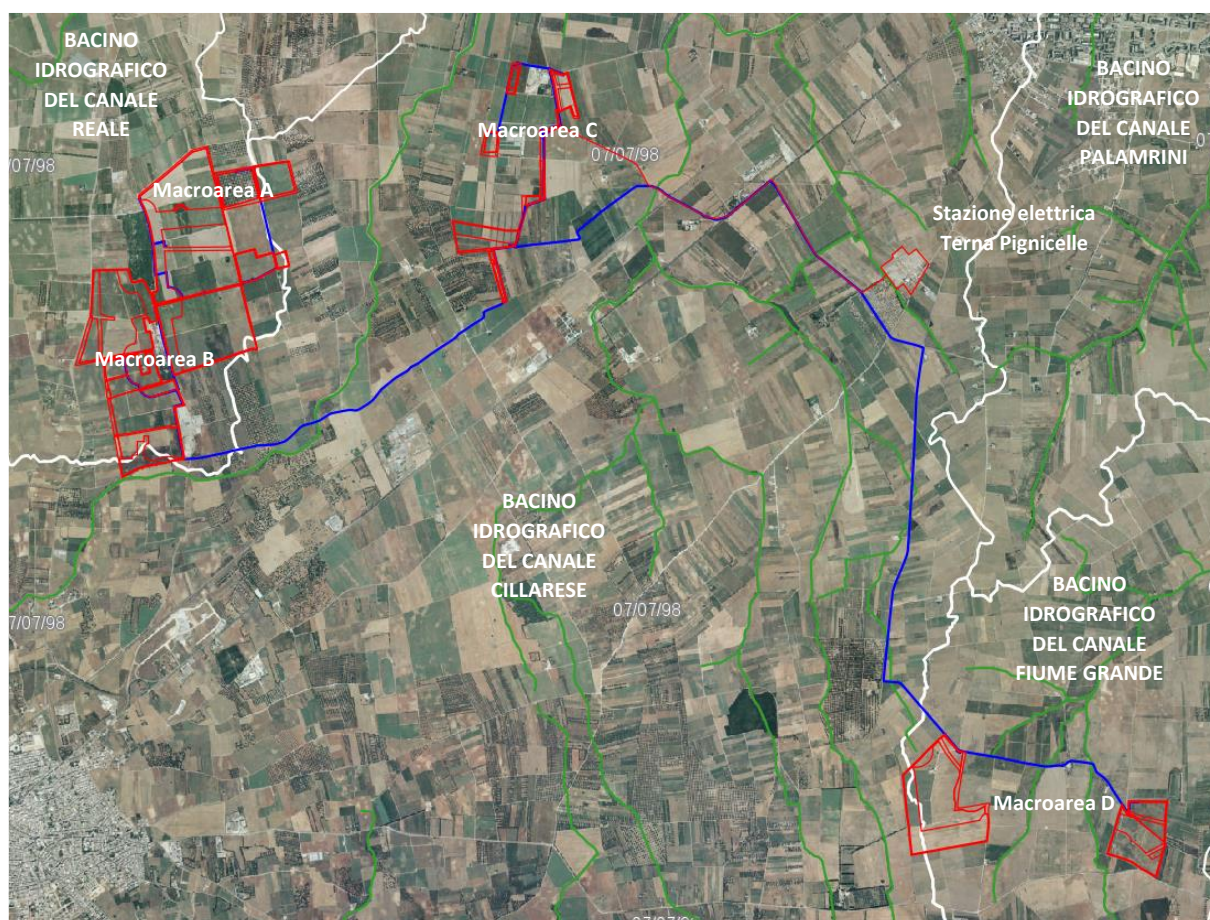
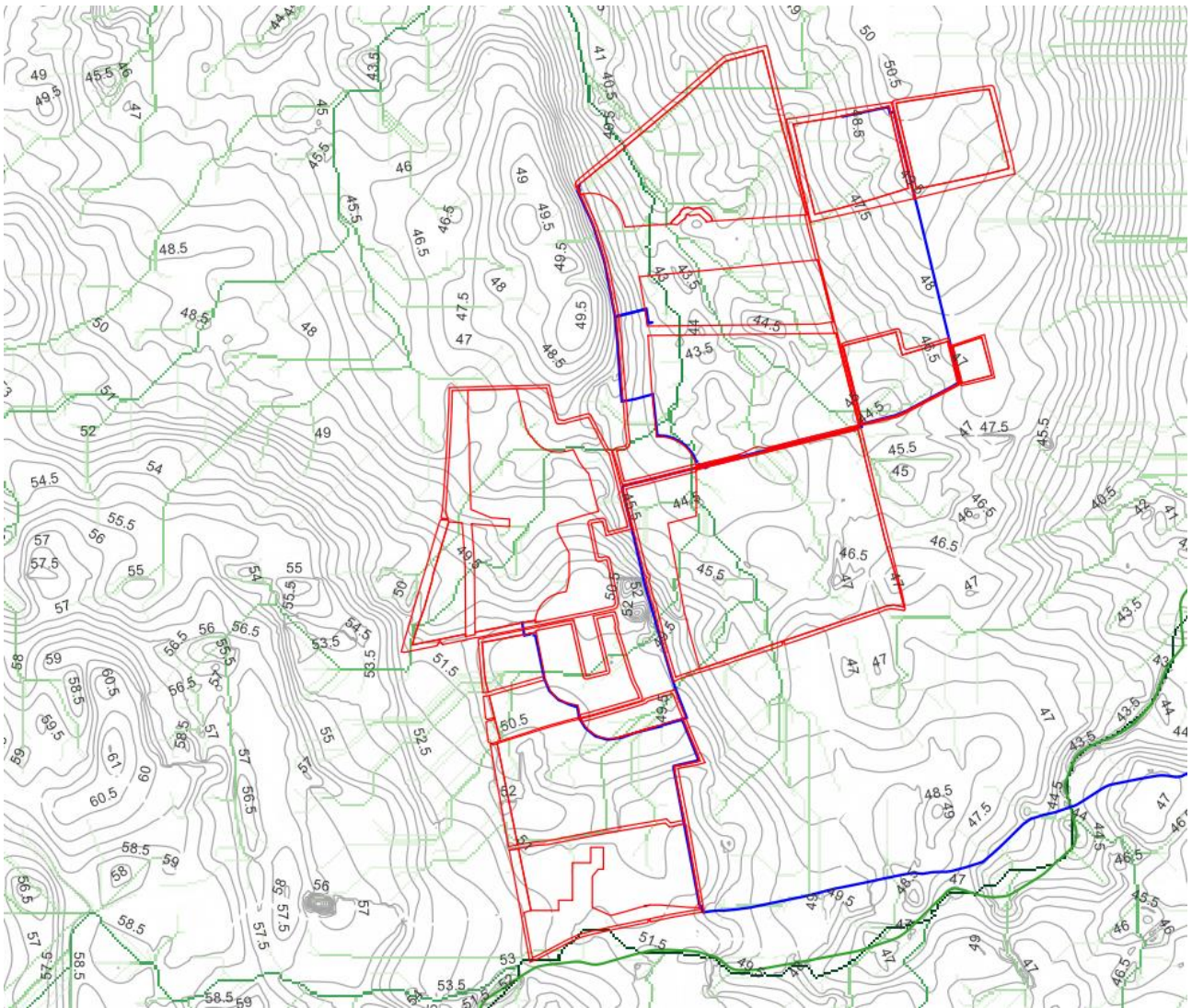


Fig. 4.3 – Limiti dei bacini idrografici





*Fig. 4.4 – Caratteri idrografici ed altimetrici di dettaglio del settore in cui ricadono le macroaree A e B*

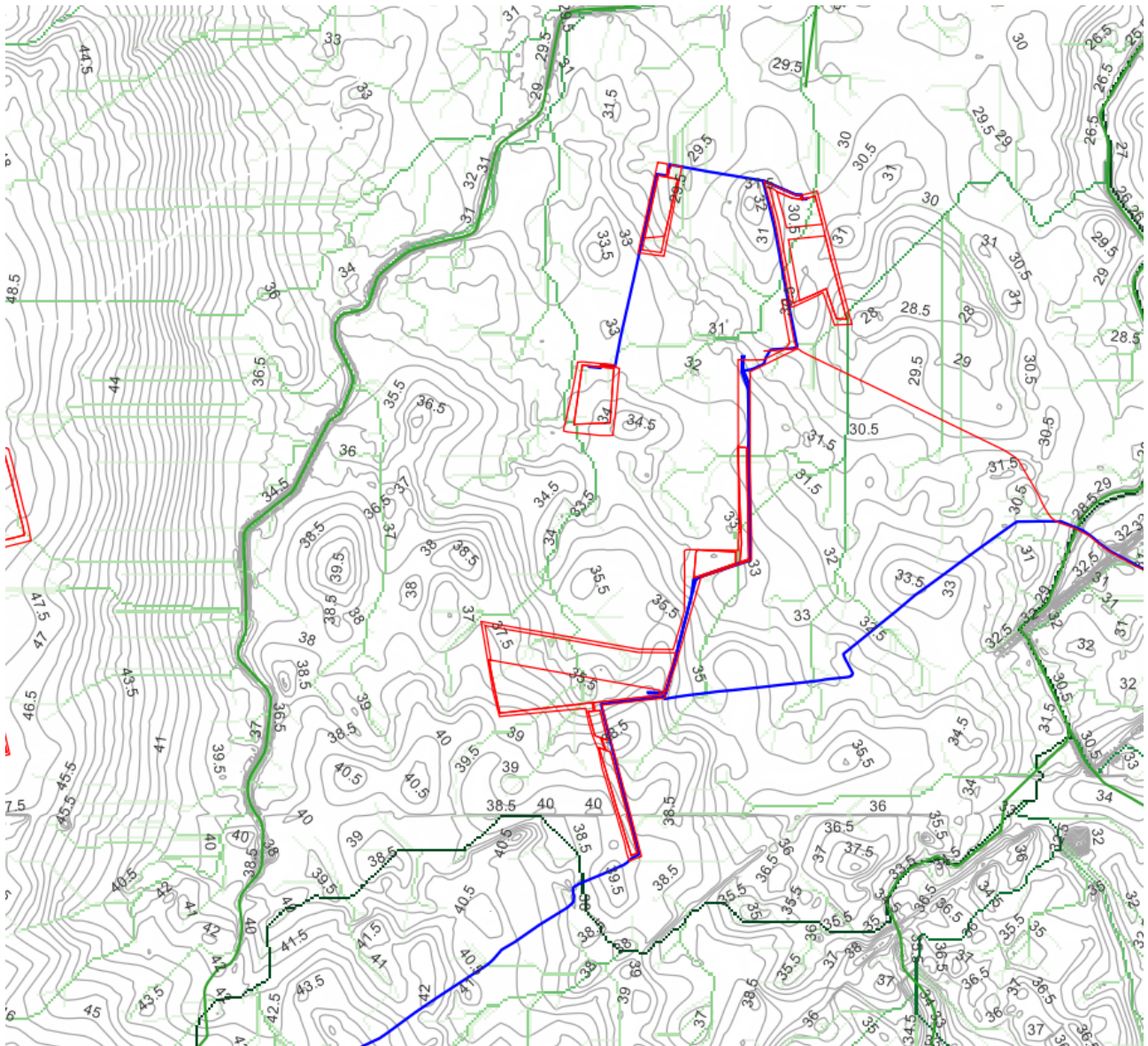
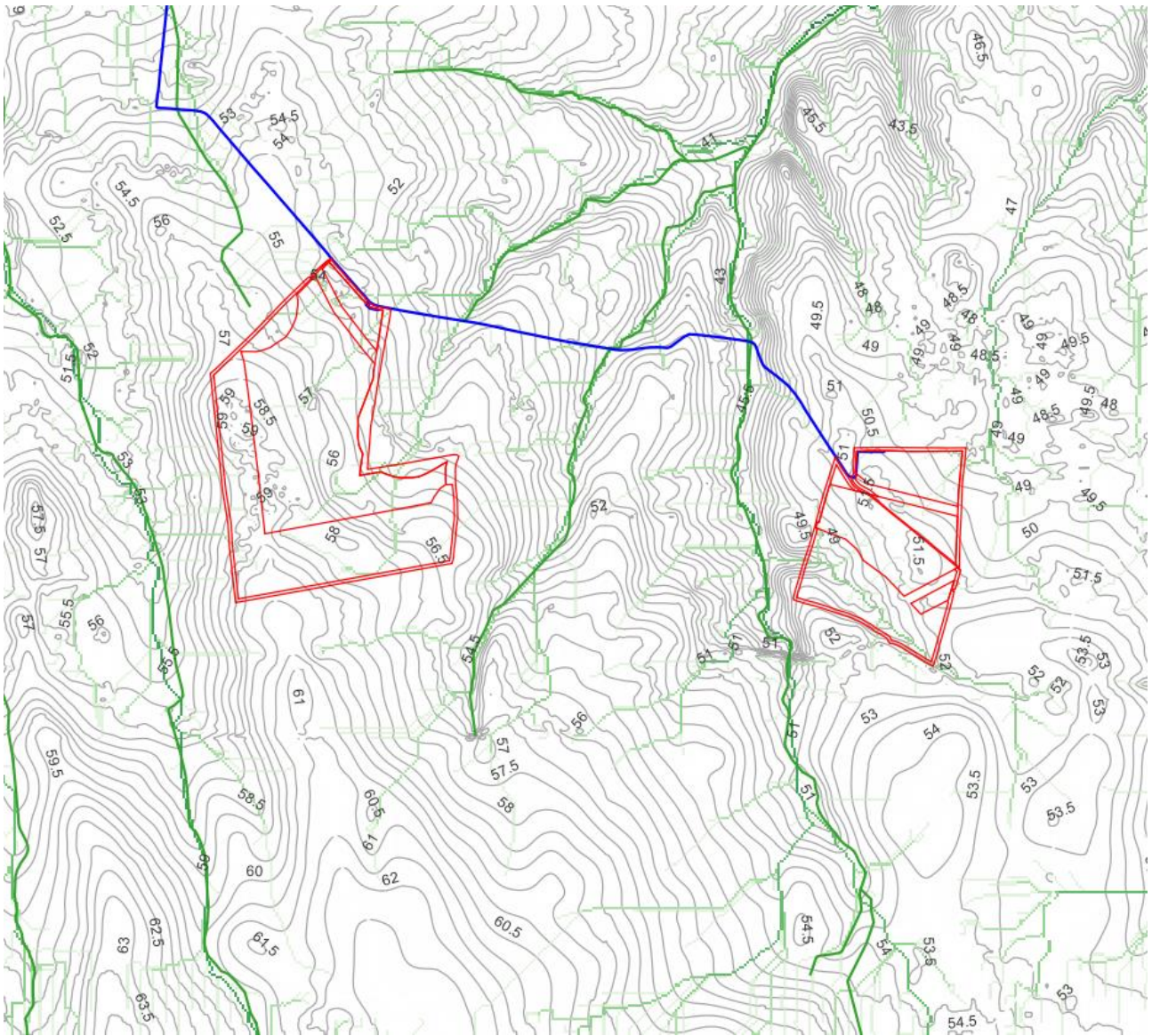


Fig. 4.5 – Caratteri idrografici ed altimetrici di dettaglio del settore in cui ricade la macroarea C





*Fig. 4.6 – Caratteri idrografici ed altimetrici di dettaglio del settore in cui ricade la macroarea D*

Si rileva in ultimo, come ulteriore considerazione di carattere generale e qualitativo, che il cavidotto di progetto interseca in vari punti la rete idrografica; esso, tuttavia, corre integralmente nel sottosuolo e su strada pubblica, per cui si può prevedere che non vi sarà alcun impatto sulle modalità e condizioni del deflusso superficiale diversamente invece da quanto potrebbe accadere nelle aree di impianto che interesseranno terreni agricoli.



## **5. INTERFERENZE DI CARATTERE IDRAULICO**

### **5.1 Premessa**

Le interferenze di carattere idraulico possono essere valutate sotto l'aspetto del rischio idraulico e idrogeologico, cioè con riferimento alle conseguenze prodotte da eventi meteorologici che causano un aumento critico dell'acqua lungo gli impluvi, valutando dunque l'esposizione delle opere di progetto a tali eventi e l'effetto che esse potrebbero avere sullo sviluppo di questi eventi e sugli effetti da essi prodotti.

Le interferenze possono anche essere valutate tuttavia a prescindere dalle condizioni di rischio e cioè a prescindere dalla presenza nei corsi d'acqua di livelli idrici critici, studiando semplicemente gli effetti che esse producono sul deflusso ordinario.

### **5.2 Rischio Idraulico**

La valutazione del rischio idraulico non può prescindere dalla consultazione dei Piani operativi specificatamente previsti dalle norme vigenti per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni e quindi dalla consultazione del PGRA e del PAI.

Il Piano di Gestione Rischio di Alluvioni del Distretto idrografico Appennino Meridionale PGRA DAM è stato adottato, ai sensi dell'art. 66 del d.lgs. 152/2006, con Delibera n° 1 del Comitato Istituzionale Integrato del 17 dicembre 2015, è stato approvato dal Comitato Istituzionale Integrato in data 3 marzo 2016. Con l'emanazione del DPCM in data 27/10/2016 si è concluso il I ciclo di Gestione e con Delibera n.2 della Conferenza istituzionale permanente del 20 dicembre 2021 è stato adottato, ai sensi degli artt. 65 e 66 del D.Lgs. 152/2006, il primo aggiornamento del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale (2021-2027) – Il Ciclo di gestione- di cui all'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e all'art. 7 del D.Lgs. 49/2010, predisposto al fine degli adempimenti previsti dal comma 3 dell'art. 14, della Direttiva medesima.

Il PAI, con la finalità della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, individua il reticolo idrografico regionale nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali.

In tutte queste aree è consentito lo svolgimento di attività che non comportano alterazioni morfologiche o funzionali né un apprezzabile pericolo per l'ambiente e le persone.

Tali attività sono definite all'articolo 6 delle NTA che comunque prescrivono, in funzione della valutazione del rischio associato alla realizzazione di piani e progetti, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area di intervento. Quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia allegata al PAI e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, tali prescrizioni si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore

a 75 m cui si aggiunge una striscia di ulteriori 75 m di ampiezza qualora la “fascia di pertinenza fluviale” (di cui all’articolo 10 delle NTA) non è arealmente individuata nelle cartografie del PAI.

Analogamente il PAI riconosce e cartografa aree ad alta probabilità di inondazione, a media probabilità di inondazione ed a bassa probabilità di inondazione, individuando gli interventi consentiti nel loro perimetro (Artt. 7, 8 e 9 delle NTA). Per tutti gli interventi consentiti è comunque richiesta, in funzione della valutazione del rischio ad associato alla loro realizzazione, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.

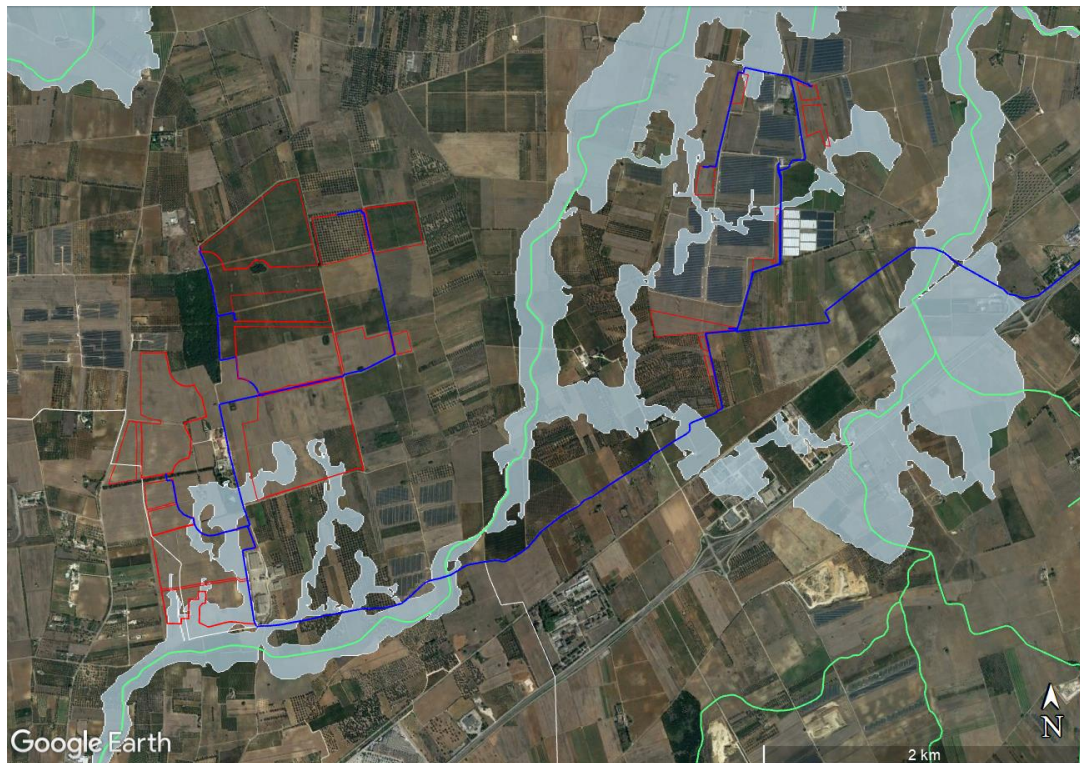
Il PAI cartografa anche le aree a pericolosità geomorfologica media e moderata - PG1, elevata - PG2 e molto elevata - PG3, individuando gli interventi consentiti nel loro perimetro (Artt. 12, 13, 14 e 15 delle NTA). Per tutti gli interventi consentiti è comunque richiesta, in funzione della valutazione del rischio ad associato alla loro realizzazione, la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che ne analizzi compiutamente gli effetti sulla stabilità dell'area interessata.

Con riferimento al caso di studio, dalla sovrapposizione del perimetro dei lotti di impianto e del tracciato del cavidotto con PAI e reticolo idrografico cartografato dalla Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale emerge che:

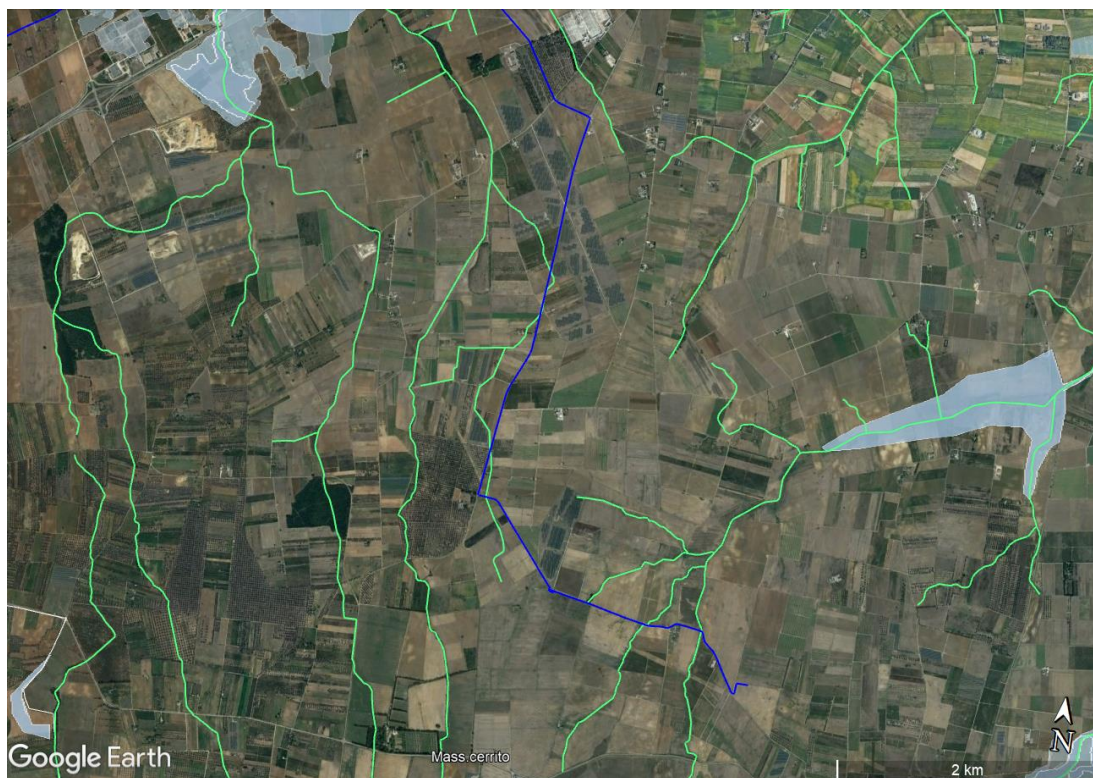
- a) le aree di impianto A6, B9, B8 e C10 sono parzialmente sovrapposte a territori classificati a Bassa Pericolosità idraulica (Fig. 5.2.1) mentre le fasce di naturalità sono sovrapposte ad aree tipizzate anche a Media Pericolosità;
- b) il cavidotto, insistendo comunque sempre sulla viabilità pubblica, interseca direttamente in più punti la rete idrografica o corre subparallelo ad essa entro la fascia di 150 dall'alveo; di conseguenza esso attraversa ampi settori di territorio a pericolosità idraulica Alta, Media e Bassa e altre porzioni (a distanza inferiore a 150 m dall'alveo fluviale) dove le fasce golenali per i vari tempi di ritorno non sono cartografate.

In ragione di quanto rilevato per le aree di impianto A6, B9, B8 e C10 trovano applicazione l'Art. 8 - *Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (M.P.)*, l'Art. 9 - *Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.)* delle NTA del PAI e l'Art. 4 - *Delega di funzioni* della L.R. 19 luglio 2013, n. 19 - *“Norme in materia di riordino degli organismi collegiali operanti a livello tecnico-amministrativo e consultivo e di semplificazione dei procedimenti amministrativi”*

Per il cavidotto invece trovano applicazione gli Artt. 6 - *Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali*, 7 - *Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.)*, 8 - *Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (M.P.)*, 9 - *Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.)* e 10 - *Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale delle NTA del PAI*.



*Fig. 4.2.1 - Sovrapposizione tra le ree di impianto A6, B9, B8 e C10 e la Bassa Pericolosità idraulica*



*Fig. 5.2.2a - Sovrapposizione tra il cavotto e le aree AP, MP e BP (settore meridionale)*





*Fig. 5.2.2b - Sovrapposizione tra il cavidotto e le aree AP, MP e BP (area settentrionale)*

Sulla base delle evidenze rilevate si conclude che ai fini autorizzativi del progetto, in funzione della valutazione del rischio associato alla realizzazione delle opere previste, è necessario redigere uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle delle aree di intervento. Per questo aspetto si rimanda allo specifico elaborato.

### **5.3 Interferenza sul deflusso ordinario**

La valutazione delle interferenze sul regime idrico ordinario è propriamente l'oggetto del presente elaborato. In merito a questo aspetto si osserva che, come rilevato nel precedente paragrafo, sebbene il cavidotto di progetto intersechi in vari punti la rete idrografica, esso non rappresenta un elemento impattante sulle modalità e condizioni del deflusso superficiale poiché corre integralmente su strada pubblica e è posizionato nel sottosuolo (in trincea o in T.O.C.).

Diversamente, invece, le aree di impianto interessano terreni agricoli caratterizzati da minimi dislivelli interessati da impluvi di basso ordine gerarchico e non cartografati sui vari Piani e sulla CTR. Inoltre, esse ricadono tutte sui margini dei bacini idrografici, pertanto, sono interessate da deflussi poco significativi sotto l'aspetto quantitativo e poco organizzati.

Rispetto alle osservazioni sopra riportate si rileva dunque che:

- sebbene il cavidotto di progetto intersechi in vari punti la rete idrografica, esso non rappresenta un elemento impattante sulle modalità e condizioni del deflusso superficiale

ordinario (ed anche critico) poiché corre integralmente su strada pubblica ed è posizionato nel sottosuolo (in trincea o in T.O.C.).

- le aree di impianto e quelle ad esse annesse interessano terreni agricoli caratterizzati da minimi dislivelli e quindi per esse è possibile ipotizzare potenziali impatti sul deflusso superficiale connessi agli interventi previsti in tali siti (piantumazioni, recinzione, scavi, ecc).

In merito a questo ultimo punto si rileva che proprio con l'obiettivo di mitigare i potenziali impatti:

1. tutti i lavori saranno realizzati avendo particolare cura nel conservare l'assetto altimetrico dei luoghi e con materiali idonei alla conservazione delle attuali capacità di infiltrazione delle superfici esistenti (superfici naturali e artificiali);
2. in corrispondenza delle intersezioni tra le strade di progetto e le principali linee di compluvio estratte dal DTM (colore verde acceso nelle planimetrie sopra riportate) saranno posizionate al di sotto del piano stradale delle tubazioni in acciaio al fine di permettere il regolare e naturale deflusso delle acque meteoriche.

Nelle successive figure sono individuate le interferenze tra i compluvi con ordine gerarchico superiore a 5 rispetto alla classificazione ottenuta con lo strumento Strahler Order di Saga Gis operando sul DTM Puglia e la viabilità di progetto (come più volte ribadito tali compluvi non sono quelli cartografati sui Piani e sulla CTR essendo essi di ordine gerarchico molto basso, pertanto, per questi non si applicano le prescrizioni delle NTA del PAI).

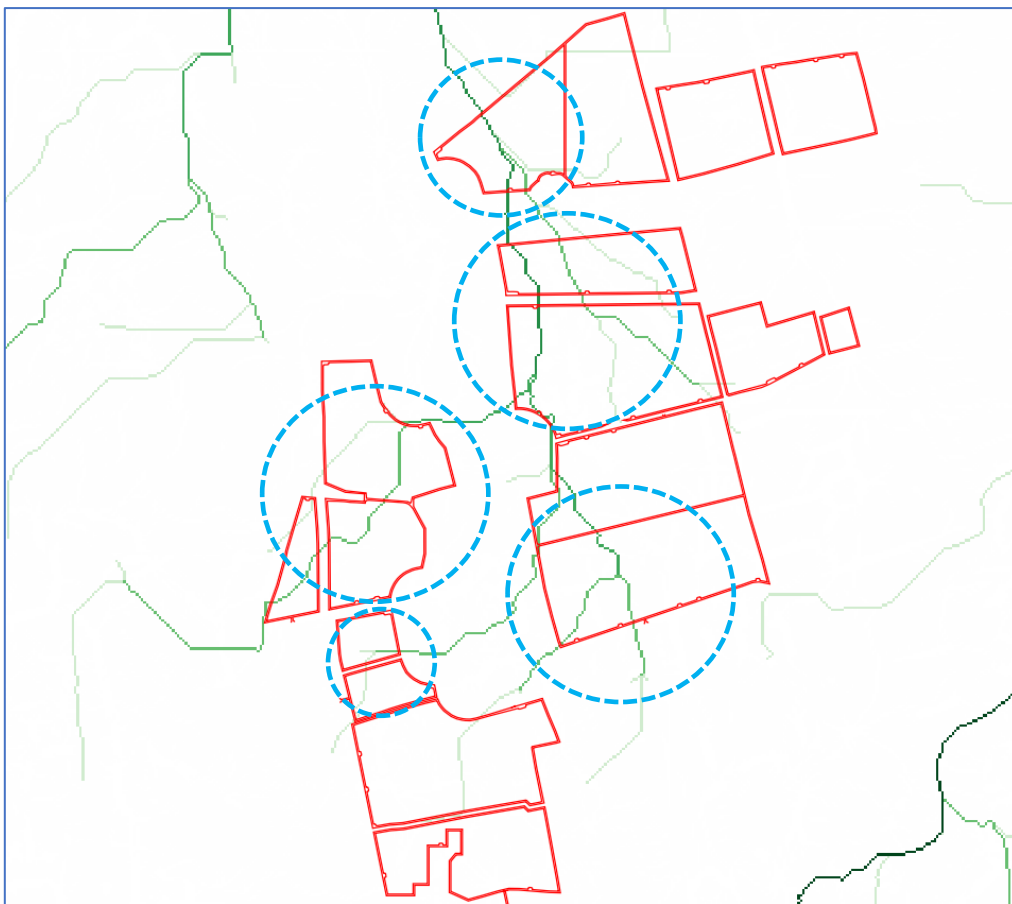
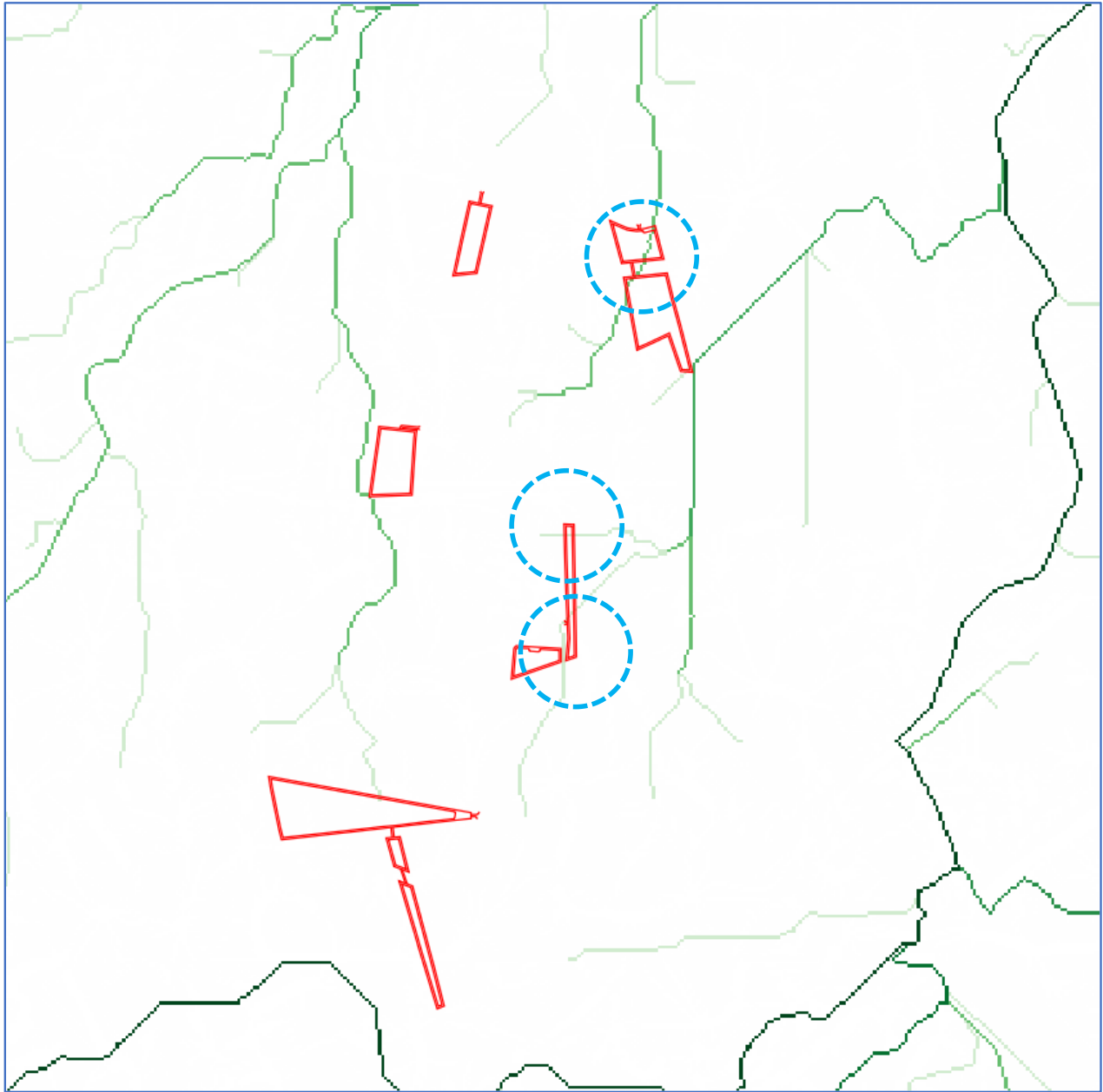


Fig. 5.3.1 – Interferenze idrauliche della viabilità di progetto per me macroaree A e B





*Fig. 5.3.2 – Interferenze idrauliche della viabilità di progetto per la macroarea C*

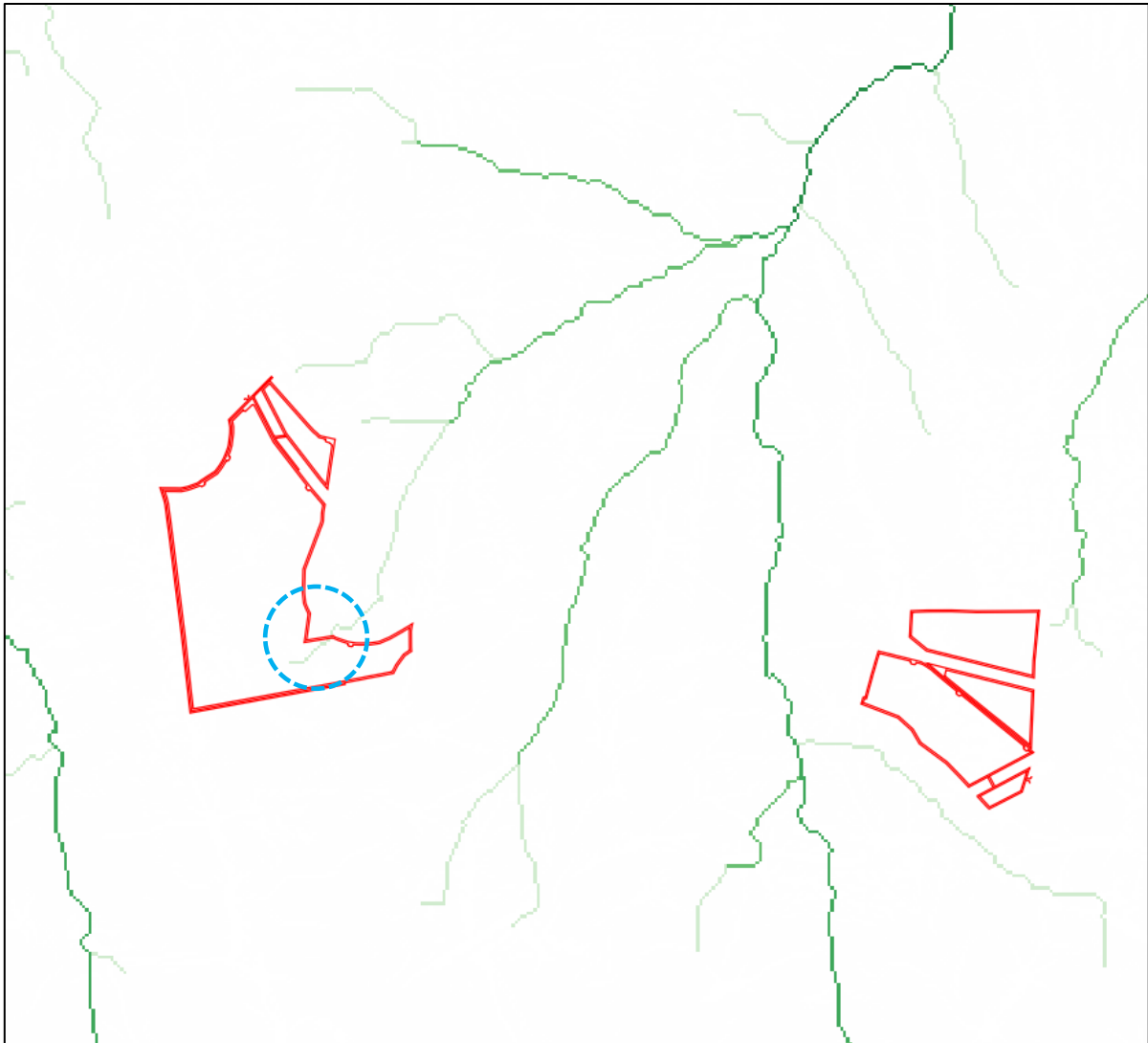
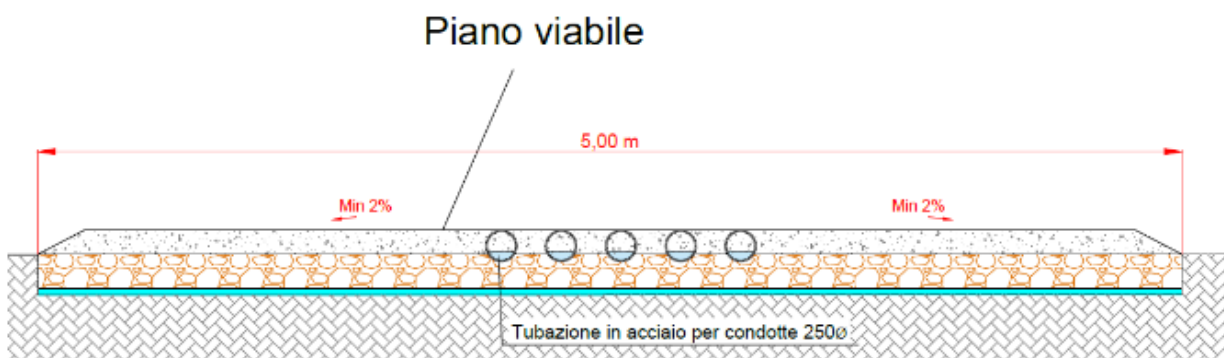


Fig. 5.3.3 – Interferenze idrauliche della viabilità di progetto per la macroarea D

Tutte le interferenze evidenziate nelle figure 5.3.1 – 5.3.3 saranno gestite con l'inserimento di una batteria di tubi in acciaio DN250 al di sotto del piano stradale, come indicato in figura.



### **5.3 Verifica idraulica delle opere di mitigazione degli impatti attesi sul deflusso ordinario**

Come riportato nel precedente paragrafo tutti i lavori saranno realizzati avendo particolare cura nel conservare l'assetto altimetrico dei luoghi e con materiali idonei alla conservazione delle attuali capacità di infiltrazione delle superfici esistenti, pertanto, i soli impatti potenziali sul deflusso idrico ordinario sono connessi alla presenza delle strade di progetto che intersecano i compluvi naturali e che rispetto ai terreni contermini saranno realizzate necessariamente leggermente rialzate.

Per mitigare tali impatti, al di sotto del piano stradale in corrispondenza dei compluvi naturali, saranno posizionate delle tubazioni in acciaio DN250 al fine di permettere il regolare e naturale deflusso delle acque meteoriche

Nel presente paragrafo si è proceduto quindi a verificare il corretto dimensionamento di queste opere idrauliche.

#### Macroaree A e B

Questo sito è caratterizzato da molteplici intersezioni per cui, per semplicità, si è ritenuto opportuno considerare un unico bacino scolante di progetto tagliato sulla intersezione di valle (Fig. 5.3.1). Questa semplificazione è particolarmente cautelativa rispetto agli attraversamenti collocati a monte della sezione di chiusura.

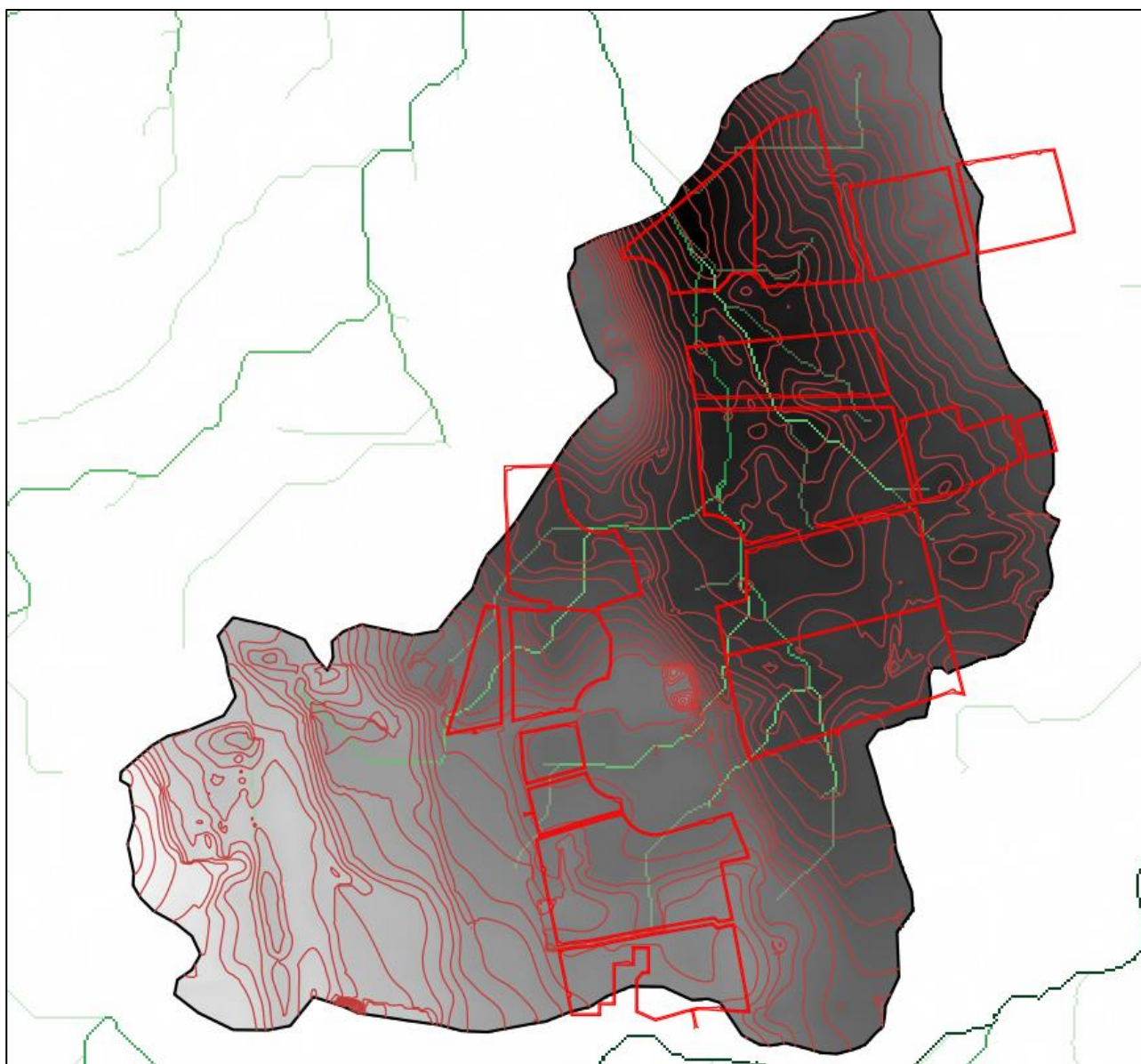


Fig. 5.3.1 – Bacino di progetto macroaree A e B

Tale bacino ha i seguenti caratteri morfometrici:

Superficie	S (kmq)	4.805387
Altezza massima	$H_{max}$ (m)	61.47
Altezza media	$H_{med}$ (m)	49
Altezza minima	$H_{min}$ (m)	41.07
Lunghezza asta principale	L (km)	2.809
Quota scorr asta sezione monte	$h_m$ (m)	54.52
Quota scorr asta sezione valle	$h_v$ (m)	41.07
Pendenza media asta	$i$	0.0048
Pendenza media versanti	$i_v$	0.115187393

Per effettuare il calcolo dell'evento critico di pioggia di assegnato tempo di ritorno (10 anni) in assenza di dati pluviometrici sitospecifici è stato utilizzato il cosiddetto metodo regionale,

secondo le indicazioni contenute nel capitolo VI.3.1 della Relazione di Piano proposta dall'ex Autorità di Bacino della Puglia, che prevede la suddivisione del territorio di competenza in sei regioni aventi caratteristiche pluviometriche differenti. Per ogni regione pluviometrica viene fornita direttamente l'equazione della Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica. In base a questa suddivisione tutto il Salento ricade nella sesta regione pluviometrica, per la quale è valida la seguente espressione:

$$X(d, z) = 33,7 * d^{\frac{0,488+0,0022*z}{3,178}} \quad 1$$

Tale relazione fornisce per diverse durate di pioggia  $d$  il valore dell'altezza di pioggia  $X$  prendendo in considerazione anche il valore della quota assoluta  $z$  sul livello del mare.

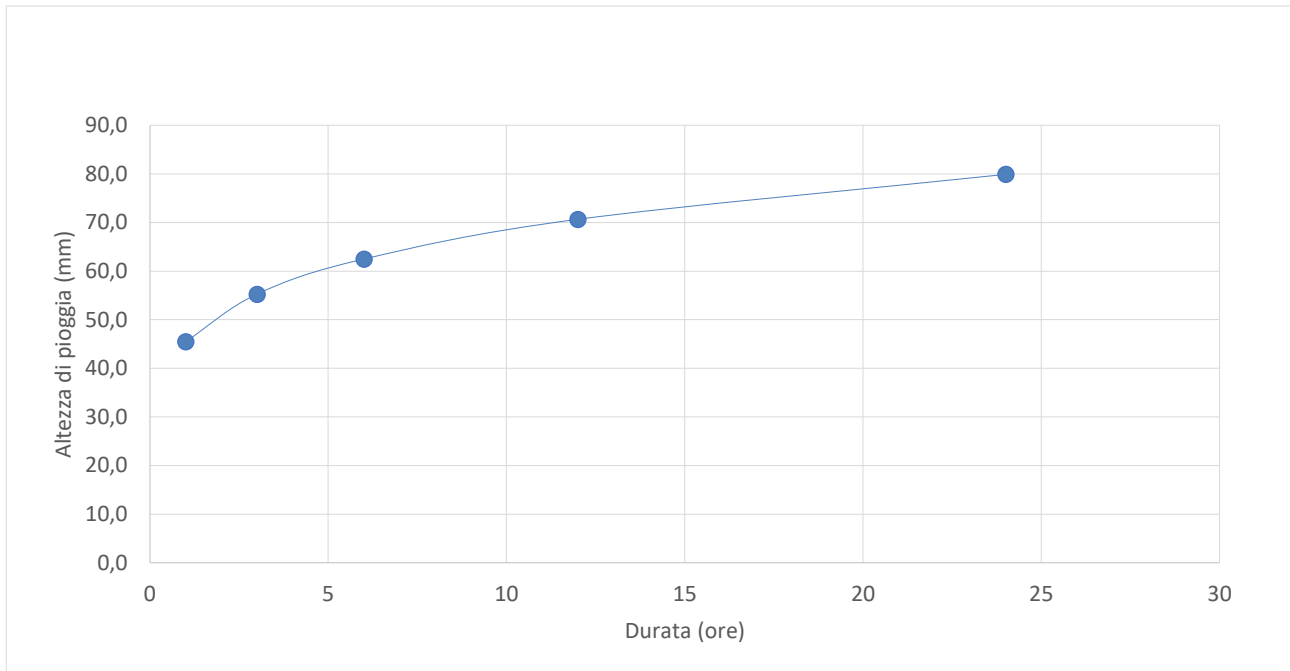
I valori calcolati sono, quindi, correlati ad un determinato tempo di ritorno attraverso la loro moltiplicazione con un coefficiente  $K_T$  il cui valore dipende dal tempo di ritorno  $Tr$  attraverso la seguente relazione:

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

Determinati gli eventi critici di pioggia è stata costruita per ogni bacino di progetto la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa ai diversi tempi di ritorno considerati.

d	1	3	6	12	24
z	49.00				
x	33.7	41.4	47.2	53.7	61.1
Tempo ritorno	10		Kt <sub>30</sub>	1.35	
X <sub>30</sub>	45.5	55.9	63.6	72.5	82.5
LN(X <sub>30</sub> )	3.8172	4.0231	4.1531	4.2830	4.4130
d (ore)	1	3	6	12	24
LN(d)	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1875	3.82			
n <sub>30</sub>	0.1875				
a <sub>30</sub>	45.48				
h <sub>30</sub>	45.5	55.9	63.6	72.5	82.5





Il tempo caratteristico di ciascuna bacino è stato assunto pari al tempo di corrivazione definito come il tempo che impiega l'ultima particella d'acqua caduta nella sezione più lontana da quella di chiusura, a raggiungere quest'ultima. Si è proceduto al calcolo di  $T_c$  utilizzando i parametri morfometrici propri dei bacini di progetto attraverso varie formule proposte in letteratura ritenute più appropriate al caso di studio.

A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione dei bacini, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di  $T_c$  medio tra quelli calcolati.

Giandotti	5.76
Pezzoli	2.23
Puglisi	4.37
Tournon	3.58
Ventura	4.02
Viparelli	0.58
Kirpich	1.15
valore di riferimento	3.11

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Con riferimento ad un evento di durata  $d$  e con un tempo di ritorno  $Tr$  è possibile determinare il deflusso superficiale caratteristico del bacino scolante:

$$h_{netta}(d, Tr) = \frac{(X(d, Tr) - I_a)^2}{(X(d, Tr) - I_a) + S} \quad (3)$$

dove:

- $h_{netta}(d, Tr)$  in mm, è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento di durata  $d$  e tempo di ritorno  $Tr$ ,
- $X(d, Tr)$  in mm, è il volume specifico di pioggia lorda relativo all'evento di durata  $d$  e tempo di ritorno  $Tr$ ,
- $I_a$  in mm, rappresenta la quota parte del volume affluito che si infila prima che il deflusso abbia inizio;
- $S$  in mm, è il potenziale specifico massimo di assorbimento del terreno, cioè il volume immagazzinabile a saturazione nello stesso.

Nella pratica, si utilizzano le seguenti relazioni:

$$I_a = 0.2S \quad \text{e} \quad S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Il Curve Number "CN" 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.

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 (50÷110 mm) e molto umido (>110 mm). Poiché lo studio è rivolto al calcolo della portata di piena e considerato che in occasione di queste ultime molto spesso il terreno del bacino 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:

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057CN_{II}}$$

Ai fini applicativi ogni sottobacino è stato suddiviso in base all'uso del suolo indicato sulla Carta di uso del suolo della regione Puglia, in zone omogenee caratterizzate dal medesimo valore di CN e per ogni sottobacino è stato quindi ricavato 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

La classificazione dei tipi di suolo è funzione delle caratteristiche di permeabilità secondo la suddivisione proposta dal Soil Conservation Service che prevede quattro classi:

- A = potenzialità di deflusso scarsa,
- B = potenzialità di deflusso moderatamente bassa,
- C = potenzialità di deflusso moderatamente alta,
- D = potenzialità di deflusso molto alta.

Ad ognuna delle precedenti classi di potenzialità di deflusso, in funzione dell'uso del suolo, sono associabili dei valori del parametro CN come riportato in tabella.

<b>Tipo di copertura</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<i>Tessuto residenziale continuo</i>	89	92	94	95
<i>Tessuto residenziale discontinuo</i>	61	75	83	87
<i>Tessuto residenziale rado e nucleiforme</i>	51	68	79	84
<i>Tessuto residenziale rado</i>	51	68	79	84
<i>Insedimento industriale</i>	81	88	91	93
<i>Insedimento commerciale</i>	89	92	94	95
<i>Insedimento produttivo agricolo</i>	61	75	83	87
<i>Reti stradali e spazi accessori</i>	98	98	98	98
<i>Aree estrattive</i>	60	60	60	60
<i>Discariche</i>	30	58	71	78
<i>Cantieri e suoli rimaneggiati</i>	89	92	94	95
<i>Campeggi, strutture ricettive, luoghi di culto e cimiteri</i>	49	69	79	84
<i>Aree verdi urbane</i>	39	61	74	80
<i>Colture temporanee associate a colture permanente</i>	62	71	78	81
<i>Frutteti e frutti minori non irrigui</i>	62	71	78	81
<i>Frutteti e frutti minori irrigui</i>	72	81	88	91
<i>Oliveti irrigui</i>	72	81	88	91
<i>Oliveti non irrigui</i>	62	71	78	81
<i>Prati stabili non irrigui</i>	30	58	71	78
<i>Seminativi in aree non irrigue</i>	62	71	78	81
<i>Sistemi colturali e particellari complessi</i>	72	81	88	91
<i>Vigneti irrigui</i>	72	81	88	91
<i>Vigneti non irrigui</i>	62	71	78	81
<i>Zone boscate</i>	25	55	70	77
<i>Aree a pascolo naturale, praterie e incolti</i>	39	61	74	80
<i>Spiagge, dune e sabbie</i>	68	79	86	89
<i>Bacini di acqua</i>	100	100	100	100

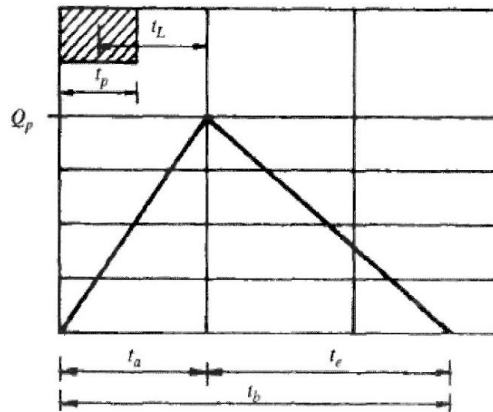
Nel caso in studio considerando che il substrato litologico è ubiquitariamente rappresentato da limi sabbiosi si è ritenuto opportuno utilizzare i valori di CN relativi alla classe "C".

Ottenuti i valori dei coefficienti di immagazzinamento è stato possibile calcolare le altezze efficaci di pioggia relative ad un evento con tempo di ritorno di 10 anni.

Per il calcolo della portata di piena  $Q_p$  ( $m^3/s$ ) si è fatto riferimento all'idrogramma unitario proposto dal Soil Conservation Service (SCS). Si tratta di un idrogramma approssimato di forma triangolare che ha una fase crescente di durata  $t_a$  (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata  $t_e$  (tempo di esaurimento) e il cui volume, espresso in  $m^3$ , ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_p}{2} (t_a + t_e) = \frac{Q_p t_b}{2}$$

avendo indicato con  $t_b$  la durata dell'evento di piena.



Sperimentalmente è stato dimostrato che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico pari al 37,5% del volume totale  $V$  di deflusso; quindi, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0,375 volte la durata dell'evento di piena  $t_b$  e pertanto:

$$t_b = 2.67t_a$$

Utilizzando le formule precedenti ed esprimendo il volume di deflusso netto  $V$  in mm, il tempo  $t_a$  in ore, l'area  $A$  del bacino in  $Km^2$ , si ottiene:

$$Q_p = 0.208 \frac{VA}{t_a}$$

La determinazione di  $t_a$ , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante di durata  $t_p$  e indicando con  $t_L$  il tempo di ritardo, si effettua con la seguente relazione:

$$t_a = 0.5t_p + t_L$$

I tempi  $t_p$  e  $t_L$  sono "tempi caratteristici" del bacino: il primo rappresenta il tempo di piena, il secondo, invece, il ritardo con cui la portata di picco arriva alla sezione di chiusura del bacino.

Per la stima del tempo di ritardo del bacino si può utilizzare la formula di Mockus:

$$t_L = 0.342 \frac{L_{max}^{0.8}}{s^{0.5}} \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.9}$$

In cui  $s$  è la pendenza del bacino espressa in %,  $L_{max}$  la lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla displuviale espressa in Km.

Sperimentalmente è stata osservata la seguente relazione:

$$t_L = 0.5t_c$$

quindi in ultima istanza, si ottiene:

$$t_a = 1.1t_c$$

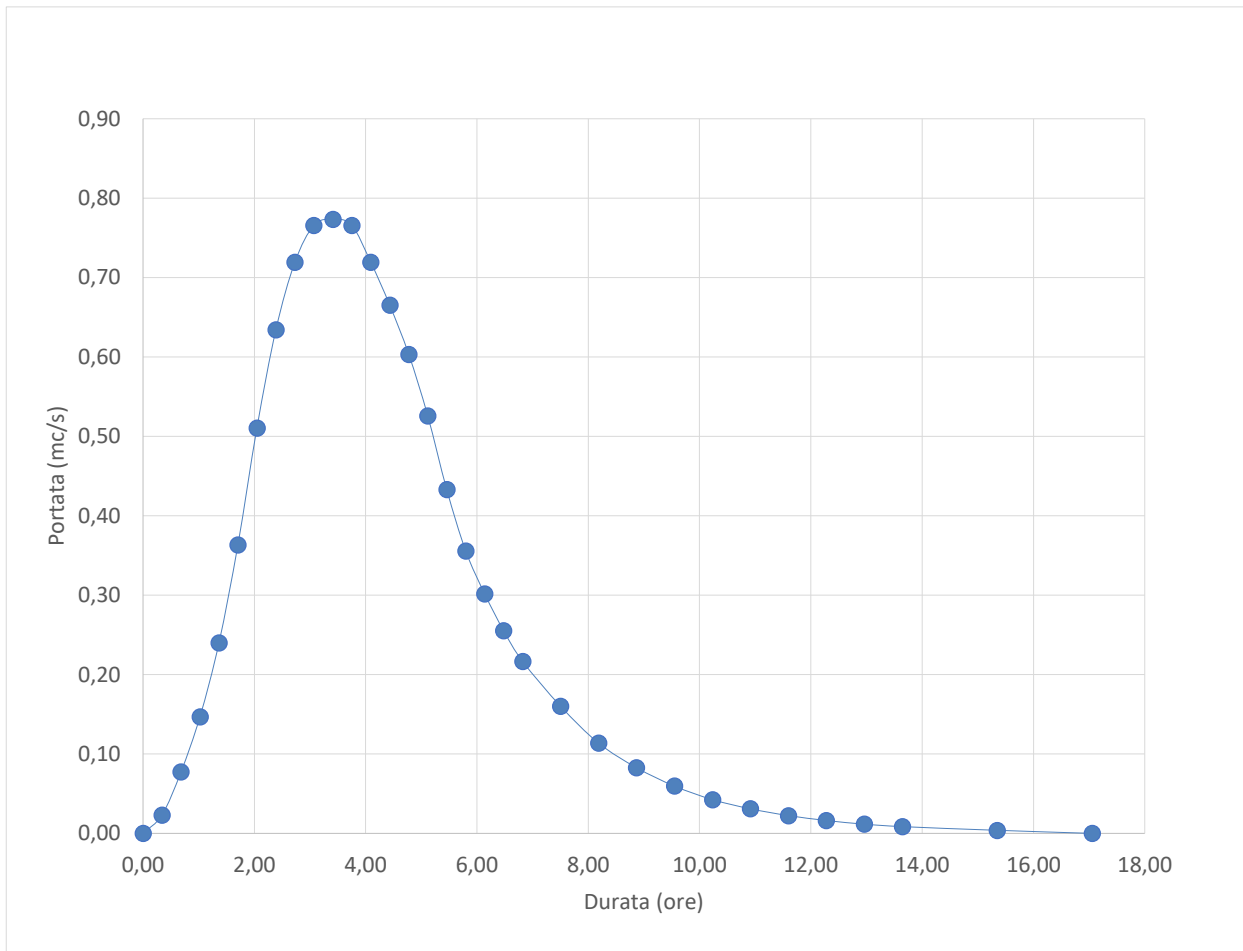
Si proceduto quindi alla determinazione delle portate di picco ed alla determinazione dell'idrogramma di piena partendo dall'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di  $Q/Q_p$  e di  $t/t_a$ .

### Pioggia netta

Tr	10
S (mm)	30.81
la (mm)	7.70
Tc (ore)	3.10
n	0.1875
a	45.5
H <sub>lordo</sub>	18.1
H <sub>netto</sub>	2.6

### Portata di piena

Tr	10
Tc (ore)	3.10
T <sub>lag</sub> (ore)	1.86
T <sub>p</sub> (ore)	3.41
A (kmq)	4.80539
V <sub>netto</sub> (mm)	2.64
Q <sub>p</sub> (mc/s)	0.67



La verifica idraulica è stata eseguita applicando la formula di di Chezy per condotte a pelo libero con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler.

Il valore di portata utilizzato è quello corrispondente al tempo di ritorno di 10 anni precedentemente calcolato.

$$v = k \cdot Ri^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad Q = v \cdot S$$

dove: k è il coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler

Ri è il raggio idraulico della tubazione

$$Ri = \frac{S}{p} = \frac{D}{4} \text{ per tubazioni circolari}$$

con D diametro interno della tubazione

i è la pendenza della tubazione

Q portata della tubazione a sezione piena

Sviluppando la relazione per una tubazione in acciaio DN250 con pendenza di 0,02 m/m, K pari a 100 e livello percentuale di riempimento pari a 90%, si ottiene una portata Q di esercizio pari a 0.12 mc/s

Considerando che la portata di progetto è di 0,67 mc/s sarà necessario realizzare in corrispondenza delle intersezioni delle strade con i compluvi una batteria composta da 6 elementi

### Macroarea C

I bacini di progetto sono stati tagliati rispetto alle singole intersezioni e sono riportati nella successiva Fig. 5.3.2.



Fig. 5.3.1 – Bacini di progetto macroarea C



Tali bacini hanno i seguenti caratteri morfometrici:

		Bacino 1	Bacino 2
Superficie	S (kmq)	0.297582	0.416821
Altezza massima	H <sub>max</sub> (m)	34.6	40.06
Altezza media	H <sub>med</sub> (m)	31.6	34.35
Altezza minima	H <sub>min</sub> (m)	30.02	31.02
Lunghezza asta principale	L (km)	0.715	0.879
Quota scorr asta sezione monte	h <sub>m</sub> (m)	32	34.73
Quota scorr asta sezione valle	h <sub>v</sub> (m)	30.02	31.02
Pendenza media asta	i	0.0028	0.0042
Pendenza media versanti	i <sub>v</sub>	0.0813	0.1011

Per effettuare il calcolo dell'evento critico di pioggia di assegnato tempo di ritorno (10 anni) in assenza di dati pluviometrici sitospecifici è stato utilizzato il cosiddetto metodo regionale, secondo le indicazioni contenute nel capitolo VI.3.1 della Relazione di Piano proposta dall'ex Autorità di Bacino della Puglia

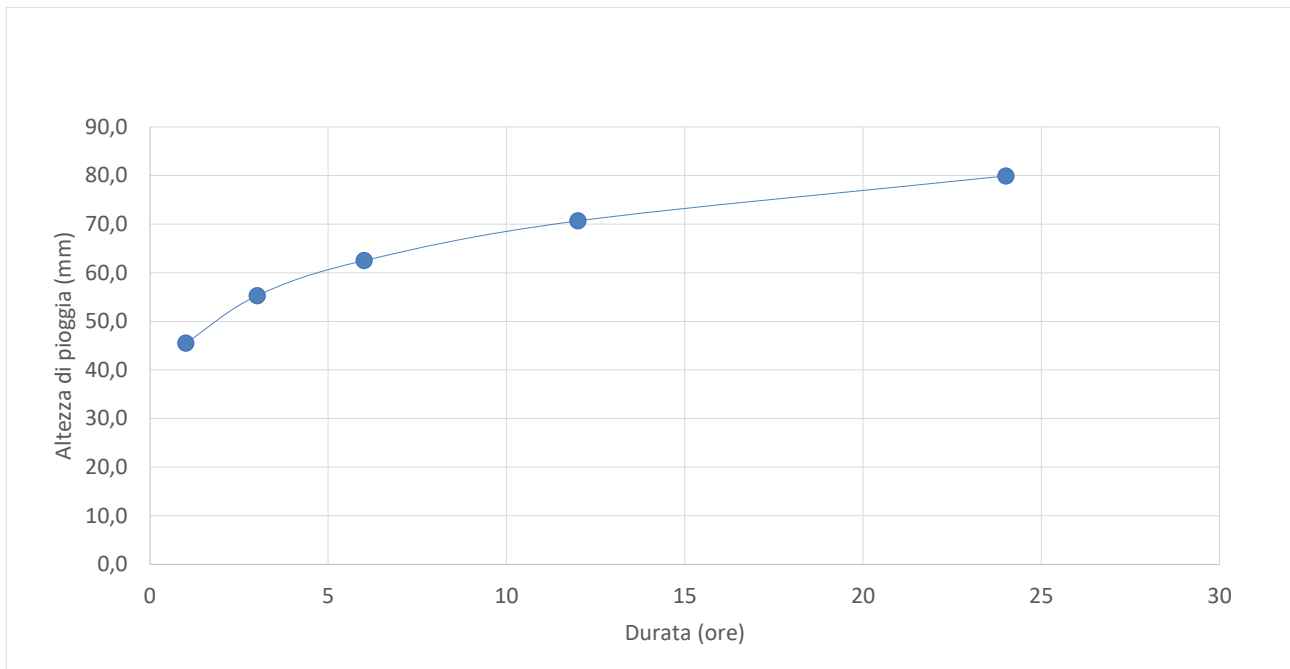
Bacino 1

d	1	3	6	12	24
z	31.60				
x	33.7	40.9	46.1	52.1	58.9
Tempo ritorno	10		Kt <sub>30</sub>	1.35	
X <sub>30</sub>	45.5	55.1	62.3	70.3	79.4
LN(X <sub>30</sub> )	3.8172	4.0099	4.1315	4.2531	4.3747
d (ore)	1	3	6	12	24
LN(d)	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1754	3.82			
n <sub>30</sub>	0.1754				
a <sub>30</sub>	45.48				
h <sub>30</sub>	45.5	55.1	62.3	70.3	79.4

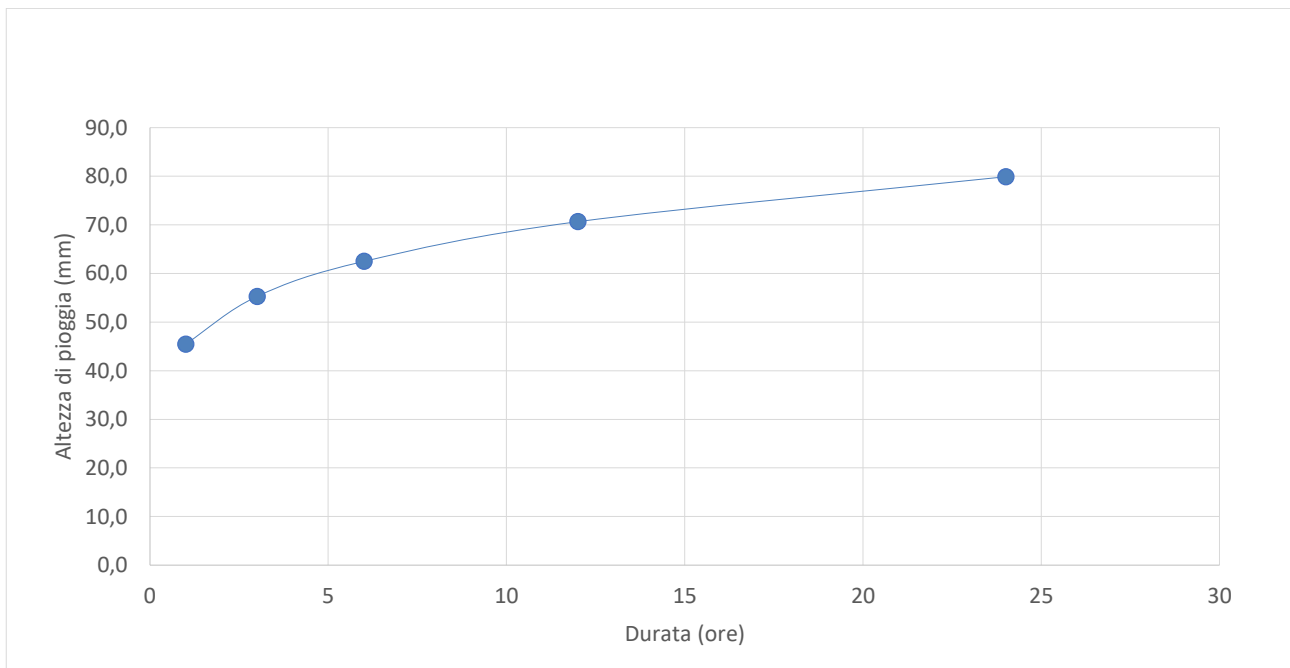
Bacino 2

d	1	3	6	12	24
z	34.35				
x	33.7	40.9	46.3	52.4	59.2
Tempo ritorno	10		Kt <sub>30</sub>	1.35	
X <sub>30</sub>	45.5	55.3	62.5	70.7	79.9
LN(X <sub>30</sub> )	3.8172	4.0120	4.1349	4.2578	4.3807
d (ore)	1	3	6	12	24
LN(d)	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1773	3.82			
n <sub>30</sub>	0.1773				
a <sub>30</sub>	45.48				
h <sub>30</sub>	45.5	55.3	62.5	70.7	79.9

## Bacino 1



## Bacino 2



Il tempo caratteristico di ciascuna bacino è stato assunto pari al tempo di corrivazione definito come il tempo che impiega l'ultima particella d'acqua caduta nella sezione più lontana da quella di chiusura, a raggiungere quest'ultima. Si è proceduto al calcolo di  $T_c$  utilizzando i parametri morfometrici propri dei bacini di progetto attraverso varie formule proposte in letteratura ritenute più appropriate al caso di studio.

A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione dei bacini, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di  $T_c$  medio tra quelli calcolati.

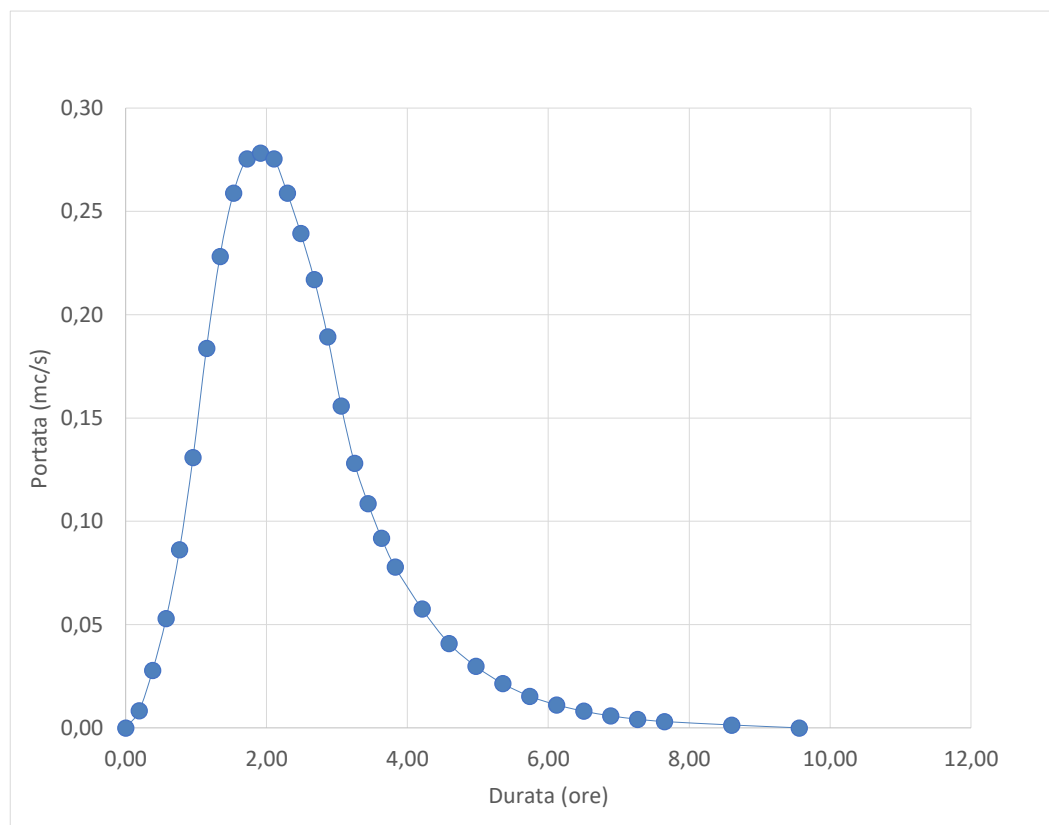
	Bacino 1	Bacino 2
Giandotti	3.24	2.67
Pezzoli	0.75	0.74
Puglisi	2.89	2.64
Tournon	1.08	1.09
Ventura	1.32	1.26
Viparelli	2.40	2.11
Kirpich	0.49	0.49
valore di riferimento	1.74	1.57

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number; si proceduto quindi alla determinazione delle portate di picco ed alla determinazione dell'idrogramma di piena secondo le indicazioni discusse per le macroaree A e B .

#### Bacino 1

Tr	10
S (mm)	30.81
la (mm)	7.70
Tc (ore)	1.74
n	0.1754
a	45.5
H <sub>lordo</sub>	28.8
H <sub>netto</sub>	8.6

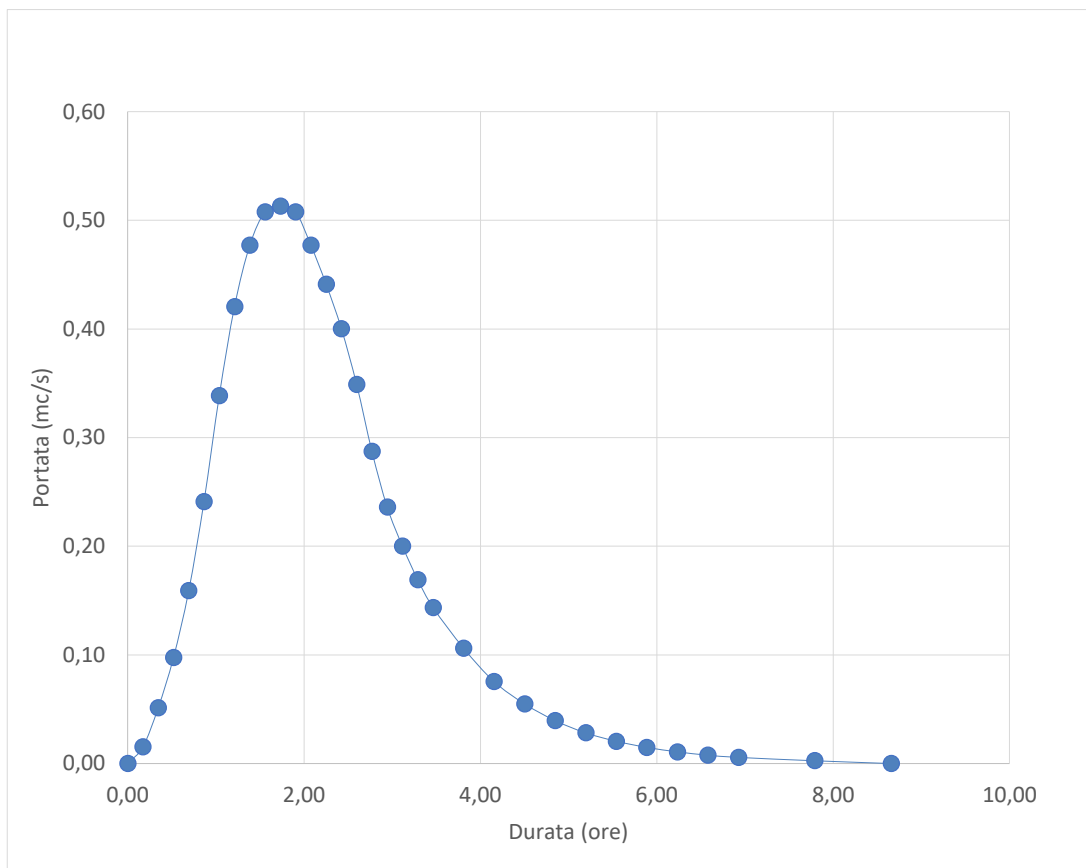
Tr	10
Tc (ore)	1.74
T <sub>lag</sub> (ore)	1.04
Tp (ore)	1.91
A (kmq)	0.29758
V <sub>netto</sub> (mm)	8.60
Qp (mc/s)	0.28



## Bacino 2

Tr	10
S (mm)	30.81
la (mm)	7.70
Tc (ore)	1.57
n	0.1773
a	45.5
H <sub>Iordo</sub>	31.3
H <sub>netto</sub>	10.2

Tr	10
Tc (ore)	1.57
T <sub>lag</sub> (ore)	0.94
Tp (ore)	1.73
A (kmq)	0.41682
V <sub>netto</sub> (mm)	10.24
Qp (mc/s)	0.51



Anche in questo caso la verifica idraulica è stata eseguita applicando la formula di di Chezy per condotte a pelo libero con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler.

Sviluppando la relazione per una tubazione in acciaio DN250 con pendenza di 0,02 m/m, K pari a 100 e livello percentuale di riempimento pari a 90%, si ottiene una portata Q di esercizio pari a 0.12 mc/s

Considerando che la portata di progetto è di 0,28 mc/s per il bacino 1 e 0,51 mc/s per il bacino 2 sarà necessario realizzare in corrispondenza delle intersezioni delle strade del bacino 1 con i compluvi una batteria composta da 3 elementi e per le intersezioni del bacino 2 una batteria composta da 5 elementi.

## Macroarea D

Si verifica una sola intersezione significativa rispetto alla quale è stato perimetrato il bacino di progetto riportato in Fig. 5.3.3.

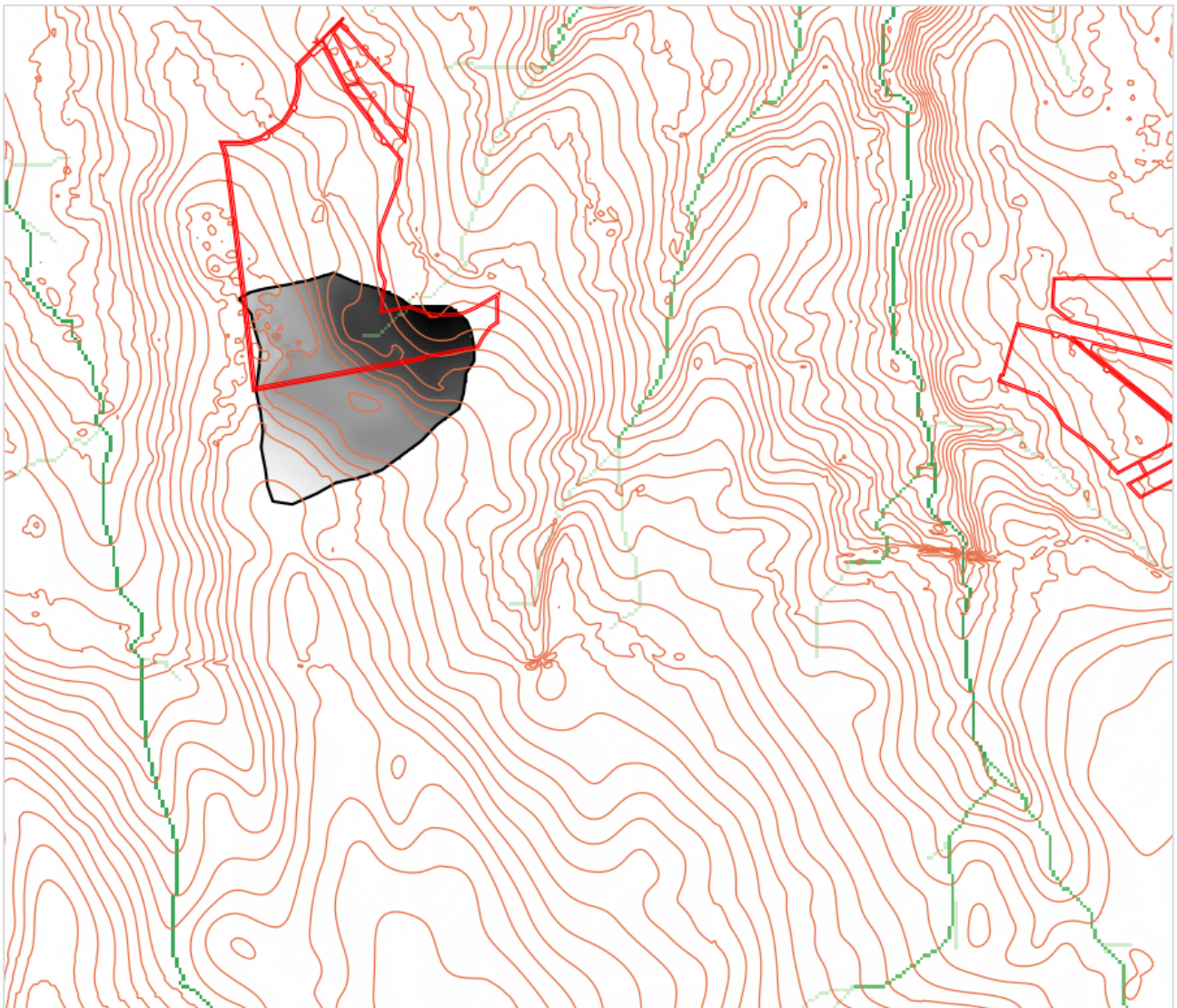


Fig. 5.3.3 – Bacino di progetto macroarea D

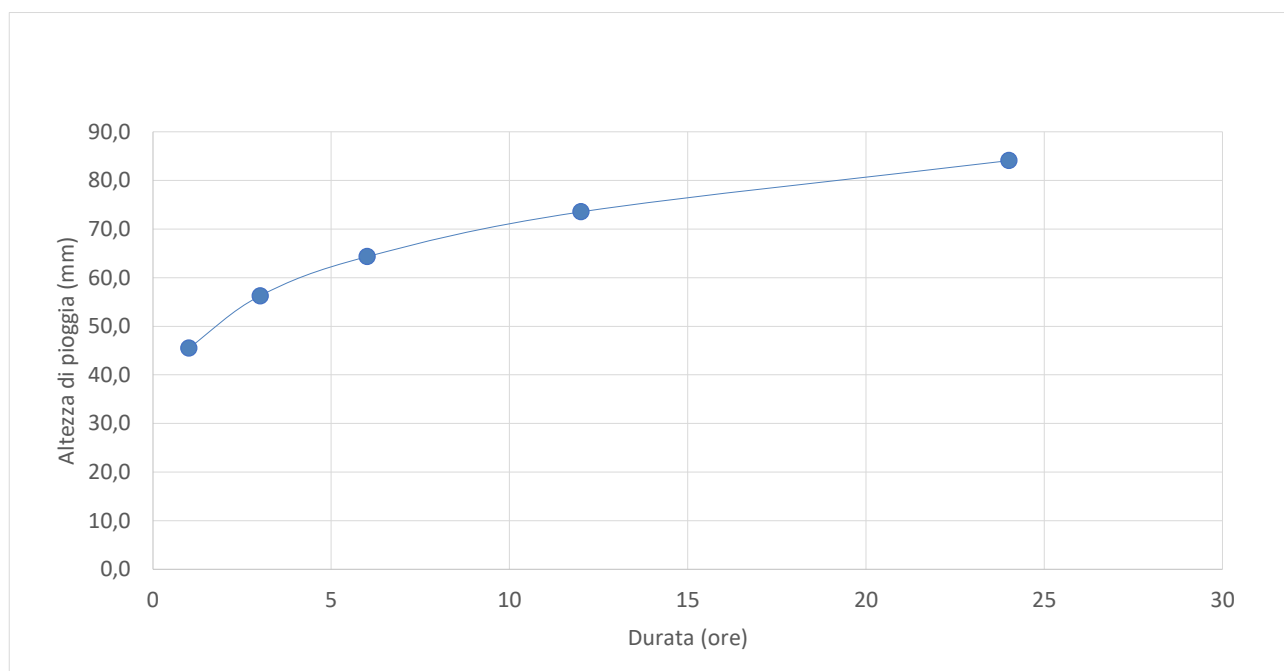
Tale bacino ha i seguenti caratteri morfometrici:

Superficie	S (kmq)	0.194474
Altezza massima	$H_{\max}$ (m)	60.2
Altezza media	$H_{\text{med}}$ (m)	57.44
Altezza minima	$H_{\min}$ (m)	54.44
Lunghezza asta principale	L (km)	0.412
Quota scorr asta sezione monte	$h_m$ (m)	55.8
Quota scorr asta sezione valle	$h_v$ (m)	54.44
Pendenza media asta	$i$	0.0091
Pendenza media versanti	$i_v$	0.13



Per effettuare il calcolo dell'evento critico di pioggia di assegnato tempo di ritorno (10 anni) in assenza di dati pluviometrici sitospecifici è stato utilizzato il cosiddetto metodo regionale, secondo le indicazioni contenute nel capitolo VI.3.1 della Relazione di Piano proposta dall'ex Autorità di Bacino della Puglia

d	1	3	6	12	24
z	57.44				
x	33.7	41.7	47.6	54.5	62.3
Tempo ritorno	10		$K_{t_{30}}$	1.35	
$X_{30}$	45.5	56.2	64.3	73.5	84.1
$LN(X_{30})$	3.8172	4.0296	4.1636	4.2975	4.4315
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1933	3.82			
$n_{30}$	0.1933				
$a_{30}$	45.48				
$h_{30}$	45.5	56.2	64.3	73.5	84.1



Il tempo caratteristico di ciascuna bacino è stato assunto pari al tempo di corrivazione definito come il tempo che impiega l'ultima particella d'acqua caduta nella sezione più lontana da quella di chiusura, a raggiungere quest'ultima. Si è proceduto al calcolo di  $T_c$  utilizzando i parametri morfometrici propri dei bacini di progetto attraverso varie formule proposte in letteratura ritenute più appropriate al caso di studio.

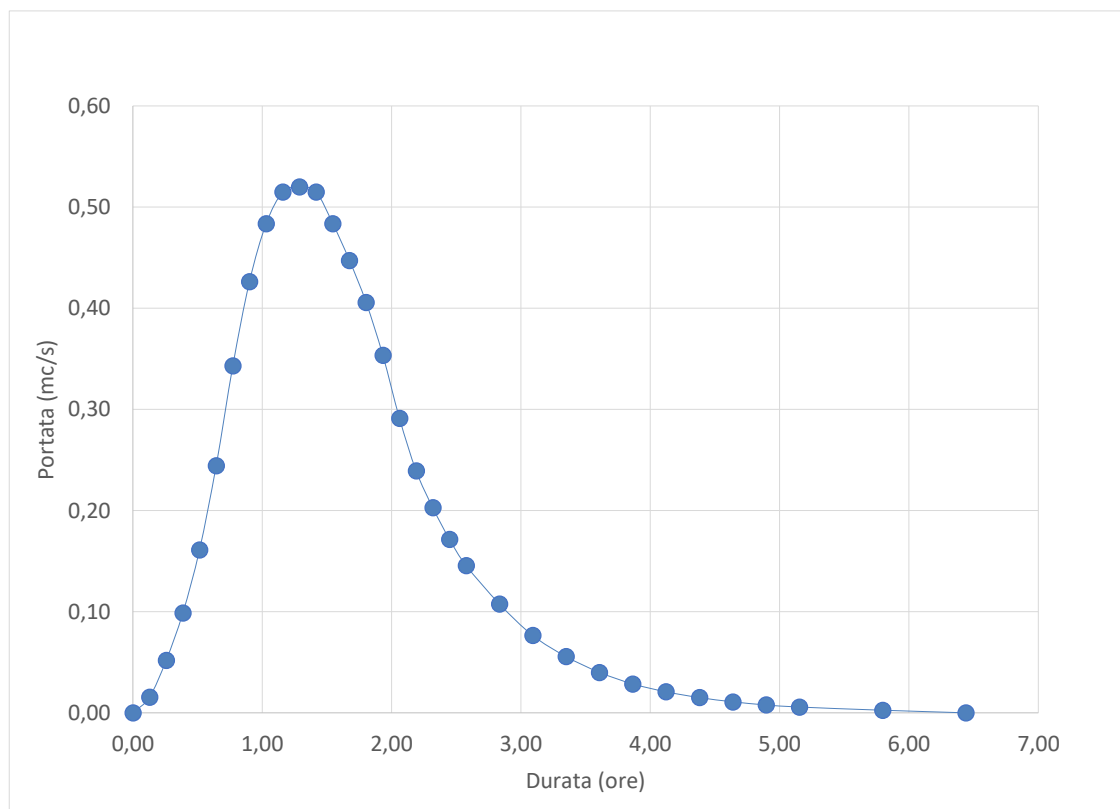
A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione dei bacini, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di  $T_c$  medio tra quelli calcolati.

Giandotti	1.72
Pezzoli	0.39
Puglisi	1.85
Tournon	0.83
Ventura	0.97
Viparelli	2.12
Kirpich	0.30
valore di riferimento	1.17

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number; si proceduto quindi alla determinazione delle portate di picco ed alla determinazione dell'idrogramma di piena secondo le indicazioni discusse per le macroaree A e B.

Tr	10
S (mm)	30.81
la (mm)	7.70
Tc (ore)	1.17
n	0.1933
a	45.5
H <sub>lordo</sub>	40.0
H <sub>netto</sub>	16.6

Tr		10
Tc (ore)		1.17
T <sub>lag</sub> (ore)		0.70
Tp (ore)		1.29
A (kmq)		0.19447
V <sub>netto</sub> (mm)		16.56
Qp (mc/s)		0.52



Anche in questo caso la verifica idraulica è stata eseguita applicando la formula di di Chezy per condotte a pelo libero con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler.

Sviluppando la relazione per una tubazione in acciaio DN250 con pendenza di 0,02 m/m, K pari a 100 e livello percentuale di riempimento pari a 90%, si ottiene una portata Q di esercizio pari a 0.12 mc/s

Considerando che la portata di progetto è di 0.52 mc/s sarà necessario realizzare in corrispondenza delle intersezioni delle strade di progetto con i compluvi una batteria composta da 5 elementi.

Nella figura di seguito viene riportato il particolare delle opere da attuare:

