

# Regione Puglia

COMUNE DI SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) - SALICE SALENTINO (LE)  
AVETRANA (TA) - ERCHIE (BR)

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA  
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI,  
NONCHE' OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE, DI POTENZA  
NOMINALE PARI A 36 MW ALIMENTATO DA FONTE EOLICA,  
CON ANNESSO SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DI POTENZA  
PARI A 24 MW, PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 60MW  
DENOMINATO IMPIANTO "NEXT2"**

## PROGETTO PARCO EOLICO "NEXT2"

Codice Regionale AU: CY53TR6

Tav.:	Titolo:
R27a	RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E IDROLOGICA

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
s.c.	A4	CY53TR6_NPDI2_ERC_R27a_CompatibilitàIdraulicaeIdrologica

Progettazione:	Committente:
<b>QMSOLAR s.r.l.</b> Via Guglielmo Marconi scala C n.166 - Cap 72023 MESAGNE (BR) P.IVA 02683290742 - qmsolar.srls@pec.it Amm.re unico Ing. Francesco Masilla  Gruppo di progettazione: MSC Innovative Solutions s.r.l.s - Via Milizia 55 - 73100 LECCE (LE) P.IVA 05030190754 - msc.innovativesolutions@gmail.com Ing. Santo Masilla - Responsabile Progetto	<b>NPD Italia II s.r.l.</b> Galleria Passarella, 2, Cap - 20122 MILANO P.IVA 11987560965 - email: npditaliaii@legalmail.it
Indagini Specialistiche : Geologo Dott. Gianluca Selleri	

Data Progetto	Motivo	Redatto:	Controllato:	Approvato:
15/09/2023	Prima versione	F.M.	S.M.	NPD Italia II srl

## Sommario

1 – PREMESSA.....	2
2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE DI AREA VASTA .....	4
3 – INTERFERENZE CON LA RETE IDROGRAFICA DELLA REGIONE PUGLIA E LE AREE A MEDIA PERICOLOSITA' IDRAULICA .....	9
3.1 Individuazione delle interferenze.....	14
4 – STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO.....	19
4.1 Organizzazione della rete idrografica e caratteri geomorfologici e morfodinamici a scala di bacino.....	19
4.2 – Calcoli idrologici.....	23
4.3 – Verifiche idrauliche .....	30
5 DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA DELLA TOC DAL FONDO DELL'ALVEO DEL CANALE CENTONZE RISPETTO AD EVENTUALI FENOMENI EROSIVI ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA.....	33

## **1 – PREMESSA**

Il presente studio è stato condotto al fine dell'espressione del parere di competenza da parte dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale sul progetto di realizzazione dell'impianto per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili denominato NEXT2 nonché opere connesse ed infrastrutture. L'impianto insisterà sui territori di San pancrazio Salentino (BR) e Salice Salentino (LE) mentre le opere di connessione e cavidotto interesseranno anche i territori dei comuni di Avetrana (TA) e ERCHIE (BR). La Società proponente è NPD ITALIA II con sede legale in Milano.

E' prevista l'installazione di n.6 generatori eolici tipo Siemens-Gamesa SG170 con altezza al mozzo di 115 m e diametro rotore 170m. L'energia elettrica prodotta a 690 V in c.a. dagli aerogeneratori installati sulle torri, viene prima trasformata a 30 kV (da un trasformatore all'interno di ciascun aerogeneratore) e quindi immessa in una rete in cavo a 30 kV (interrata) per il trasporto alla SSE, dove subisce una ulteriore trasformazione di tensione (30/150 kV) prima dell'immissione nella rete TERNA(RTN) di alta tensione a 150 kV.

Opere accessorie, e comunque necessarie per la realizzazione del parco eolico, sono le strade di collegamento e accesso (piste), nonché le aree realizzate per la costruzione delle torri (aree lavoro gru o semplicemente piazzole). Terminati i lavori di costruzione, strade e piazzole sono ridotte nelle dimensioni (con ripristino dello stato dei luoghi) ed utilizzate in fase di manutenzione dell'impianto.

Con il presente studio si è proceduto quindi a verificare la compatibilità tra le previsioni di progetto ed i caratteri idraulici del territorio in cui esso ricade con specifico riferimento alla rete idrografica cartografata sulla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia ed alle perimetrazioni PAI, conformemente a quanto previsto dagli articoli 6 – *Alveo fluviale in modellamento attivo*, 8 - *Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (M.P.)* delle NTA del vigente PAI.

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).

## 2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE DI AREA VASTA

L'area vasta in cui ricadono gli interventi di progetto (aerogeneratori, cavidotto ed opere accessorie) corrisponde ad un'ampia fascia di territorio salentino a cavallo delle provincie di Lecce, Taranto e Brindisi (Fig. 2.1) ricadente nei Fogli 495 e 511 del grigliato IGM in scala 1:50000.

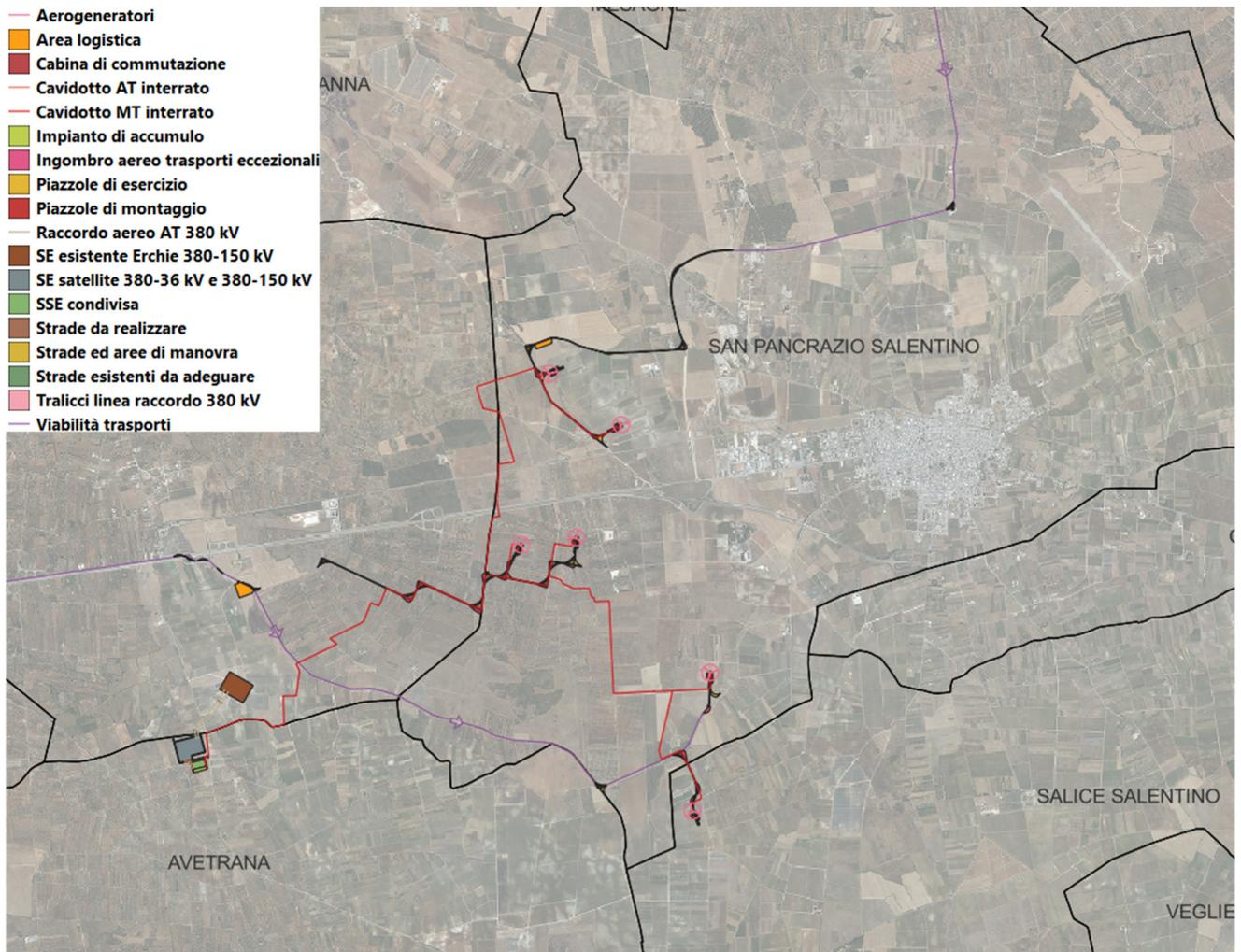


Fig. 2.1 – Rappresentazione e consistenza degli interventi di progetto su ortofoto Puglia 2019

Questo settore si presenta sostanzialmente piatto sotto l'aspetto altimetrico. La successione stratigrafica affiorante è rappresentata dal basso verso l'alto dalle seguenti unità (Fig. 2.2 e Fig. 2.3):

- Calcarea di Altamura (Cretaceo superiore) (in marrone chiaro in figura 2.2)
- Calcareniti di Gravina (Pleistocene inferiore) (in verde chiaro in figura 2.2)
- Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio e superiore) (in vinaccia in figura 2.2)

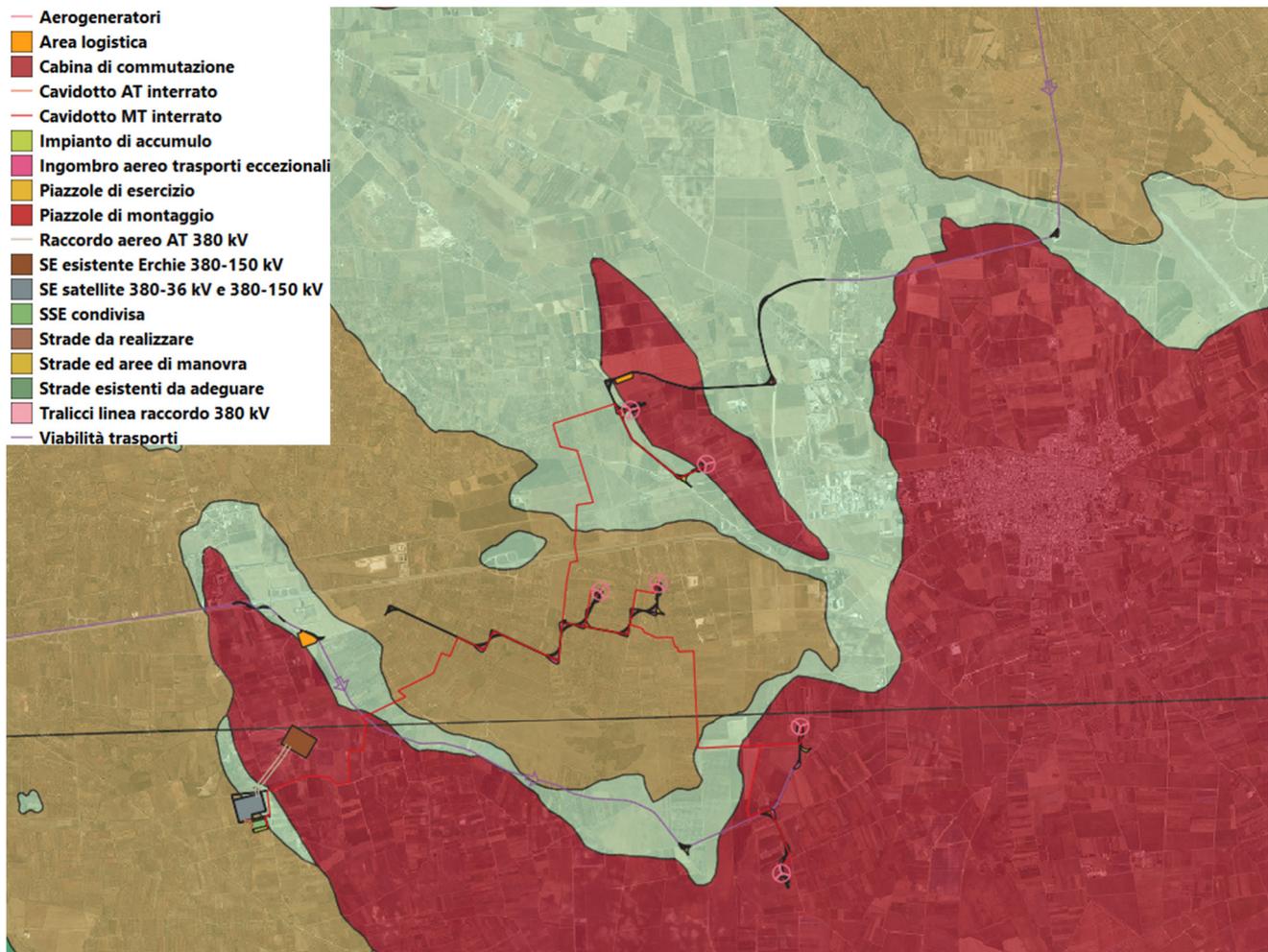


Fig. 2.2 – Carta geologica (per la didascalia si veda il testo)

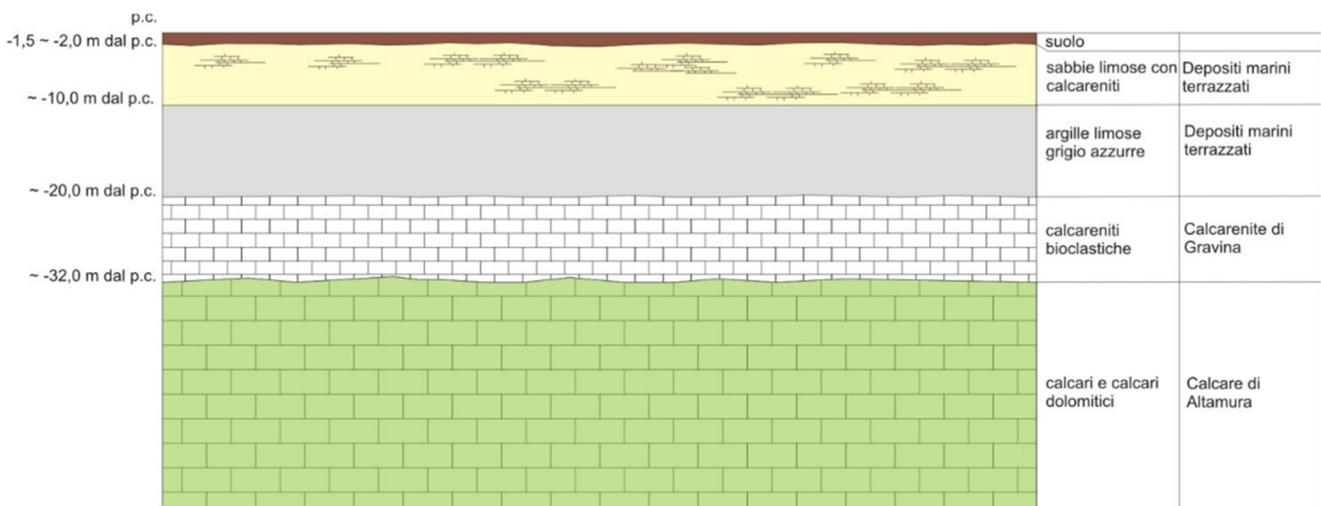


Fig. 2.3 – Sezione geologica schematica

Con riferimento specifico all'area direttamente interessata dagli interventi si rileva che la Formazione del Calcare di Altamura è scarsamente affiorante ma si rinviene costantemente nel sottosuolo, ricoperta in trasgressione dalle unità più recenti.

La formazione è rappresentata 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. Tale successione è esposta per alcune centinaia di metri ma di fatto è notevolmente più potente rappresentando la parte alta della successione carbonatica giurassico - cretacea che costituisce l'ossatura del substrato geologico regionale.

L'associazione fossilifera e l'assenza di detrito grossolano suggeriscono un ambiente di sedimentazione di bassa energia di piana intertidale con associate paludi algali (piattaforma carbonatica interna). La successione può essere riferita al Campaniano (Bosellini & Parente, 1994). Il limite inferiore della unità non affiora; il limite superiore è inconforme, discordante con le unità più recenti.

L'unità sopra descritta corrisponde in parte al Calcarea di Melissano di Bosellini & Parente (1994). Non esiste piena corrispondenza, inoltre, anche tra la denominazione utilizzata in questo lavoro e quella di Calcarea di Melissano proposta da Martinis (1969) e ripresa dagli autori della Carta Geologica d'Italia, con la quale è indicata la porzione prevalentemente calcarea della successione carbonatica giurassico - cretacea affiorante sul territorio salentino.

I terreni riferibili alla Calcarenite di Gravina sono interposti tra i calcari cretacei ed i Depositi marini terrazzati ed affiorano in piccoli lembi. L'unità è localmente rappresentata da calcari detritico-organogeni di colore bianco o giallastro, di granulometria variabile da arenitica grossolana a siltitica, porosi, variamente cementi e a luoghi fossiliferi, cui si intercalano lenti e strati di sabbie siltose calcareo-marnose giallastre con abbondanti noduli diagenetici. Il contenuto macrofossilifero è abbondante e permette la chiara attribuzione, almeno nei limiti del territorio salentino, al Pleistocene inferiore. Nei limiti del settore rilevato la potenza massima di questa unità non è superiore a 15 -20 m.

La denominazione di Calcarenite di Gravina, almeno per la penisola salentina corrisponde alla Calcarenite del Salento di Bossio et alii, 1987. Anche sulla Carta Geologica d'Italia è usata la denominazione di Calcarenite del Salento ma con riferimenti cronologici al Quaternario, al Calabriano e anche al Pliocene; tale denominazione, tuttavia, almeno nel suo significato originale non ha più ragione di essere utilizzata.

I litotipi riferibili ai Depositi marini terrazzati affiorano con continuità nei limiti dell'area di interesse. 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

limoso sabbiose di colore grigiastro (per anni confuse con le Argille subappennine) su cui poggiano limi sabbiosi o sabbie limose carbonatico - terrigene cui si intercalano livelli calcarenitici e vere e proprie arenarie a cemento calcareo. La potenza complessiva della successione è pari a 20 m. La parte estesamente affiorante è quella alta, limoso sabbiosa. La sedimentazione è avvenuta probabilmente in un mare poco profondo ma comunque al di sotto della wave base. Sulla Carta geologica d'Italia i Depositi marini terrazzati sono indicati sia come Formazione di Gallipoli che come Calcarenite del Salento ed attribuiti genericamente al Quaternario o al Calabriano. Tale suddivisione, nel quadro delle attuali conoscenze della stratigrafia della penisola salentina, non ha più ragione di essere utilizzata quantomeno con il suo significato originale.

I Depositi marini terrazzati possono essere ricoperti, soprattutto in corrispondenza delle zone depresse da modesti spessori di depositi palustri e alluvionali. I terreni più recenti presenti nel settore di interesse sono rappresentati da alluvioni fini, limoso sabbiose. Le aree di affioramento coincidono con le depressioni endoreiche dove si raccolgono le acque di pioggia. Lo spessore di questi terreni è contenuto in pochi metri.

I caratteri di permeabilità delle rocce che compongono la serie permettono l'esistenza nel territorio studiato di due acquiferi sovrapposti, uno profondo ed uno superficiale, separati da un aquiclude/aquitardo, nel presente lavoro denominati rispettivamente:

- acquifero calcareo: corrisponde alla successione carbonatica del Cretaceo. 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 volumi impermeabili;
- acquifero sabbioso: corrisponde alla parte sabbiosa e limosa 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 aquiclude rappresentato dai terreni argillosi ascrivibili alla parte stratigraficamente più bassa dei Depositi marini terrazzati.

Dal PTA della Regione Puglia si evince che in corrispondenza del sito di interesse il carico piezometrico della falda contenuta nell'acquifero profondo è pari a circa 2 - 3 m; il verso di deflusso della falda è da NE a SW (Fig. 2.4).

L'acquifero superficiale esiste solo laddove affiorano i Depositi marini terrazzati e può contenere una falda (Fig. 2.5) che ha uno spessore di pochi metri la cui piezometrica subisce forti oscillazioni in ragione del succedersi delle stagioni climatiche (si avvicina alla superficie topografica in inverno e se ne allontana, approfondendosi, durante la stagione

secca). I siti di intervento sono esterni ai settori direttamente interessati dalla falda superficiale (Fig. 2.5)

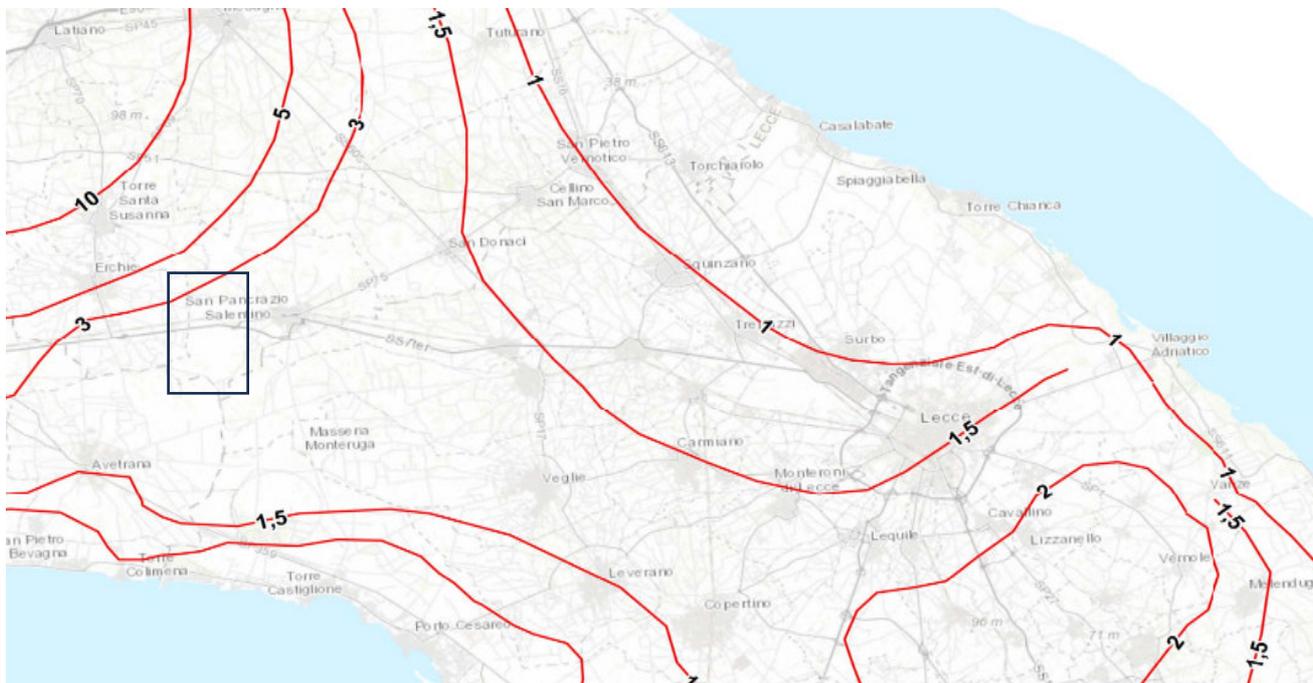


Fig. 2.4 – Isopieze della falda profonda (dal PTA -secondo ciclo)

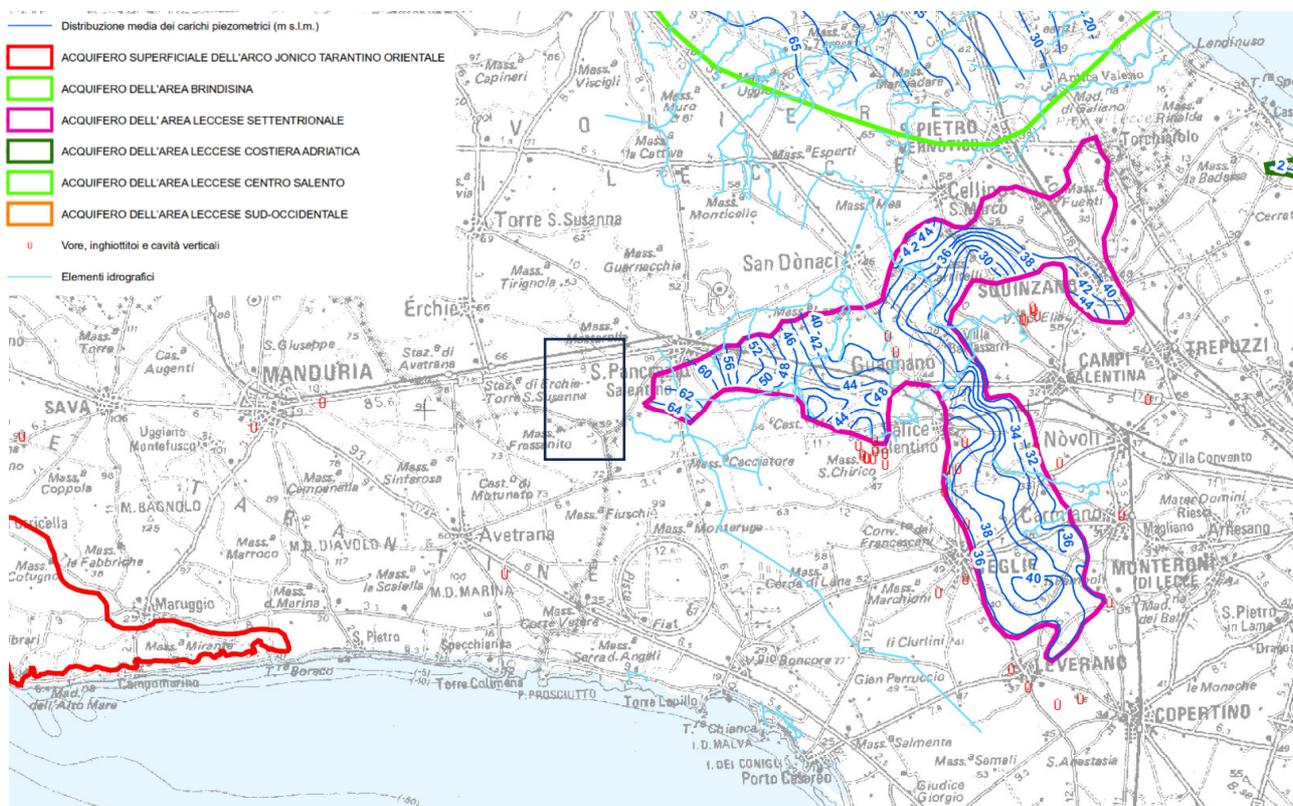


Fig. 2.5 – Stralcio della Tavola 6.3.2 del PTA – primo ciclo (DISTRIBUZIONE MEDIA DEI CARICHI PIEZOMETRICI DEGLI ACQUIFERI POROSI DEL BRINDISINO, TARANTINO E SALENTO)

### **3 – INTERFERENZE CON LA RETE IDROGRAFICA DELLA REGIONE PUGLIA E LE AREE A MEDIA PERICOLOSITA' IDRAULICA**

I piani di riferimento sono il PGRA ed il PAI. Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali (d.lgs. n. 49 del 2010), in attuazione della Direttiva Europea 2007/60/CE, "Direttiva Alluvioni"). Il PGRA viene predisposto a livello di distretto idrografico e aggiornato ogni 6 anni.

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 1° dicembre 2022 - pubblicazione in Gazzetta Ufficiale Serie generale n. 32 del 8 febbraio 2023 si è concluso il I ciclo di Gestione ed è stato approvato 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) – II 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 e le aree a pericolosità geomorfologica. 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.

Con specifico riferimento agli aspetti idraulici tali attività sono definite all'articolo 6 delle NTA del PAI 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.

Il PAI riconosce e cartografa anche le 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.

Tanto premesso, con riferimento specifico agli interventi di progetto, per le finalità dello studio idrologico ed idraulico si è proceduto attraverso una operazione di *overlay mapping* ad individuare tutte le interferenze con la rete idrografica cartografata sulla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia e le perimetrazioni di pericolosità e rischio idraulici. Conformemente a quanto previsto dalle NTA del PAI le interferenze con la rete idrografica sono state valutate come:

- intersezioni dirette con le linee di impluvio
- presenza delle opere di progetto nell'area buffer di 150 m dalle linee di impluvio nell'eventualità in cui nel PAI non fossero già cartografate le aree a media pericolosità idraulica.

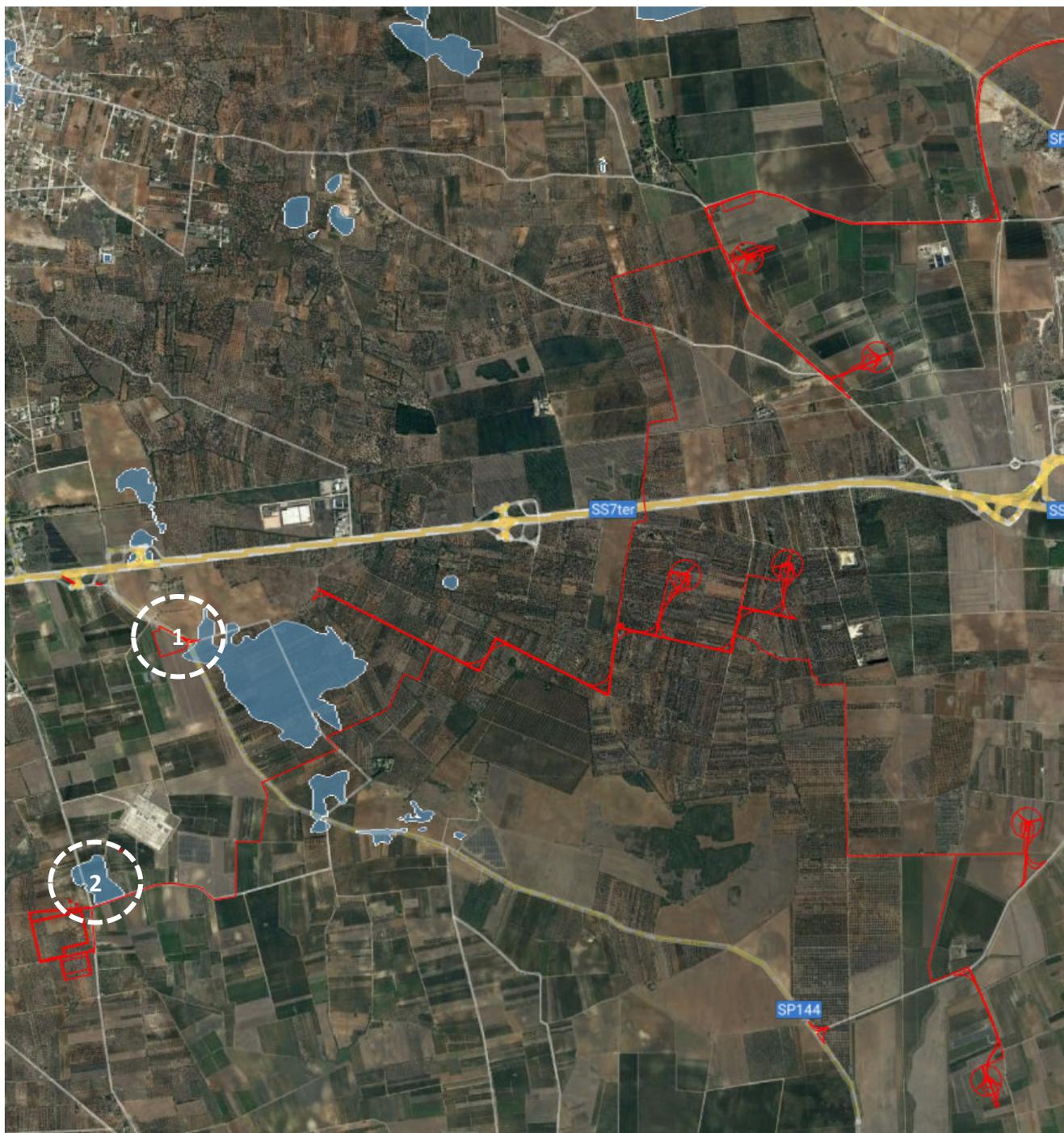
Le interferenze rispetto alle perimetrazioni PAI considerate derivano invece dalla sovrapposizione diretta tra le opere di progetto e le stesse perimetrazioni di media pericolosità idraulica.

Per chiarezza grafica il risultato della operazione di *overlay mapping* viene restituito con due successive figure; la prima (Fig. 3.1) riguarda le interferenze con le perimetrazioni PAI relative al cavidotto, agli aerogeneratori ed alle opere accessorie e temporanee (strade da allargare temporaneamente, aree di manovra, ecc.). A seguire (Fig. 3.2) sono riportate invece le interferenze tra le opere di progetto (permanenti e temporanee) e la rete idrografica con il suo buffer di 150 m.

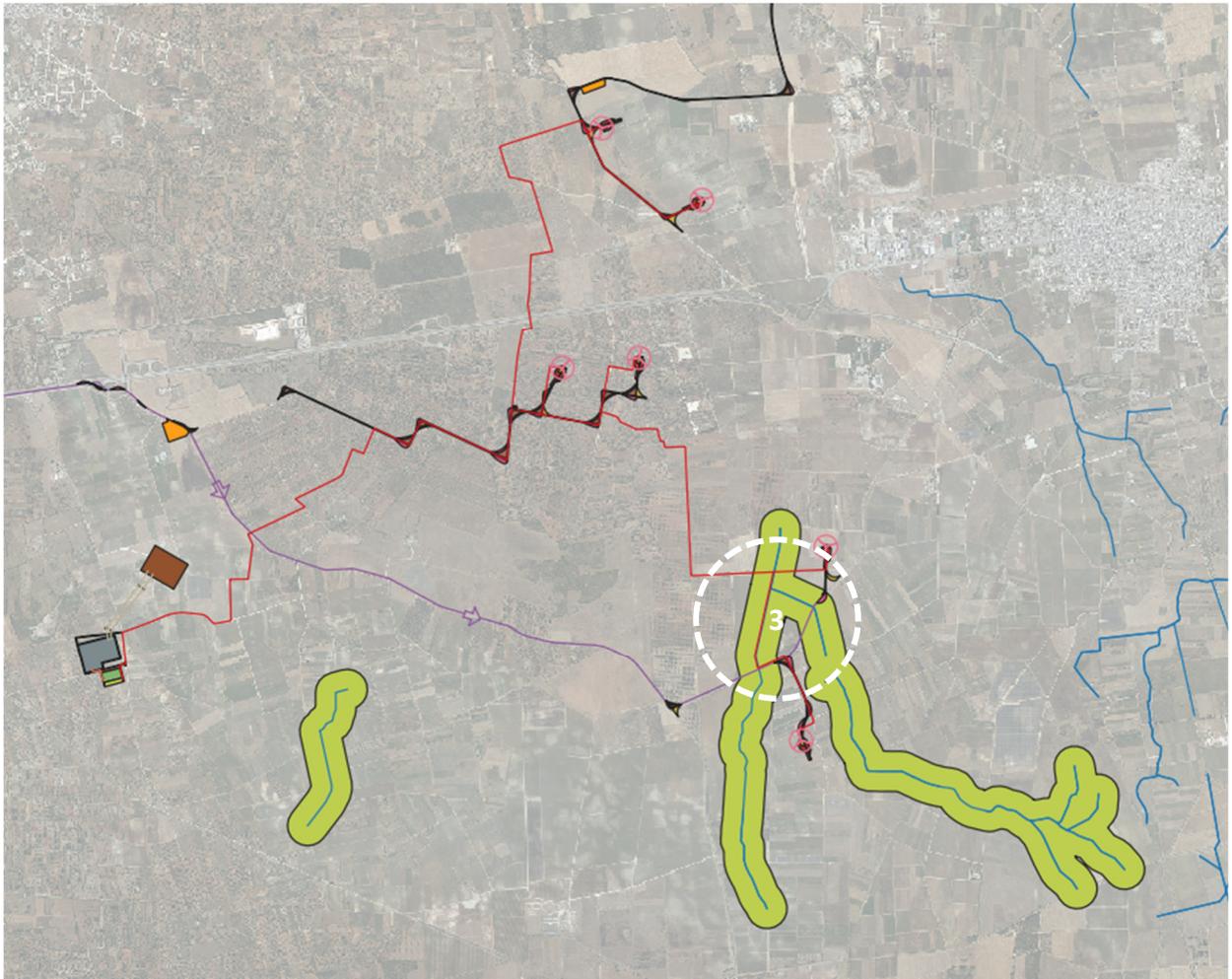
Come si può verificare agevolmente dalle due figure le interferenze sono:

1. sovrapposizione tra un'area di manovra (opera accessoria e temporanea) ed una perimetrazione PAI di media pericolosità idraulica (Fig. 3.3);
2. intersezione tra il tracciato del cavidotto ed una perimetrazione PAI di media pericolosità idraulica (Fig. 3.4);
3. intersezione tra il cavidotto di progetto ed il canale Centonze e sovrapposizione tra l'area buffer di 150 m relativa allo stesso canale ed il cavidotto e parte di due aree

di manovra (opera accessoria e temporanea) relative a strade da realizzare ex novo (le suddette strade non interessano l'area buffer) (Fig. 3.5).



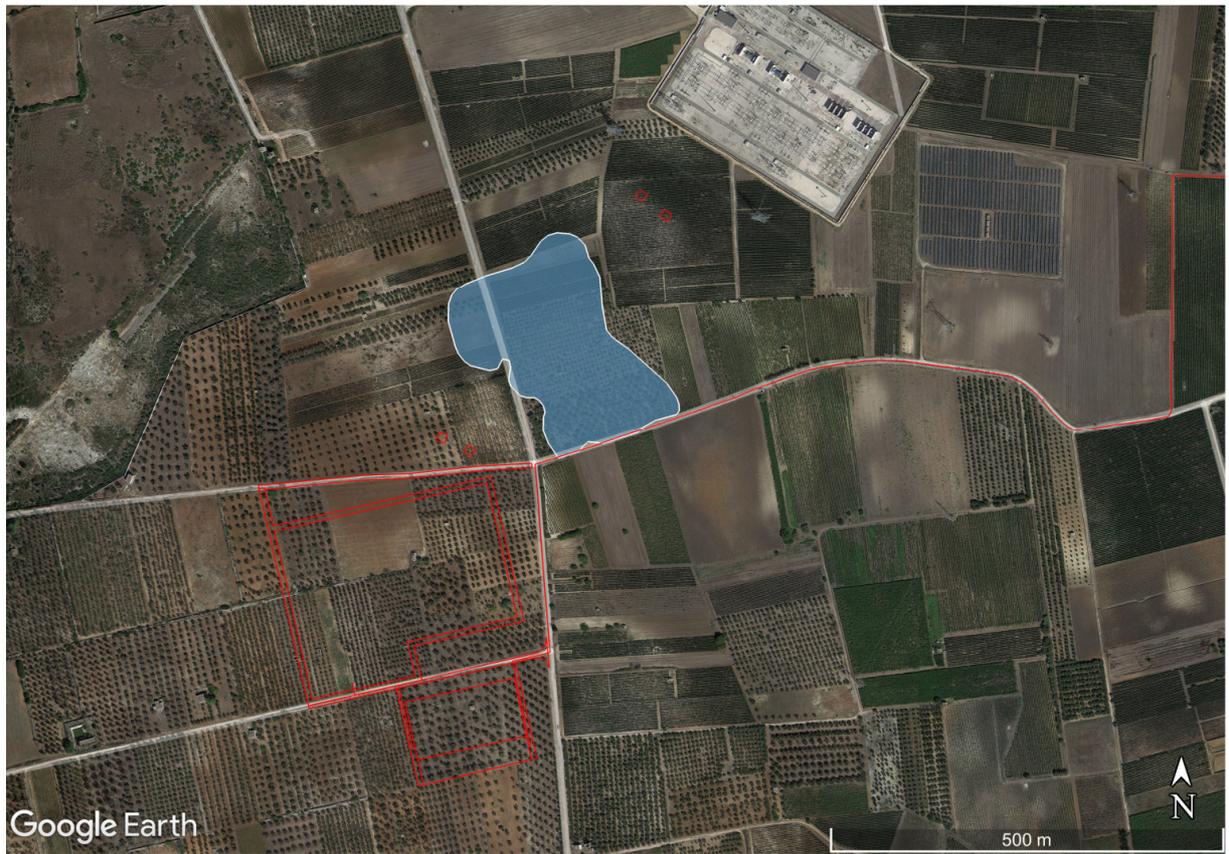
*Fig. 3.1 – Interferenze con perimetrazioni PAI di media pericolosità idraulica (in celeste)*



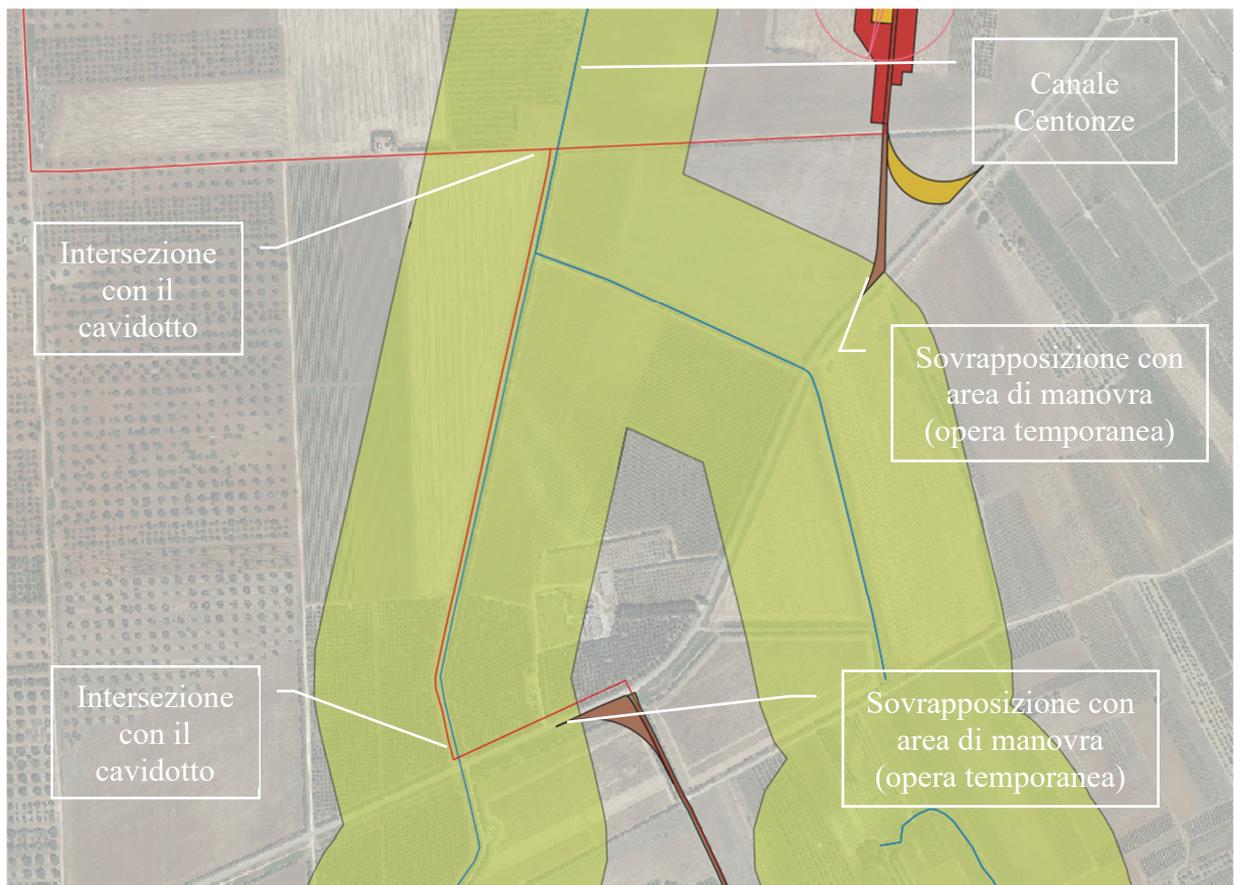
*Fig. 3.2 – Interferenze con la rete idrografica ed il suo buffer di 150 m*



*Fig. 3.3 – Interferenza 1- dettaglio*



*Fig. 3.4 – Interferenza 2 - dettaglio*



*Fig. 3.5 – Interferenza 3 - dettaglio*

### **3.1 Individuazione delle interferenze**

In questo paragrafo sono descritte puntualmente le interferenze tra le opere di progetto, la rete idrografica cartografata sulla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia e le perimetrazioni PAI. Conformemente a quanto previsto dalle NTA del PAI ed a quanto dichiarato nel precedente paragrafo le interferenze sono state raggruppate in:

1. derivanti da intersezioni con perimetrazioni a media pericolosità idraulica cartografate sul PAI;
2. derivanti da intersezioni con la rete idrografica riportata sulla Carta Idrogeomorfologica o l'area buffer di 150 m da questa (nel caso in cui trovino applicazione gli articoli 6 e 10 delle NTA del PAI - assenza di perimetrazioni di pericolosità idraulica).

Con riferimento al caso 1 si rileva che esistono esclusivamente due sole sovrapposizioni tra le opere di progetto e le perimetrazioni di media pericolosità idraulica; quella denominata 1 riguarda un'opera civile, accessoria e temporanea, che consiste nell'allargamento, per la durata della sola fase di cantiere, della sede di una strada esistente. Tale attività interessa anche la parte della strada ricadente all'interno della di una perimetrazione di media pericolosità idraulica (fig. 3.3) e si rende necessaria per garantire il passaggio dei mezzi speciali. Questa tipologia di opera ai sensi degli articoli 7, 8 e 9 delle NTA del PAI rientra tra gli interventi consentiti con la condizione però che non si determinino modificazioni dell'assetto idraulico delle aree interessate e nessun aggravamento delle condizioni di sicurezza idraulica.

A tale proposito si evidenzia che la strada in parola ha il fondo asfaltato e si trova in quota con i terreni contermini come si evince dalla foto estratta da Google Street View di seguito allegata che riporta anche il perimetro dell'ampliamento (foto 3.1.1).

Gli interventi previsti su tale strada, dettagliatamente descritti negli elaborati di progetto, consistono sinteticamente in:

- pulizia delle banchine da erbe, cespugli, pietre di qualsiasi dimensione o altro;
- scotico del terreno vegetale e realizzazione di un piano idoneo alla posa del rilevato nelle modalità indicate di seguito:

1. eventuale posa di geotessile all'interfaccia terreno in posto - inerti;
2. posa dello strato di fondazione per struttura stradale realizzato con materiale lapideo duro proveniente da cave di prestito (misto cava), avente assortimento granulometrico con pezzatura 7-10 cm;
3. formazione di strato di base per struttura stradale, dello spessore di 20 cm e pezzatura 0,2-2 cm, da eseguirsi con materiali idonei alla compattazione,

provenienti da scavi di cantiere o da cave di prestito. Si prevede il compattamento a strati, fino a raggiungere in sito una densità (peso specifico apparente a secco) pari al 100% della densità massima ASHO modificata in laboratorio.

Conclusa la fase di cantiere si provvederà alla rimozione del materiale abbancato ed al ripristino del terreno vegetale.

Si sottolinea che l'ampliamento stradale temporaneo sarà realizzato con materiali naturali permeabili e che non si determinerà alcuna modificazione delle quote altimetriche in quanto i lavori previsti consistono esclusivamente nella sostituzione temporanea del terreno vegetale in posto (comprimibile e dunque inidoneo al passaggio dei mezzi pesanti) con uno stabilizzato che sarà poi rimosso a sua volta per il ripristino del terreno vegetale.

Se ne conclude che, anche in ragione della temporaneità dell'opera, non vi sarà alcuna modificazione della permeabilità dei terreni e delle pendenze e dunque alcun impatto sull'assetto idraulico dei luoghi e nessun aggravamento delle condizioni di sicurezza idraulica.



*Foto 3.1.1- In rosso l'area di allargamento temporaneo*

L'interferenza denominata 2 riguarda il tracciato del cavidotto di progetto ed una perimetrazione di media pericolosità idraulica

Rispetto alla a tale interferenza si rileva che questa tipologia di opera ai sensi degli articoli 7, 8 e 9 delle NTA del PAI rientra tra gli interventi consentiti con la condizione però che non si determinino modificazioni dell'assetto idraulico delle aree interessate e nessun aggravamento delle condizioni di sicurezza idraulica.

A tale proposito si evidenzia che il cavidotto sarà interrato e che, proprio con l'obiettivo di non alterare in alcun modo l'assetto altimetrico dei siti perimetrati nel PAI e di non creare avvallamenti o dossi che possano modificare il deflusso per corrivazione o la capacità volumetrica di invaso rispetto allo stato ante operam, si procederà alla posa del cavidotto con l'utilizzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.). Questa tecnica determina un impatto nullo sul regime idraulico e, quindi, nel complesso un minore impatto ambientale. La T.O.C. sarà utilizzata per tutta la lunghezza del segmento di cavidotto che si sovrappone all'area allagabile.

Le interferenze tra le opere di progetto e la rete idrografica riportata sulla Carta Idrogeomorfologica o l'area buffer di 150 m da questa (nel caso in cui trovino applicazione gli articoli 6 e 10 delle NTA del PAI - assenza di perimetrazioni di pericolosità idraulica) consistono nella intersezione tra il cavidotto di progetto ed il canale Centonze e nella sovrapposizione tra l'area buffer di 150 m relativa allo stesso canale ed il cavidotto e parte di due aree di manovra (opera accessoria e temporanea) relative a strade da realizzare ex novo (le suddette strade non interessano l'area buffer) cartografate in figura 3.1.2.

Con specifico riferimento a queste interferenze si rileva che esse riguardano un elemento del reticolo idrografico:

- ubicato nel Comprensorio di Bonifica di Arneo, nel territorio di San Pancrazio Salentino, denominato "Canale Centonze" (ID 102-Arneo);
- cartografato sulla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia e sulla CTR per il quale si applica la vincolistica imposta dagli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI;
- che termina in una conca alluvionale cartografata sulla Carta Idrogeomorfologica che ne rappresenta il recapito e che non è oggetto di vincolistica imposta dal PAI (Fig. 3.1.1 e 3.1.2).

Conformemente a quanto indicato per i precedenti casi di interferenza si rileva che anche in questo le opere di progetto ai sensi delle NTA del PAI rientrano tra gli interventi consentiti con la condizione però che non si determinino modificazioni dell'assetto

idraulico delle aree interessate e nessun aggravamento delle condizioni di sicurezza idraulica.

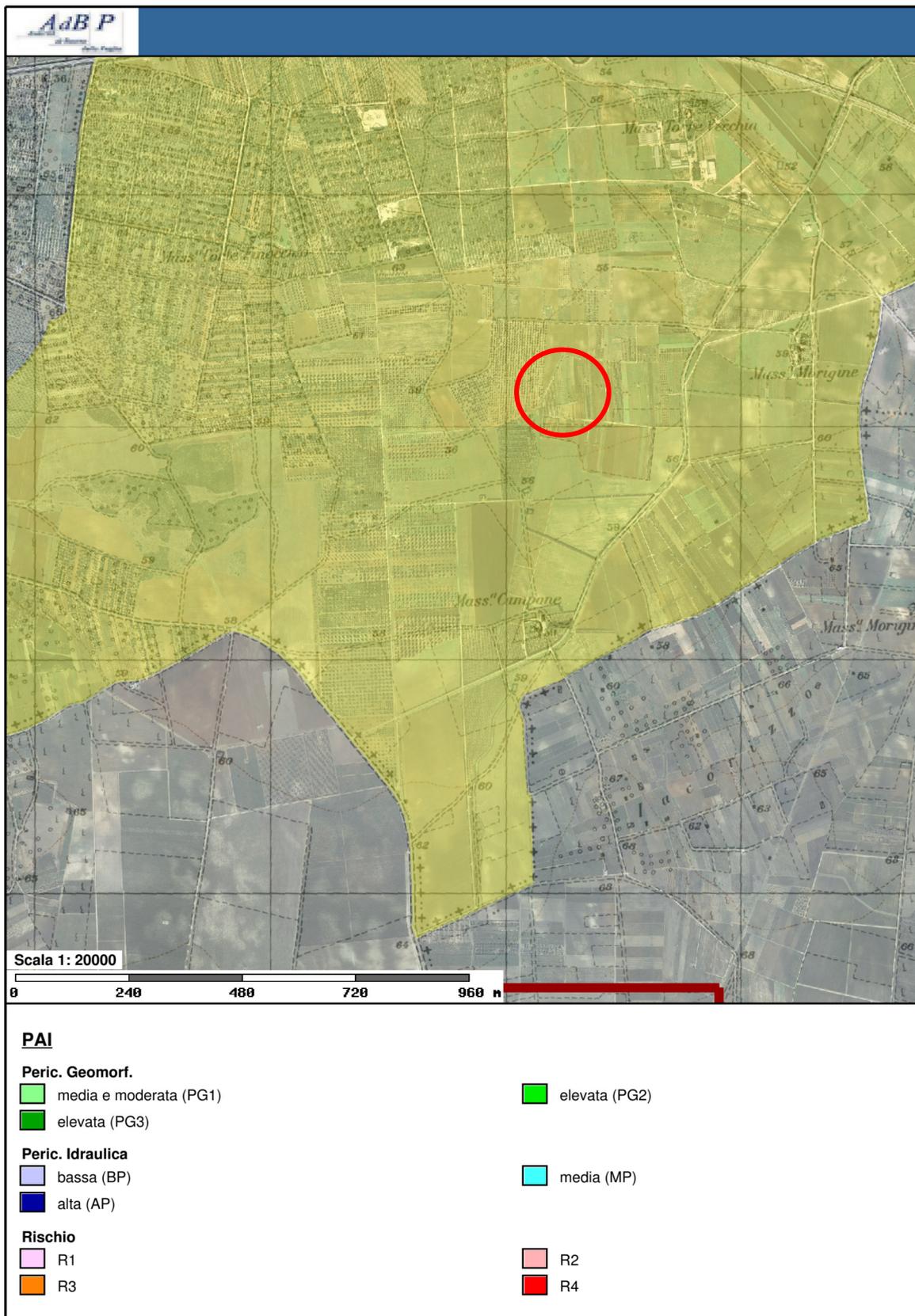
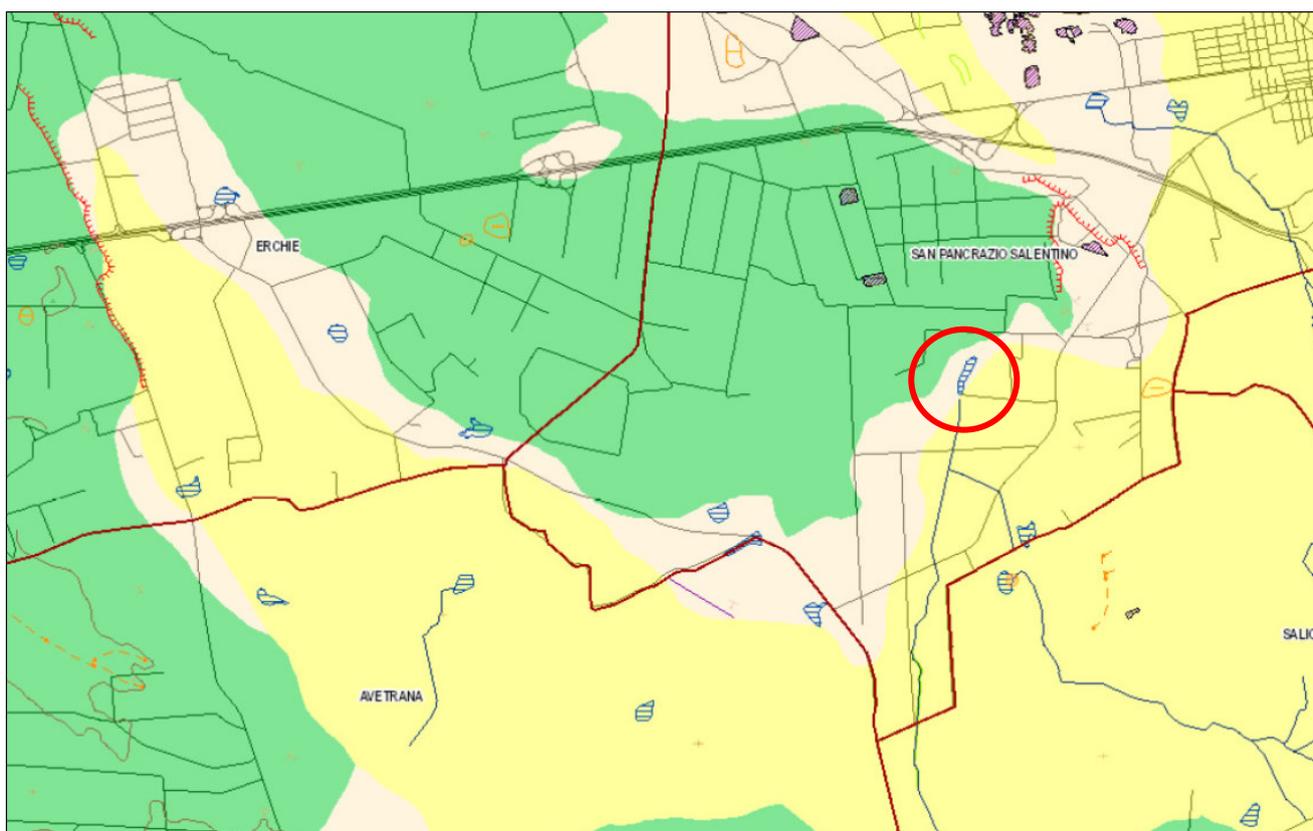


Fig. 3.1.1 – Stralcio del PAI; il cerchio rosso individua l'area endoreica che funge da recapito finale del canale



*Fig. 3.2 – Stralcio della Carta Idrogeomorfologica; il cerchio rosso individua l'area endoreica che funge da recapito finale del canale*

Per ovviare ai possibili impatti negativi conseguenti alla realizzazione dei lavori, si procederà alla posa del cavidotto con l'utilizzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) per tutta la lunghezza del segmento di cavidotto che si sovrappone all'area allagabile per la piena con tempo di ritorno duecentennale (media pericolosità idraulica) mentre per le piazzole di manovra si avrà cura di non modificare l'altimetria delle aree ricadenti nell'impronta della piena duecentennale.

L'ampiezza di queste fasce di territorio (media pericolosità idraulica) è stata definita nei successivi paragrafi del presente studio.

## 4 – STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO

### 4.1 Organizzazione della rete idrografica e caratteri geomorfologici e morfodinamici a scala di bacino

Lo studio dei caratteri idrologici ed idraulici è stato preceduto dallo studio geomorfologico del bacino cartografato rispetto alla interferenza di interesse. Questo è consistito essenzialmente nella definizione dei caratteri altimetrici e geolitologici del bacino, derivati rispettivamente dal DTM Puglia (fonte <http://webapps.sit.puglia.it/freewebapps/CTR/index.html>) e dalla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000. Inoltre, 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.

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. 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')

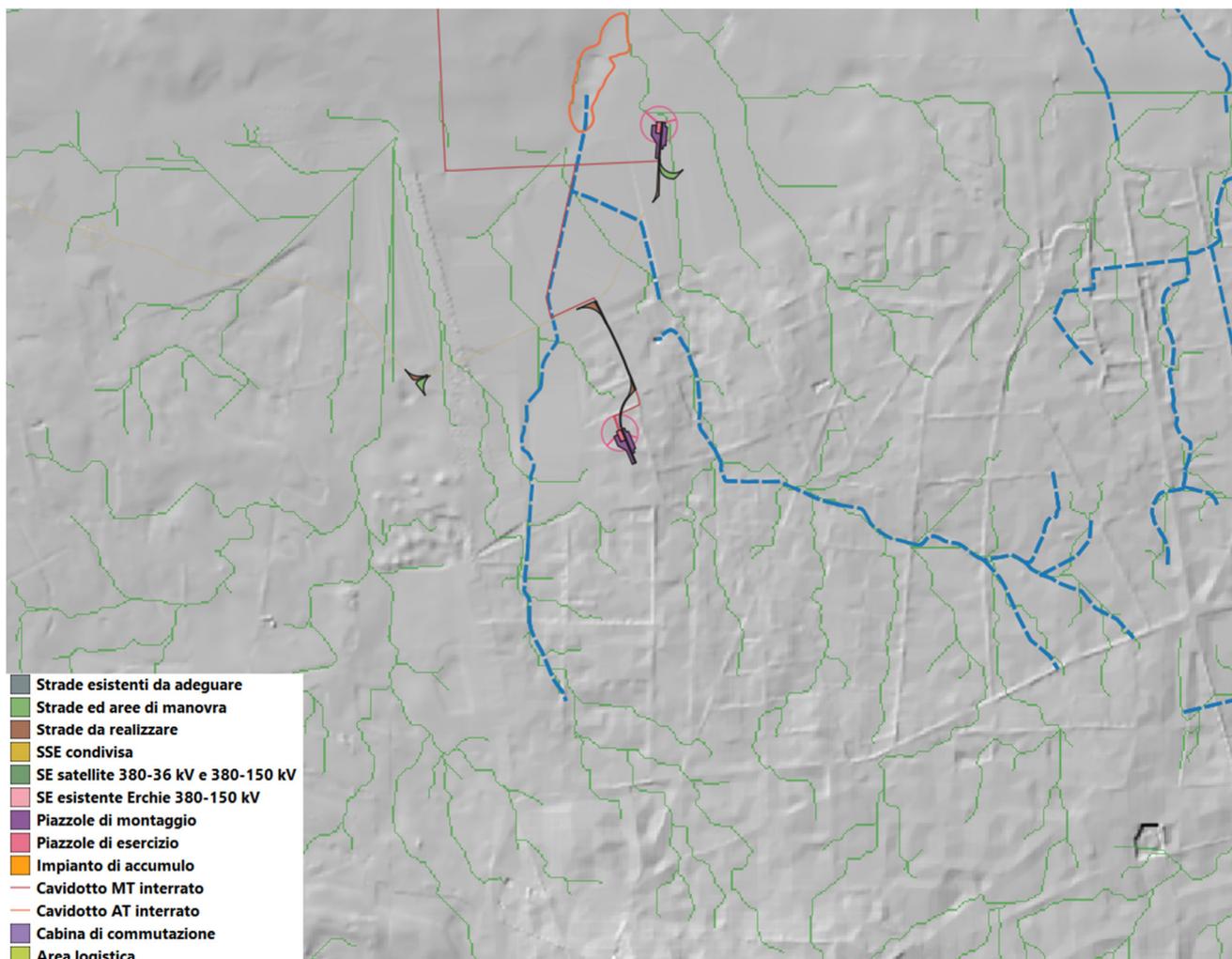
```

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 rileva che (Fig 4.1.1):

- 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;
- l'asta fluviale di interesse è evidentemente un canale artificiale scavato con lo scopo di intersecare diversi deflussi naturali e convogliarli verso la depressione chiusa riportata sulla Carta idrogeomorfologica. Tale intervento è stato realizzato, presumibilmente in tempi remoti, con lo scopo di favorire il deflusso delle acque meteoriche su un ampio territorio che è naturalmente soggetto ad allagarsi sia a causa delle scarse pendenze del suolo ma anche per effetto delle numerose perimetrazioni antropiche da sempre esistenti rappresentate dalla viabilità rurale e dai confini interpoderali (marcati da muretti o dossi o solchi).

Una ulteriore significativa evidenza che emerge sovrapponendo il modello di deflusso al modello altimetrico del suolo è che la dinamica idrologica del reticolo idrografico di interesse è fortemente condizionata dalla presenza di ampie depressioni, anche poco accentuate altimetricamente, corrispondenti sotto il profilo geomorfologico a conche alluvionali, che sono interconnesse idraulicamente tra loro ed hanno una organizzazione idrografica di tipo "a cascata" (Fig. 4.1.2).

Pertanto, all'interno del bacino di interesse è possibile individuare tanti sottobacini per quante sono le conche alluvionali presenti interconnesse dalle linee di deflusso. Questi sottobacini sono disposti altimetricamente a gradinata ed ognuno di essi è caratterizzato da una soglia morfologica che funziona come un vero e proprio scolmatore; quando nel sottobacino di monte gli afflussi (pioggia netta) superano il volume invasabile nella conca alluvionale si determina un deflusso verso il sottobacino di valle idraulicamente sottostante.



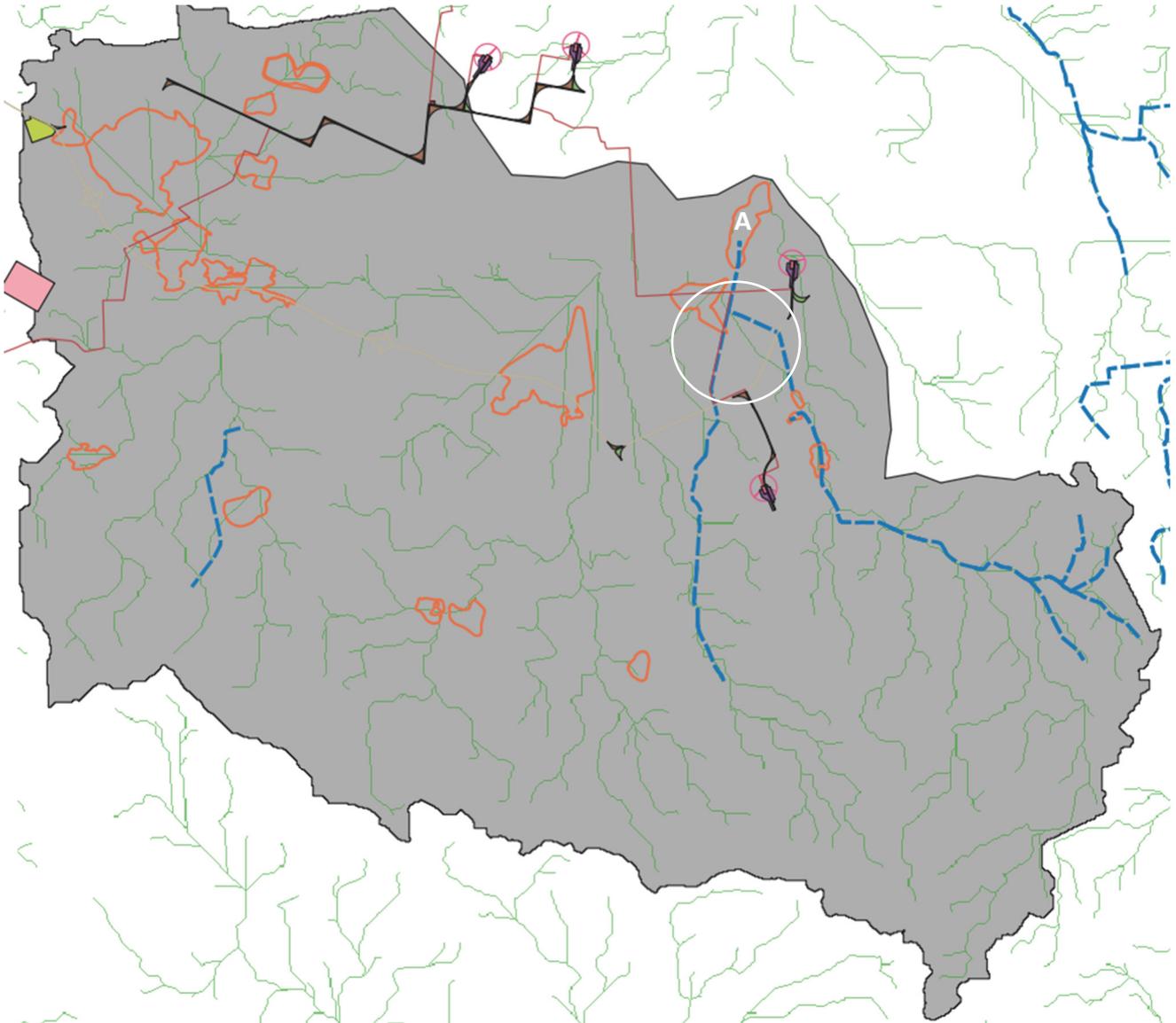
*Fig. 4.1.1 - Organizzazione della rete idrografica estratta dal DTM Puglia; con la linea blu tratteggiata è indicata la rete idrografica cartografata sulla carta Idrogeomorfologica, in arancione la conca alluvionale riportata sulla stessa carta mentre in rosso è riportato il percorso del cavidotto*

Qui il volume di piena è determinato sia dalla pioggia netta direttamente precipitata nei limiti del sottobacino stesso sia dagli eventuali deflussi provenienti dal sottobacino di monte (Fig. 4.1.3).

Come importante conseguenza di quanto sopra esposto si ricava che:

1. l'estensione del bacino di drenaggio che contribuisce a determinare la specifica criticità idraulica in un sito può cambiare a seconda dei quantitativi di pioggia connessi all'evento che determina la criticità (e quindi al tempo di ritorno), che possono o no determinare l'attivazione delle soglie scolmatrici tra un sottobacino e l'altro;
2. non è possibile semplificare il modello di calcolo delle criticità idrauliche ipotizzando che esse siano attribuibili al passaggio del colmo di una piena lungo la direttrice di deflusso ma è necessario considerarle determinate dall'accumulo nelle zone

morfologicamente depresse dei deflussi superficiali diffusi originati dall'evento che massimizza i volumi di piena; in questi casi lo studio idraulico ha quindi la finalità di individuare le altezze idriche che, per i diversi tempi di ritorno degli eventi, si instaurano all'interno delle depressioni morfologiche del bacino di interesse.



*Fig. 4.1.2 – Perimetro del bacino di progetto definito rispetto alla conca alluvionale (A) cartografata nella carta Idrogeomorfologica che costituisce il recapito del Canale Centonze, posta immediatamente a valle delle interferenze di interesse (cerchio bianco). Sono state individuate le depressioni chiuse (interconnesse dalle linee di deflusso) presenti nel bacino endoreico; in verde è cartografata la rete idrografica estratta dal DTM Puglia mentre con la linea blu tratteggiata è indicata la rete idrografica cartografata sulla carta Idrogeomorfologica*

Rispetto al bacino di progetto definito su DTM Puglia con lo specifico operatore di calcolo di QGIS si può ulteriormente rilevare che esso:

- è caratterizzato da un deflusso occasionale e direttamente connesso alle precipitazioni meteoriche;
- interessa un territorio contraddistinto da una sostanziale piatezza altimetrica, uniformità litologica del substrato geologico ed un semplice assetto geologico-strutturale.

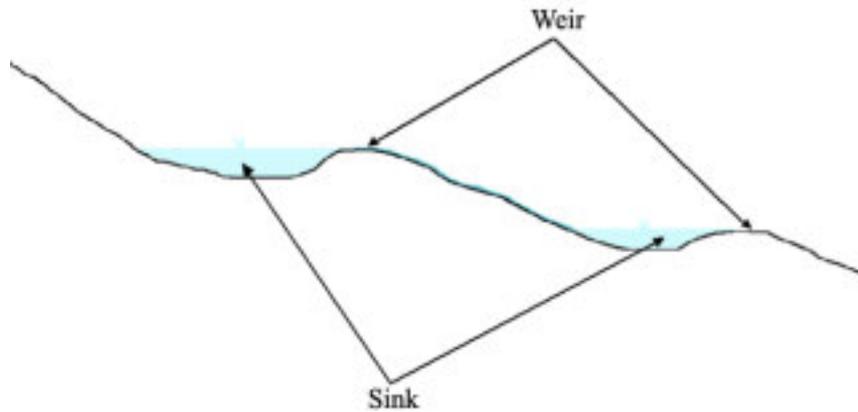


Fig. 4.1.3 – Profilo schematico di un bacino con serbatoi multipli e deflusso che si attiva per stramazzo rispetto ad una soglia morfologica (figura estratta da: RATIONALE FOR FLOOD PREDICTION IN KARST ENDORHEIC AREAS (2014) – V. Iacobellis, A. Castorani, A. R. Di Santo, A. Gioia. Journal of Arid Environments XXX (2014) 1-11.

## 4.2 – Calcoli idrologici

Per studiare gli effetti di un singolo evento piovoso nel bacino in cui ricade il sito di interesse bisogna:

1. identificare tutte le conche alluvionali presenti e definire l'estensione dei sottobacini che potrebbero potenzialmente contribuire all'alluvione per tracimazione in cascata da sottobacino a sottobacino rispetto al sito di interesse
2. verificare per ciascuna conca se le condizioni di tracimazione sono raggiunte
3. verificare gli effetti sul sito di interesse.

In questi casi per la valutazione della pericolosità idraulica trova applicazione il modello di Horton che permette di valutare il valore della capacità di infiltrazione reale nel tempo  $f(t)$  per ogni litologia affiorante nell'area di bacino drenante afferente al recapito finale endoreico<sup>1</sup>.

Secondo tale modello, la variazione della capacità di infiltrazione potenziale nel tempo

<sup>1</sup> IL RUOLO DELLE VORAGINI NELLA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELLE AREE ENDOREICHE DELLA PENISOLA SALENTINA (2009) - Alemanno D., Damato B., Denora D., Di Santo A.R, Fiore A., Iacobellis V. & Intini V. 2° Workshop internazionale ISPRA "I SINKHOLE" RATIONALE FOR FLOOD PREDICTION IN KARST ENDORHEIC AREAS (2014) – V. Iacobellis, A. Castorani, A. R. Di Santo, A. Gioia. Journal of Arid Environments xxx (2014) 1-11.

risulta proporzionale alla differenza tra il valore attuale e quello relativo alle condizioni di saturazione  $f_c$ .

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

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

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

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

GRUPPO SCS	$f_0$ [mm/h]	$f_c$ [mm/h]	$k$ [h <sup>-1</sup> ]
A	250	25.4	0.5
B	200	12.7	0.5
C	125	6.3	0.5
D	76	2.5	0.5

Per quanto riguarda i gruppi SCS questi sono classificati in base alla natura del suolo:

- **Gruppo A:** suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla, ghiaie profonde molto permeabili. Capacità di infiltrazione molto elevata.
- **Gruppo B:** suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A e con maggiore aliquota di argilla e limo. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizione di saturazione.
- **Gruppo C:** suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e collodi. Scarsa capacità di infiltrazione.
- **Gruppo D:** suoli con potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

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

$$\int_0^{t_p} i(t) dt = F(t_p - t_0)$$

con  $i(t) = f(t_p - t_0)$  intensità di precipitazione variabile nel tempo;

$F(t)$  infiltrazione cumulata potenziale;

$t_0$  è una costante di tempo tale che sia, posto  $Fr(t)$  la infiltrazione cumulate reale:

$$Fr(t_p) = F(t_p - t_0)$$

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

$$\begin{cases} it_p = F(t_p - t_0) \\ i = f(t_p - t_0) \end{cases}$$

L'applicazione del modello appena descritto, consente di valutare l'aliquota dei volumi di precipitazione atmosferica che, decurtati della parte che si infila nel sottosuolo in funzione delle diverse tipologie di suolo, ruscella superficialmente e converge verso le depressioni morfologiche del territorio in esame determinandone l'allagamento.

In ragione delle caratteristiche altimetriche del territorio e dei volumi di acqua in gioco, è possibile risalire al tirante idrico che si realizza all'interno delle depressioni morfologiche per ogni evento alluvionale caratterizzato da differente tempo di ritorno (30, 200 e 500 anni) e, di conseguenza, all'estensione delle corrispondenti aree allagabili.

Nel dettaglio, il modello di distribuzione della piena è stato costruito sulla base delle seguenti assunzioni:

1. i deflussi seguono un percorso invariante dipendente solo dal punto in cui si generano,
2. la velocità del flusso è costante nel tempo,
3. il deflusso si ottiene sommando i contributi provenienti da aree sorgenti a monte.

Nel processo di costruzione della piena non si tiene conto, dunque, di eventuali processi di attenuazione o diffusione; d'altronde, come già specificato nel testo ed in accordo con la bibliografia di settore si è ritenuto che nell'ambito territoriale studiato, come accade per tutti i bacini endoreici pugliesi, le criticità idrauliche non sono attribuibili al passaggio del colmo della piena bensì all'accumulo nelle zone morfologicamente depresse dei deflussi superficiali diffusi, questo perché il deflusso si svolge prevalentemente se non quasi esclusivamente come un fenomeno di corrivazione e quindi in modo diffuso.

Di ogni sottobacino incentrato su una specifica conca alluvionale è stato calcolato:

1. il volume di acqua di ruscellamento che si origina in seguito all'evento meteorico di progetto (con  $Tr$  200 anni),
2. la capacità di invaso della conca alluvionale cui il sottobacino afferisce,

3. gli afflussi complessivi derivanti dal cumulo tra le eventuali aliquote provenienti dai sottobacini di monte ed il volume di acqua di ruscellamento prodotta all'interno del sottobacino stesso;

4. il deflusso (calcolato come differenza tra afflusso complessivo e capacità di invaso).

Sulla base dei risultati del calcolo di cui al punto 4 del precedente elenco procede poi a distribuire la piena sulla base dei rapporti di interdipendenza esistenti tra i vari sottobacini.

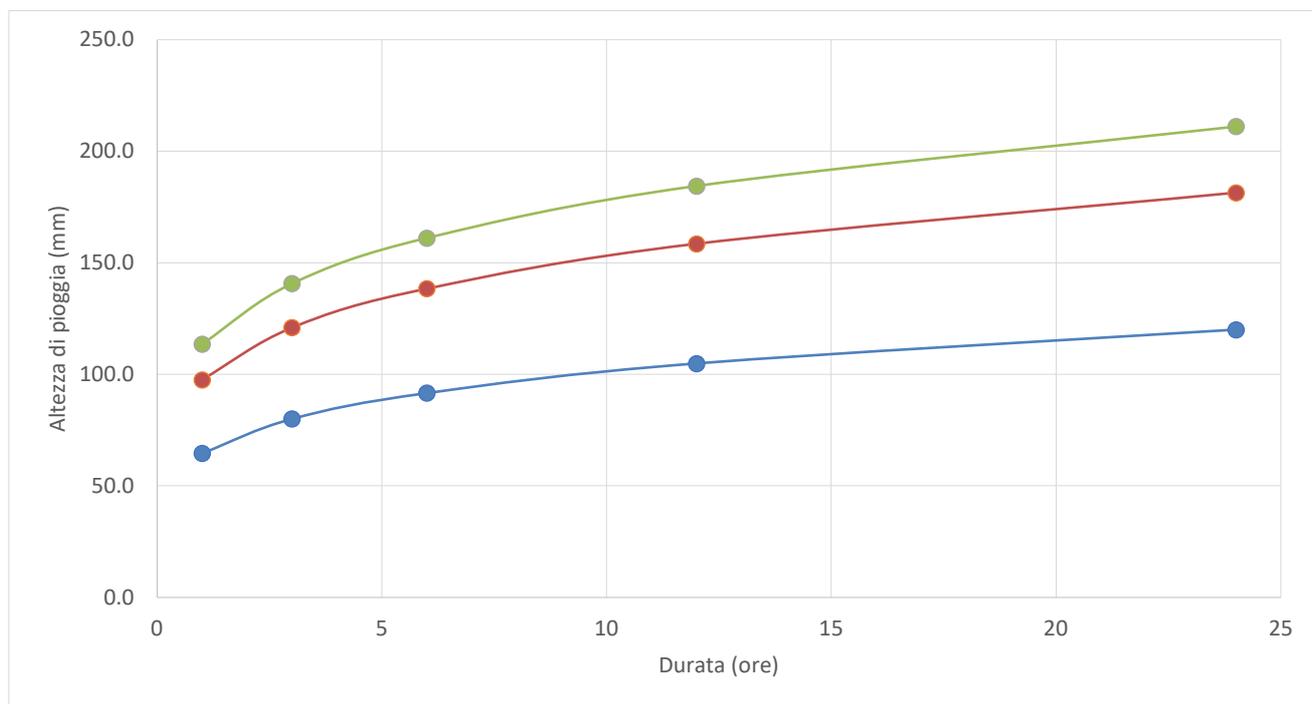
Per effettuare il calcolo dell'evento critico di pioggia di assegnato tempo di ritorno in assenza di dati pluviometrici sitospecifici è stato utilizzato il cosiddetto metodo regionale, secondo le indicazioni contenute nel capitolo VI.3.1 della Relazione di Piano proposta dall'ex Autorità di Bacino della 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. Si è assunta come  $z$  la quota media sul livello del mare del bacino di progetto determinata su base DTM Puglia attraverso il software QGIS e si è proceduto al calcolo di  $X(d,z)$  utilizzando la (1) per  $T_r$  pari a 30, 200 e 500 anni. Determinati gli eventi critici di pioggia è stata costruita la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa ai diversi tempi di ritorno considerati.

d	1	3	6	12	24
z	60				
x	33.7	41.3	47.0	53.5	60.8
Tempo ritorno	30		$Kt_{30}$	1.92	
$X_{30}$	64.6	80.0	91.6	104.9	120.1
$LN(X_{30})$	4.1682	4.3826	4.5178	4.6530	4.7882
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1951	4.17			
$n_{30}$	0.1951				
$a_{30}$	64.60				

$h_{30}$	64.6	80.0	91.6	104.9	120.1
Tempo ritorno	200		$Kt_{200}$	2.90	
$X_{200}$	97.6	121.0	138.5	158.5	181.5
$LN(X_{200})$	4.5812	4.7955	4.9307	5.0660	5.2012
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1951	4.58			
$n_{200}$	0.1951				
$a_{200}$	97.63				
$h_{200}$	97.6	121.0	138.5	158.5	181.5
Tempo ritorno	500		$Kt_{200}$	3.37	
$X_{500}$	113.6	140.7	161.1	184.4	211.1
$LN(X_{500})$	4.7325	4.9468	5.0821	5.2173	5.3525
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.1951	4.73			
$n_{500}$	0.1951				
$a_{500}$	113.58				
$h_{500}$	113.6	140.7	161.1	184.4	211.1



Attraverso i valori  $n$  ed  $a$  calcolati per i diversi tempi di ritorno è possibile costruire gli ietogrammi di progetto. Lo ietogramma ricostruisce il modo in cui l'intensità della precipitazione meteorica varia nell'intervallo di durata della pioggia.

Nel caso specifico si è optato per l'uso di ietogrammi costanti, presupponendo quindi una pioggia di progetto a intensità costante per tutta la durata dell'evento. In pratica si pone:

$$i(mm/h) = h/tp$$

dove:

i = intensità della precipitazione meteorica;

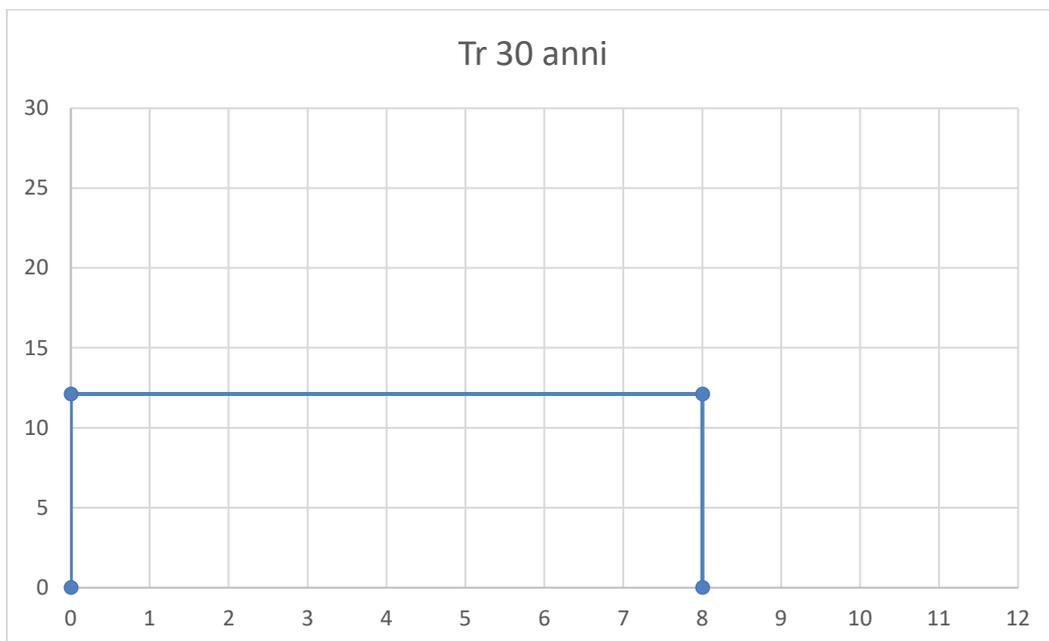
h = altezza della pioggia;

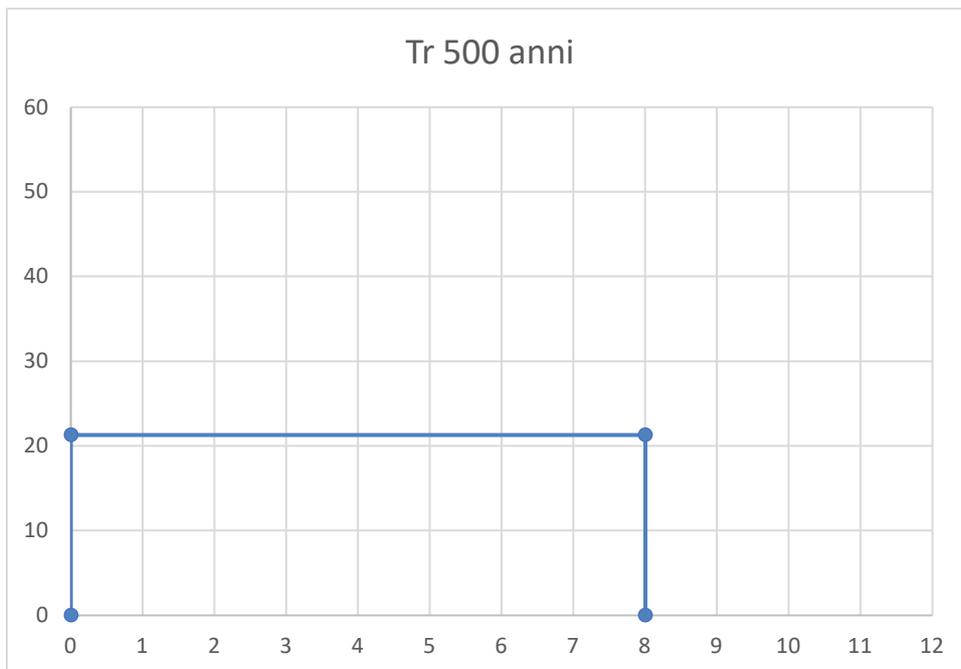
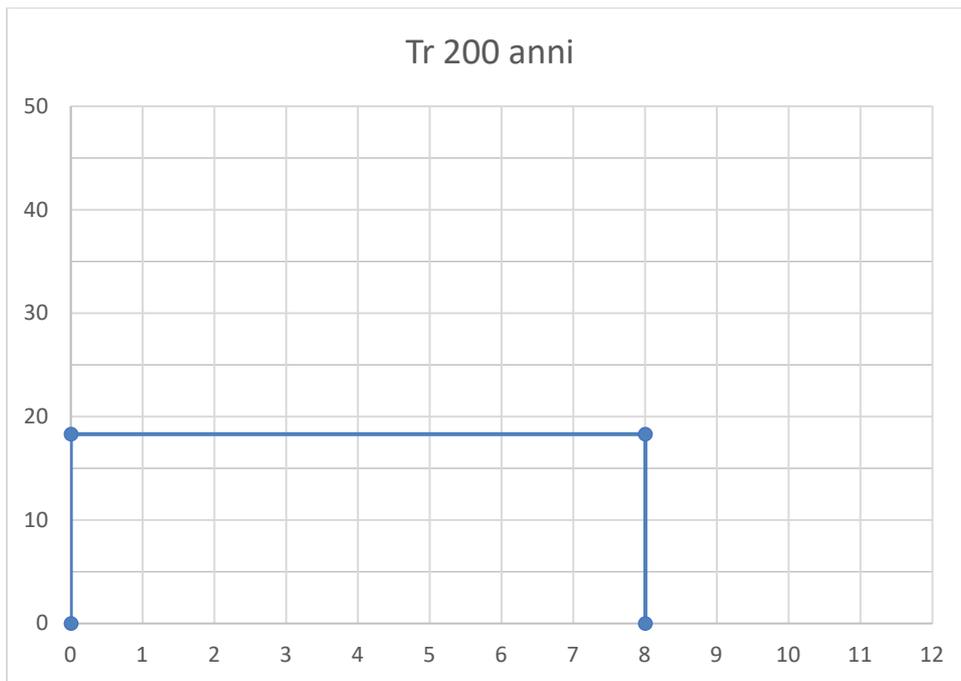
tp = durata dell'evento meteorico.

Lo ietogramma costante presuppone ovviamente un'ipotesi non realistica (pioggia di intensità costante per tutta la sua durata); tuttavia, esso rappresenta una schematizzazione molto utilizzata nella pratica in assenza di misure reali e per bacini molto piccoli, come per l'appunto accade nel caso di interesse.

Il valore tp è stato posto pari al tempo di corrivazione tc che è stato calcolato per il bacino di progetto con le varie formule proposte in letteratura specialistica.

A favore di sicurezza, il tempo Tc di progetto è stato posto pari al doppio dalla media dei tempi di corrivazione calcolati con le varie formule. È stato ottenuto dunque il valore di 8 ore. Gli ietogrammi di progetto per Tr 20, 200 e 500 anni sono riportati di seguito.





Sono stati studiati quindi gli effetti della pioggia prodotta dall'evento con tempo di ritorno 200 anni applicando la trasformazione afflussi-deflussi mediante il modello di infiltrazione di Horton secondo il quale la variazione nel tempo della capacità di infiltrazione potenziale risulta proporzionale alla differenza tra il valore attuale e quello relativo alle condizioni di saturazione  $f_c$ . Quest'ultimo viene raggiunto asintoticamente a partire da un valore iniziale  $f_0$  secondo modalità temporali essenzialmente dettate da una costante  $k$  che rappresenta la rapidità di esaurimento di  $f$ . I tre parametri del modello in linea di principio dovrebbero essere tarati sulla base di osservazioni dirette effettuate sul bacino di

interesse e sui suoli ivi presenti; tuttavia, nella implementazione del modello semidistribuito si è fatto riferimento per i parametri  $f_0$ ,  $f_c$  e  $k$  ai valori di letteratura riportati in tabella nella parte generale del presente elaborato attribuendo cautelativamente il substrato geologico del territorio di interesse (rappresentato quasi esclusivamente da sabbie limose ed argille) al **Gruppo C**

Si è proceduto quindi a calcolare il tempo di poinding per l'evento pluviometrico di progetto, che è risultato pari a 5,44 h e determinare il deflusso per unità di superficie che è risultato pari a 0,057 m/mq.

### **4.3 – Verifiche idrauliche**

Come descritto nel precedente paragrafo il bacino di progetto può essere suddiviso in diversi sottobacini incentranti sulle conche alluvionali individuate lungo il tracciato della rete idrografica estratta dal DTM Puglia.

Il modello di distribuzione della piena è stato costruito sulla base delle seguenti assunzioni:

1. i deflussi seguono un percorso invariante dipendente solo dal punto in cui si generano,
2. la velocità del flusso è costante nel tempo,
3. il deflusso si ottiene sommando i contributi provenienti da aree sorgenti a monte.

Nel per la costruzione della piena non si tiene conto, dunque, di eventuali processi di attenuazione o diffusione; d'altronde, come già specificato nel testo ed in accordo con la bibliografia di settore si è ritenuto che nell'ambito territoriale studiato, come accade per tutti i bacini endoreici pugliesi, le criticità idrauliche non sono attribuibili al passaggio del colmo della piena bensì all'accumulo nelle zone morfologicamente depresse dei deflussi superficiali diffusi, questo perché il deflusso si svolge prevalentemente se non quasi esclusivamente come un fenomeno di corrivazione e quindi in modo diffuso.

Di ognuno dei sottobacini di progetto è stato calcolato:

1. il volume di acqua di ruscellamento che si origina in seguito all'evento meteorico di progetto (con  $T_r$  200 anni),
2. la capacità di invaso della conca alluvionale cui il sottobacino afferisce,
3. gli afflussi complessivi derivanti dal cumulo tra le eventuali aliquote provenienti dai sottobacini di monte ed il volume di acqua di ruscellamento prodotta all'interno del sottobacino stesso;
4. il deflusso (calcolato come differenza tra afflusso complessivo e capacità di invaso).

Sulla base dei risultati del calcolo sviluppato si è proceduto a distribuire la piena in funzione dei rapporti di interdipendenza esistenti tra i vari sottobacini.

Dal modello emerge che l'evento meteorico di progetto determina:

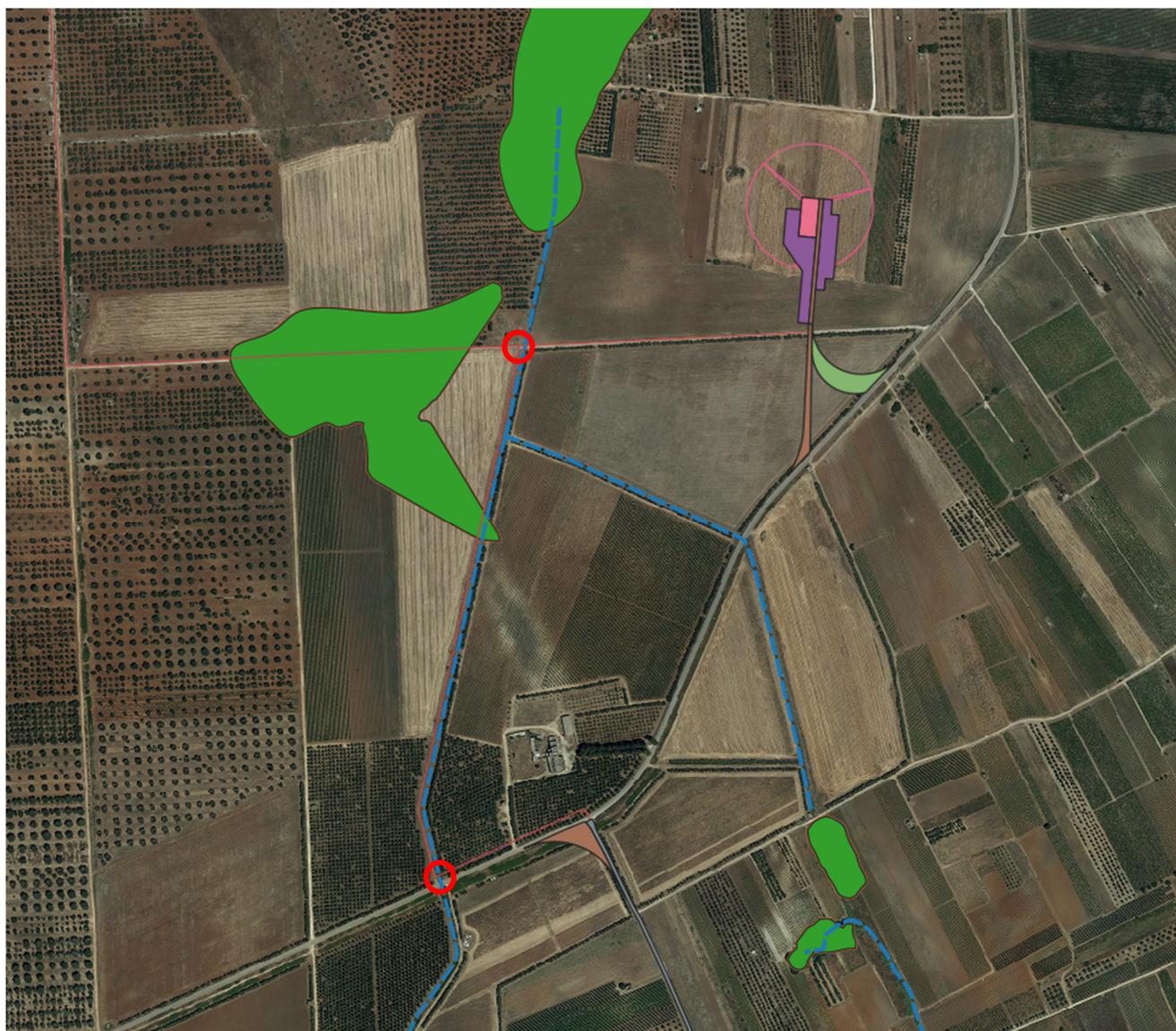
- il riempimento fino alla soglia di scollamento di tutte le conche alluvionali;
- l'instaurarsi di un flusso in uscita dal bacino di progetto verso le aree poste a valle della depressione posta immediatamente a valle della intersezione di interesse e cartografata nella Carta Idrogeomorfologica.

Come ultima considerazione si può aggiungere che la superficie del bacino di drenaggio che contribuisce a determinare la criticità idraulica in corrispondenza del recapito finale connessa all'evento di progetto è effettivamente quella del bacino considerato.

Si riporta nella successiva figura la perimetrazione delle aree allagabili in prossimità dell'intersezione di interesse.



*Fig. 4.3.1 – Perimetrazioni su DTM Puglia delle aree allagabili in prossimità della intersezione tra cavidotto e rete idrografica cartografata sulla Carta Idrogeomorfologica*



*Fig. 4.3.2 – Perimetrazioni su DTM Puglia delle aree allagabili in prossimità della intersezione tra cavidotto e rete idrografica cartografata sulla Carta Idrogeomorfologica*

In conclusione, lo studio condotto ha permesso di accertare che l'evento critico con Tr 200 anni produce estesi allagamenti nel bacino di progetto che interessano le conche alluvionali interconnesse attraverso la rete di drenaggio. Le aree allagabili, tuttavia, non interessano i terreni immediatamente adiacenti al "Canale Centonze" (ID 102-Arneo) in corrispondenza delle intersezioni con il cavidotto di progetto; tantomeno ricadono in aree allagabili le due aree di manovra temporanee di cui si prevede la realizzazione.

## 5 DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA DELLA TOC DAL FONDO DELL'ALVEO DEL CANALE CENTONZE RISPETTO AD EVENTUALI FENOMENI EROSIVI ED INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

Come ampiamente discusso, dallo studio dei caratteri altimetrici e morfologici del bacino del canale Centonze (si veda il paragrafo 4), emerge chiaramente che questo è un elemento idrografico di natura antropica, evidentemente realizzato con lo scopo di modificare il deflusso naturale di un vasto settore per favorire l'allontanamento delle acque meteoriche verso la conca alluvionale posta immediatamente allo sbocco dello stesso canale.

Questo elemento idrografico è interessato da un deflusso occasionale ed attraversa un territorio sostanzialmente piatto e quindi non interessato da pendenze rilevanti; a tale proposito si consulti la successiva figura 6.1 che rappresenta l'istogramma del raster delle pendenze estratto dal DTM Puglia per l'area attraversata dal canale Centonze da cui si evince chiaramente che la quasi totalità delle celle elementari (con lato 8 m) che costituiscono il raster ha pendenza compresa tra 0 e 3°

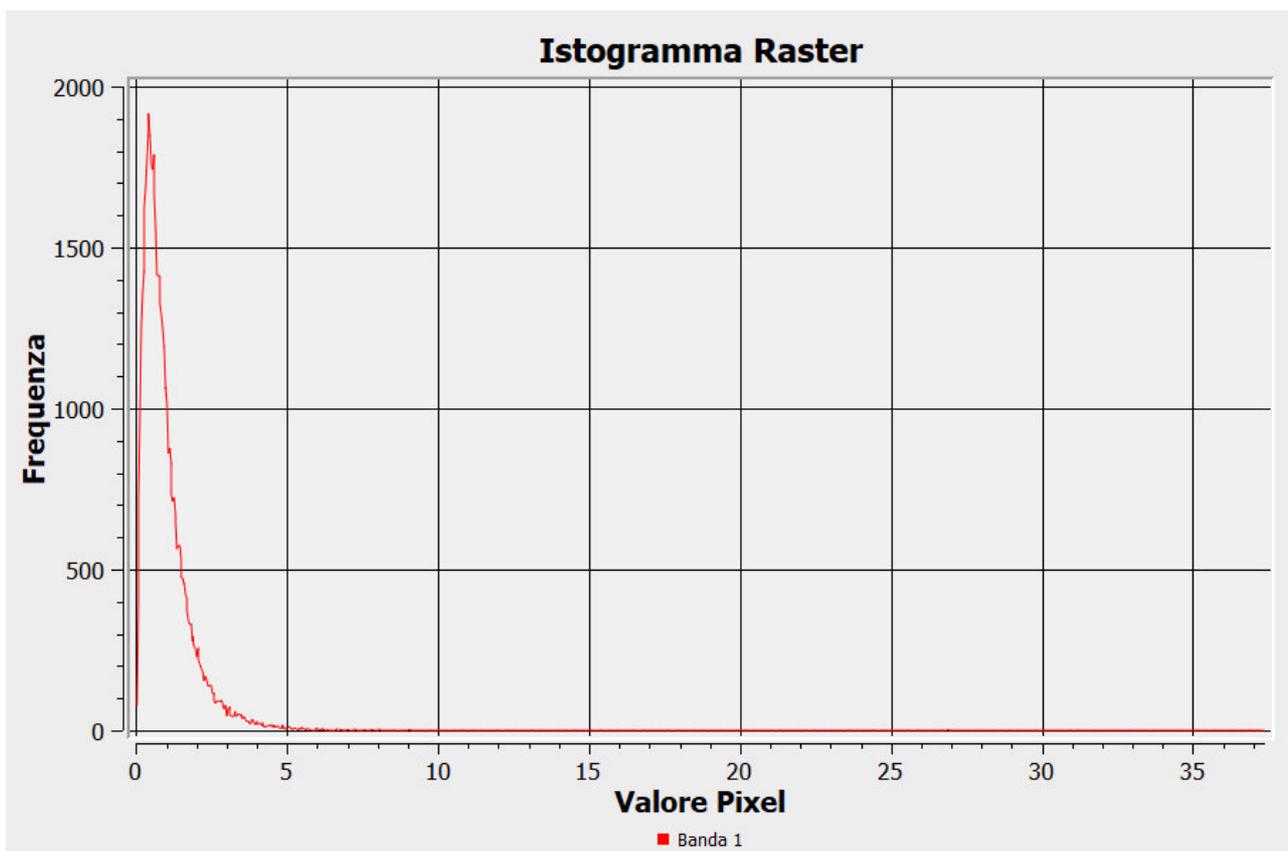


Fig. 6.1 - Istogramma del raster delle pendenze estratto dal DTM Puglia

Alla osservazione precedente si aggiunge che il livello di base di riferimento rispetto alla capacità erosiva dei flussi idrici incanalati che interessano il canale è il fondo della conca alluvionale che ne rappresenta il recapito finale che, per l'appunto, si trova a 54,46 m slm; questa è anche la quota di riferimento per qualsiasi intervento di sistemazione idraulica del canale finalizzato a modificarne la pendenza o ad approfondirne l'alveo.

Tanto premesso, è possibile affermare che:

- il contesto geomorfologico in cui è inserito il canale non è tale che lo stesso possa essere interessato da flussi idrici di particolare velocità per cui non è ipotizzabile che le pareti dell'alveo ed il fondo siano soggetti a fenomeni erosivi di una qualche intensità; anzi, probabilmente esiste una tendenza all'interramento del canale e del suo recapito finale;
- eventuali fenomeni erosivi non potrebbero comunque comportare un approfondimento del fondo dell'alveo al di sotto del livello di base che è direttamente determinato dal fondo della depressione che ne rappresenta il recapito finale e quindi numericamente quantificabile nella quota di 54,46 m slm.

Dunque, al fine di garantire la completa sicurezza dell'attraversamento rispetto a potenziali ma alquanto improbabili fenomeni erosivi in alveo e permettere eventuali futuri interventi di sistemazione idraulica del reticolo, considerando la quota limite di 54,46 m slm ed ipotizzando che la pendenza dell'alveo non può scendere sotto lo 0,3% è sufficiente che la TOC sia realizzata al di sotto della profondità minima di 1.62 m dal p.c. (55,43 m slm) in corrispondenza della intersezione Nord (posta alla distanza di 325 m dallo sbocco del canale) ed al di sotto della profondità minima di 1.76 m dal p.c. (57,64 m slm) in corrispondenza della intersezione Sud (posta alla distanza di 1061 m dallo sbocco del canale)

Cautelativamente, inoltre, si può fissare che la TOC si sviluppi a cavallo dell'alveo dalla distanza di 10 m in destra e sinistra idrografica.