

Regione Puglia

COMUNE DI SALICE SALENTINO - COMUNE DI VEGLIE
PROVINCIA DI LECCE

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI,
NONCHE' OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE, DI POTENZA
PREVISTA IMMESSA IN RETE PARI A 60 MW
ALIMENTATO DA FONTE EOLICA DENOMINATO "SAVE ENERGY"**

OPERE DI CONNESSIONE E INFRASTRUTTURE PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN:
Comuni di Erchie (Br)-San Pancrazio Salentino (Br) - Avetrana (Ta)

PROGETTO DEFINITIVO

Codice Impianto: 6QTZQR9

Tavola :

Titolo :

RELAZIONE IDRAULICA

R27

Cod. Identificativo elaborato :

6QTZQR9_DocumentazioneSpecialistica_R27

Progetto:

ENERWIND s.r.l.

Via San Lorenzo 155 - cap 72023 MESAGNE (BR)
P.IVA 02549880744 - REA BR-154453 - enerwind@pec.it

MSC Innovative Solutions s.r.l.s.

Via Milizia n.55 - 73100 Lecce
Tel. +39 3383137911
Email: msc.innovativesolutions@gmail.com - P. IVA 05030190754
Responsabile progettazione: Dott. Ing. Santo Masilla

Committente:

AVETRANA ENERGIA s.r.l.

Piazza del Grano n.3 - cap 39100 BOLZANO (BZ)
P.IVA 03050420219 - REA BZ 227626 - avetrana.energia@legalmail.it

SOCIETA' DEL GRUPPO

FRI-EL GREEN POWER S.p.A.
Piazza della Rotonda, 2 - 00186 Roma (RM) - Italia
Tel. +39 06 6880 4163 - Fax. +39 06 6821 2764
Email: info@fri-el.it - P. IVA 01533770218

Indagine Specialistiche :
Dott. Geologo Gianluca Selleri



Data

30.10.2021

Revisione

Prima Emissione

Redatto

SM

Approvato

MT

Data: Ottobre 2021

Scala :

File: 6QTZQR9_DocumentazioneSpecialistica_R27

Controllato:

Formato:

A4

1 – PREMESSA

Il presente studio idraulico è stato condotto a corredo del “**Progetto per la realizzazione di progetto di impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili nonché opere connesse ed infrastrutture di potenza prevista immessa in rete di 60 MW alimentato da fonte eolica denominato SAVE ENERGY** “. Gli interventi di progetto sostanzialmente consistono nella realizzazione di 10 aerogeneratori, dislocati sui territori dei comuni di Salice Salentino e Veglie, e delle opere di connessione alla stazione TERNA ricadente in territorio di Avetrana (cavidotto e sottostazione elettrica) che interesseranno anche i territori dei comuni di Erchie, Avetrana e San Pancrazio Salentino.

Con il presente studio si è proceduto a verificare la compatibilità tra le previsioni di progetto e l'assetto idraulico del territorio con specifico riferimento alla rete idrografica cartografata sulla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia ed alcune aree endoreiche a pericolosità idraulica bassa e media, conformemente a quanto previsto dagli articoli 6 – *Alveo fluviale in modellamento attivo*, 8 - *Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (M.P.)* e 9 - *Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica (B.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 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI, ALTIMETRICI E GEOLOGICO-STRATIGRAFICI DEL SITO. ORGANIZZAZIONE DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE

L'area vasta in cui ricadono gli interventi di progetto (aerogeneratori e cavidotto) corrisponde ad un'ampia fascia di territorio salentino compresa tra gli abitati di Salice Salentino, Veglie, Erchie, San Pancrazio ed Avetrana (Fig. 2.1).

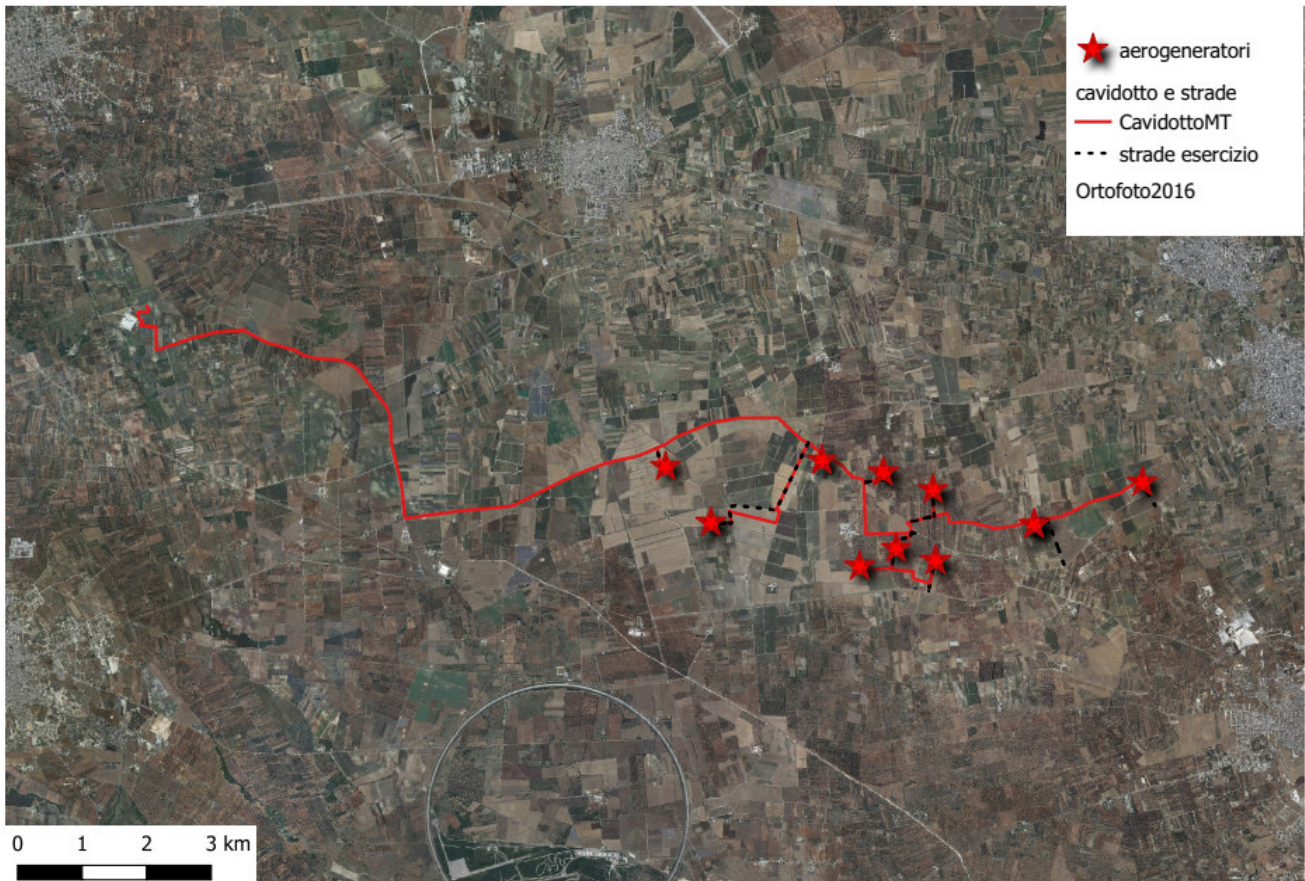


Fig. 2.1 – Rappresentazione e consistenza degli interventi di progetto su ortofoto Puglia 2019

Questo settore si presenta sostanzialmente piatto sotto l'aspetto altimetrico e caratterizzato da una generale e alquanto blanda pendenza dai quadranti meridionali a quelli settentrionali; le quote topografiche sono comprese tra 75 e 45 m slm (Fig. 2.2).

In questo settore la locale successione stratigrafica è rappresentata dal basso verso l'alto dalle seguenti unità (Fig. 2.3 e Fig. 2.4):

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

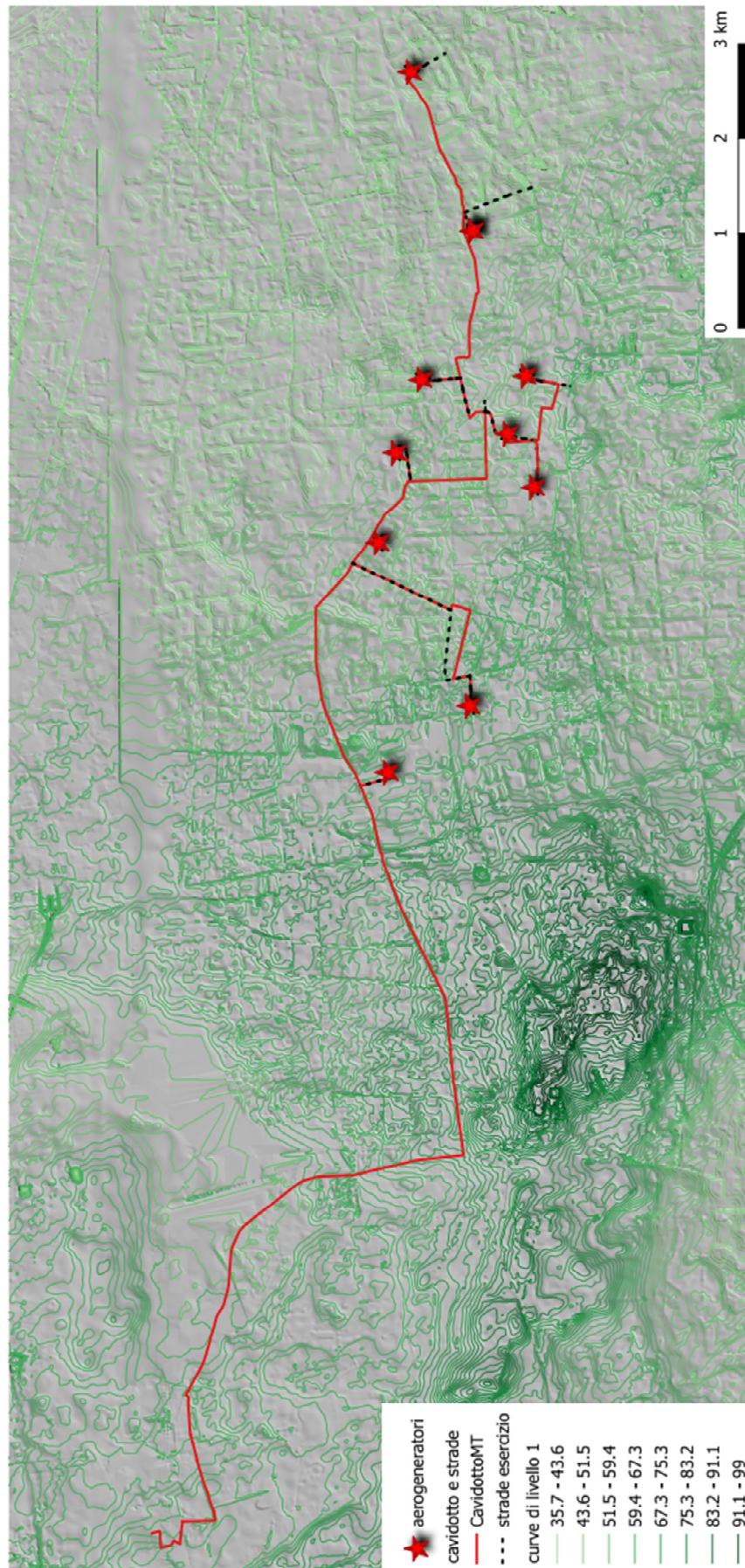


Fig. 2.2 – Caratteri altimetrici del territorio

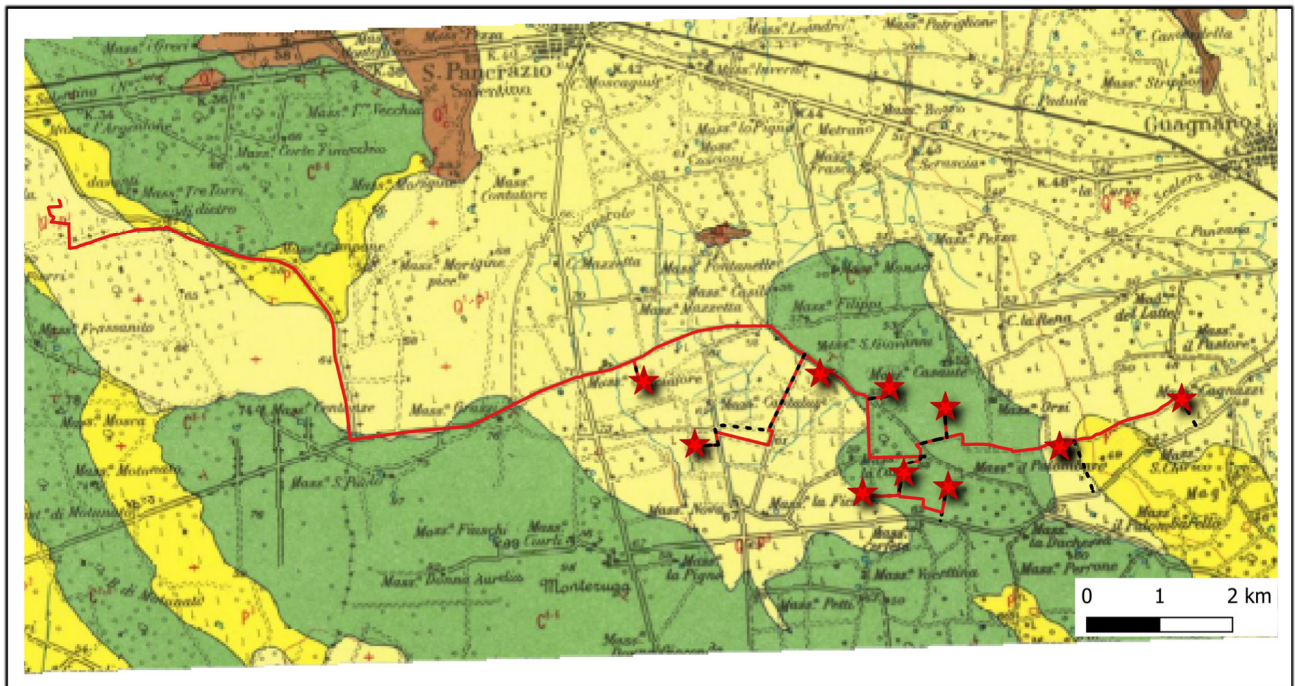


Fig. 2.3 – Stralci della Carta Geologica d'Italia in scala 1:10000

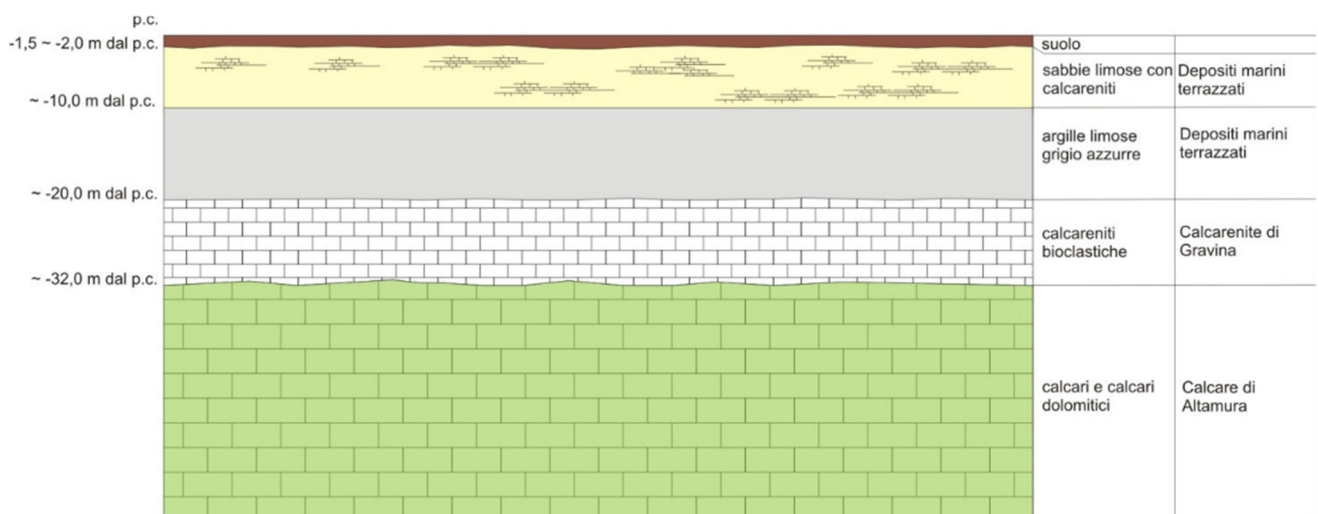


Fig. 2.4 – Sezione geologica schematica

Con riferimento specifico all'area direttamente interessata dagli interventi si rileva che la Formazione del Calcarea 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. 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..

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.

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 aquicludo/aquitardo (Fig. 2.5), 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.

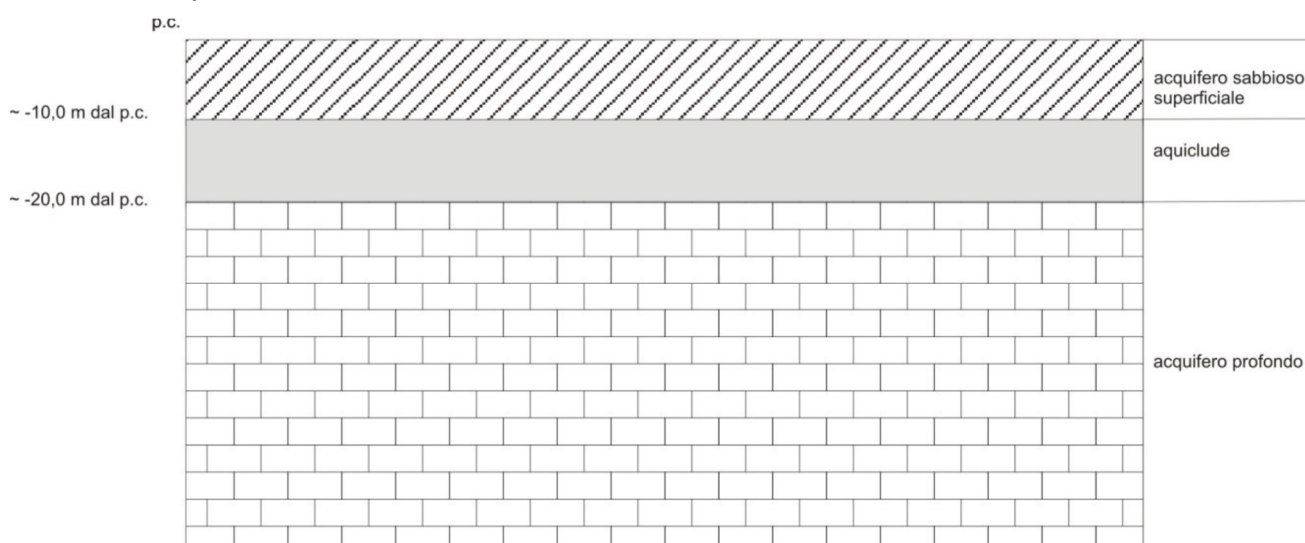


Fig. 2.5 – Sezione idrogeologica schematica

I due acquiferi sono separati da un aquicludo rappresentato dai terreni argillosi ascrivibili alla parte stratigraficamente più bassa dei Depositi marini terrazzati.

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

La geometria ed organizzazione delle linee di impluvio del settore in cui ricadono le opere di progetto è stata ricostruita utilizzando il DTM Puglia (fonte <http://webapps.sit.puglia.it/freewebapps/CTR/index.html>) sia attraverso il software **SAGA GIS** facente parte del pacchetto QGIS che attraverso il toolbox Topo di **MATLAB**.

I modelli ottenuti con i due software sono praticamente equivalenti al netto di minime differenze. Per le successive modellazioni idrologiche ed idrauliche si è scelto di utilizzare l'output di MATLAB (si veda per maggiori dettagli la Relazione Idrologica).

Dalla osservazione del modello di deflusso su base DTM si desume l'importante considerazione che esso descrive per il territorio di interesse una organizzazione della rete idrografica che è molto più complessa geometricamente ed articolata di quanto descritto dalla Carta Idrogeomorfologica della regione.

Dal modello, inoltre, emerge chiaramente che all'interno dei vari bacini idrografici esistono numerose depressioni chiuse di varia estensione (corrispondenti sotto il profilo geomorfologico a conche alluvionali), interconnesse idraulicamente tra loro dalla rete di drenaggio, che descrivono nel complesso una organizzazione idrografica di tipo "a cascata" (Fig. 2.7B).

Pertanto, all'interno di ciascun bacino è possibile individuare tanti sottobacini per quante sono le conche alluvionali 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. 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. 2.8).

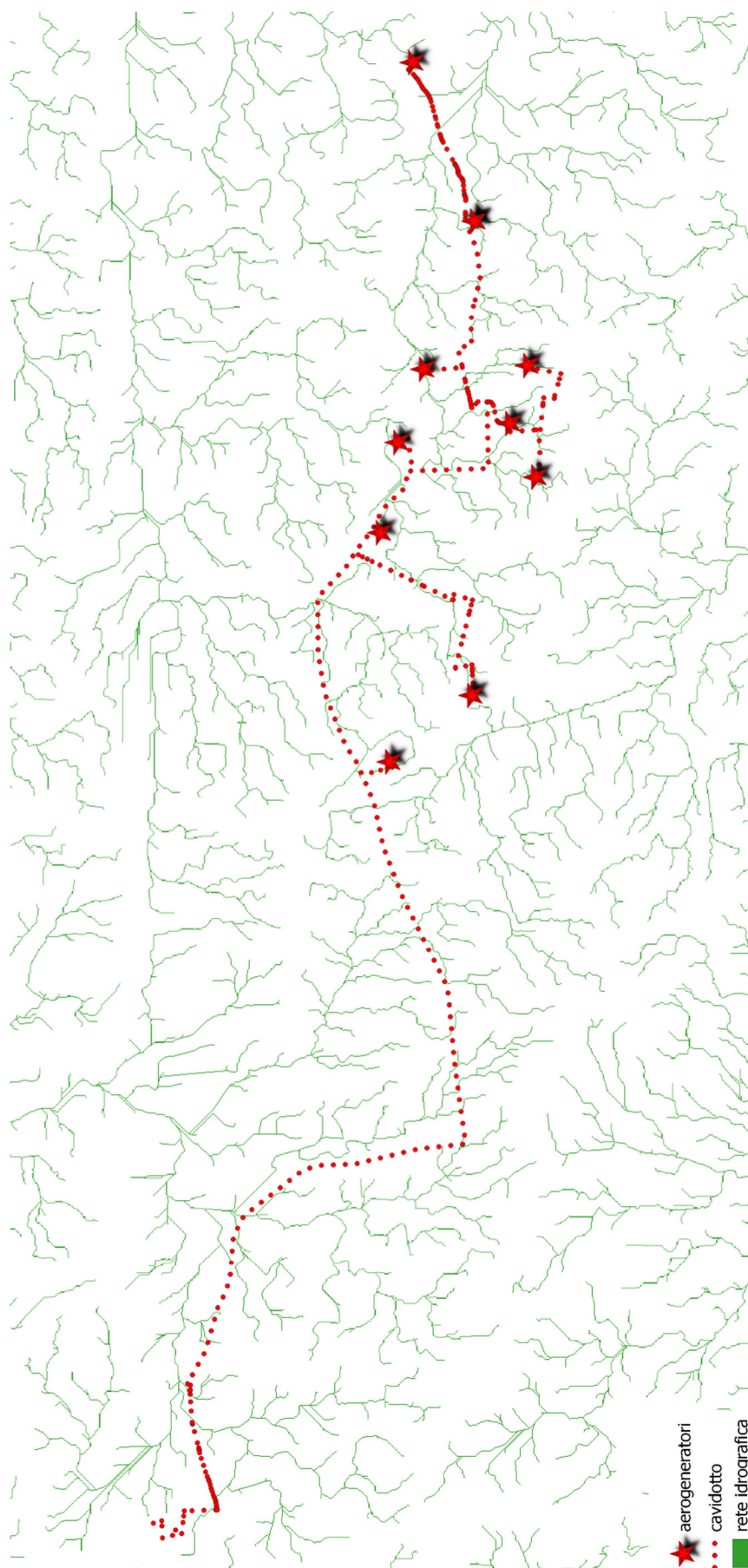


Fig. 2.6 – Modello di rete di drenaggio estratta da DTM Puglia con l'utilizzo di MATLAB

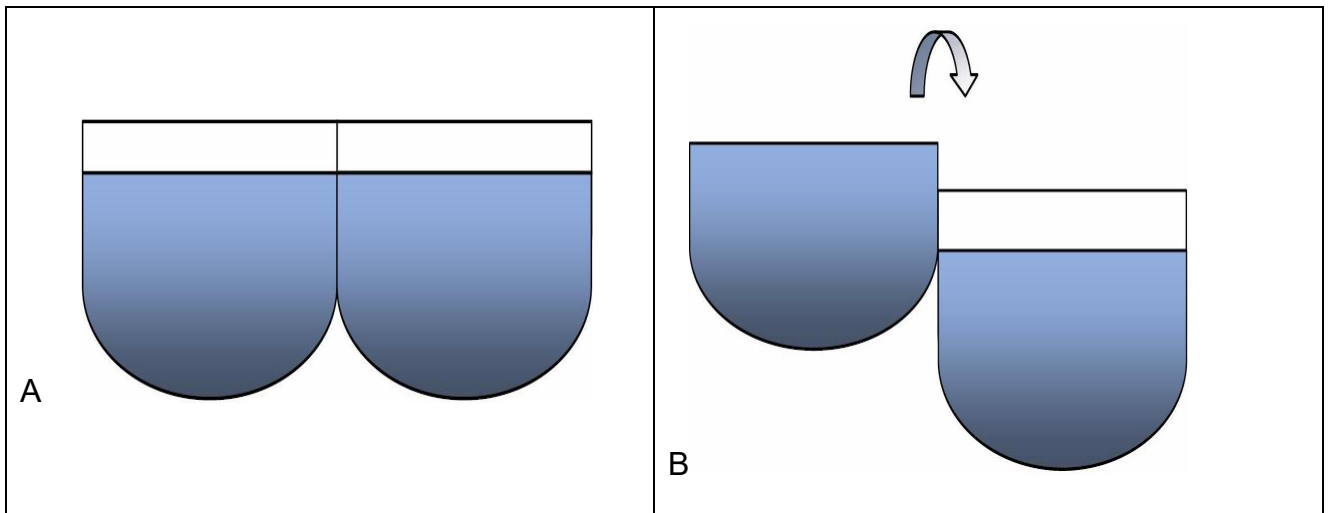


Fig. 2.7 - Schema grafico del rapporto funzionale tra conche alluvionali: indipendenza (A); "a cascata" (B).

Come importante conseguenza di quanto sopra esposto si ricava che 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 da un sottobacino all'altro. La dinamica idrologica che caratterizza il territorio di interesse è sostanzialmente quella sopradescritta; all'esistenza della rete di drenaggio (sono quindi direttamente collegate sia la dinamica geomorfologica, nel senso più ampio di questo termine, sia la pericolosità geologica. Questi aspetti, infatti, sono connessi solidamente all'azione delle acque di corrivazione ed alla presenza di aree dove per la conforma altimetrica ed assetto geomorfologico del territorio si accumulano proprio le acque di corrivazione.

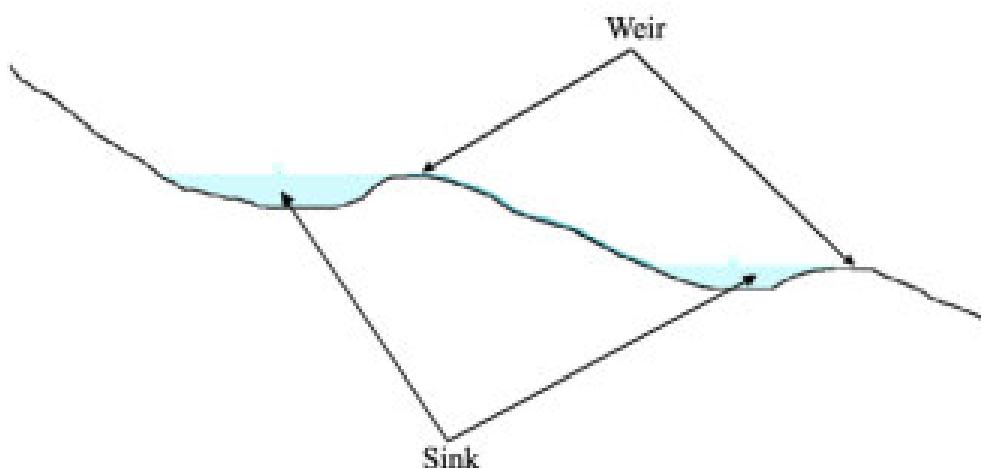


Fig. 2.8 – Profilo schematico di un bacino con serbatoi multipli e deflusso che si attiva per stramazzo rispetto ad una soglia morfologica (figura estratta da: RATIONALE FOR FLOOD PREDICTION IN KARST ENDORHEIC AREAS (2014) – V. Iacobellis, A. Castorani, A. R. Di Santo, A. Gioia. Journal of Arid Environments xxx (2014) 1-11)

3 – INTERFERENZE CON LA RETE IDROGRAFICA DELLA REGIONE PUGLIA ED IL PAI

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.

Con riferimento al caso di studio le interferenze tra le opere di progetto e le aree a pericolosità idraulica e la rete idrografica della regione Puglia così come cartografata nella carta Idrogeomorfologica sono quelle riportate in Figura 3.1 dalla quale si rileva la sovrapposizione areale tra brevi segmenti del cavidotto ed alcune fasce di pertinenza fluviale ed un'area a media pericolosità idraulica. Si osserva comunque che rispetto alla vincolistica vigente tale opera rientra tra quelle assentibili previa redazione dello studio di compatibilità idrologica ed idraulica.

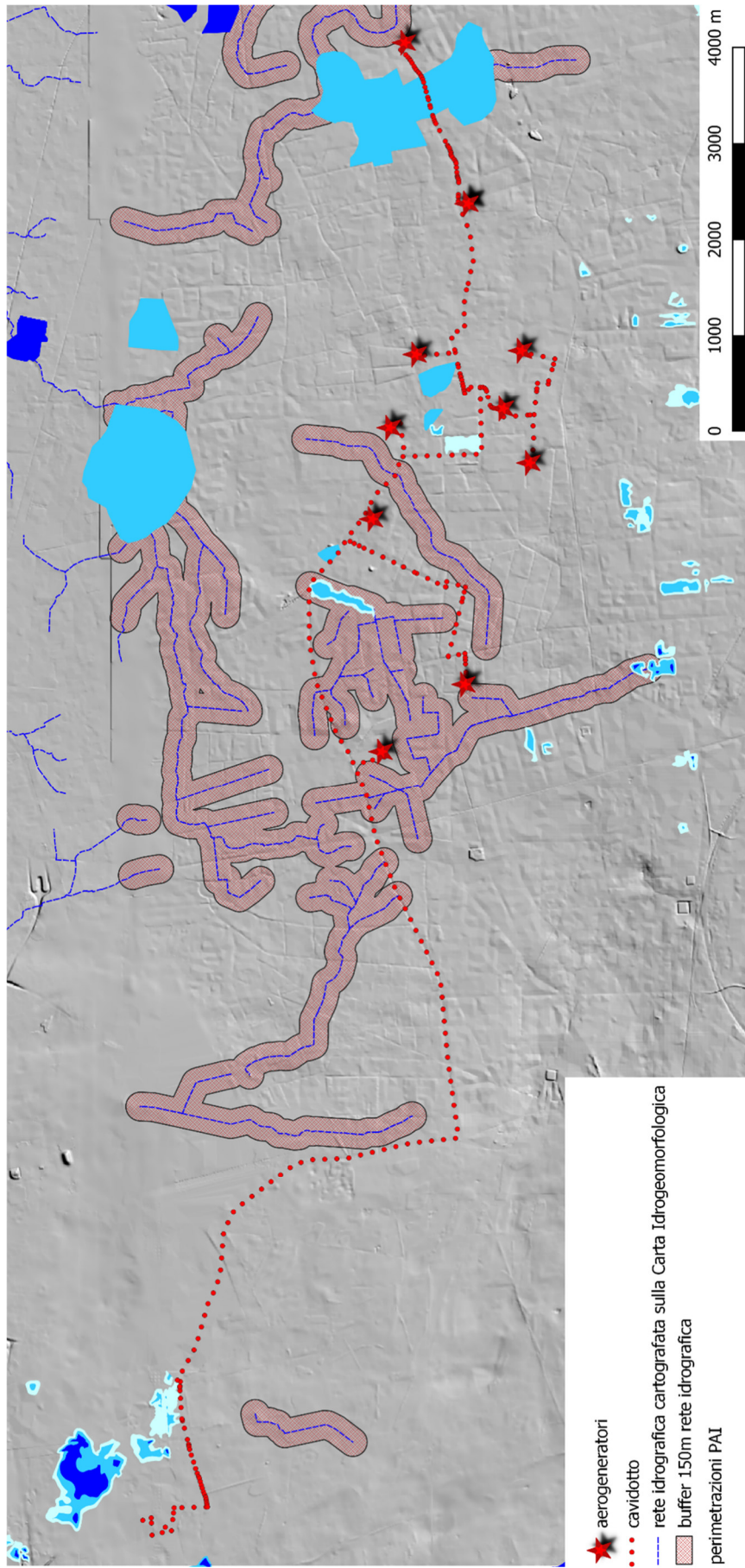


Fig. 3.1 - Interferenze tra le opere di progetto e la cartografia PAI e la Carta Idrogeomorfologica

4 – STUDIO IDROLOGICO

Si riportano in questo paragrafo i dati estesamente discussi nella Relazione Idrologica.

Al fine di ottenere un modello attendibile per la valutazione dei volumi di piena, seguendo le indicazioni di letteratura per l'analisi della stima delle criticità idrauliche legate ai recapiti finali dei bacini endoreici, è stato utilizzato il metodo di Horton. Questo metodo permette di massimizzare i volumi di pioggia netta accumulati durante l'evento critico ed, infatti, consente di valutare il valore della capacità di infiltrazione reale nel tempo $f(t)$ per ogni litologia costituente l'area del bacino drenante

Nei bacini endoreici della Penisola salentina le criticità idrauliche non sono attribuibili al passaggio del colmo di una piena lungo una direttrice di deflusso (essendo queste aree sempre caratterizzate da una rete di deflusso costituita da piccole scoline e modesti canali) bensì all'accumulo nelle zone morfologicamente depresse dei deflussi superficiali diffusi originati dall'evento che massimizza i volumi di piena; lo studio idraulico di tali bacini 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.

Queste, generalmente, sono collegate idraulicamente tra loro come ben evidenziato al Capitolo 2 e disposte "a gradinata" secondo lo schema delle figure 2.9B e 2.10; pertanto, all'interno di ciascun bacino è possibile individuare tanti sottobacini per quante sono le conche alluvionali interconnesse dalle linee di deflusso. Ognuno di essi è caratterizzato da una soglia morfologica che funziona come un vero e proprio scolmatore, perciò, 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. 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.

Come importante conseguenza di quanto sopra esposto si ricava che l'estensione del bacino di drenaggio che contribuisce a determinare l'allagamento di un sito può cambiare a seconda dei quantitativi di pioggia connessi all'evento pluviometrico responsabile dell'allagamento (e quindi al tempo di ritorno), che possono o no determinare l'attivazione delle soglie scolmatrici tra un sottobacino all'altro

Quindi per studiare gli effetti di un singolo evento piovoso, bisogna:

1. identificare tutti i bacini endoreici circostanti al sito di interesse che potrebbero potenzialmente contribuire all'alluvione per tracimazione in cascata da bacino a bacino
2. verificare se le condizioni di tracimazione sono raggiunte
3. verificare gli effetti sul sito di interesse.

In tutti 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 endoreico¹. Secondo tale modello, la variazione della capacità di infiltrazione potenziale nel tempo risulta proporzionale alla differenza tra il valore attuale e quello relativo alle condizioni di saturazione f_c .

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

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

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

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.

Sono stati studiati quindi gli effetti della pioggia prodotta dai due eventi considerando però in via cautelativa una durata di progetto dell'evento pari al doppio (2 volte t_p) applicando la trasformazione afflussi-deflussi mediante il modello di infiltrazione di Horton attribuendo il substrato geologico del territorio di interesse al **Gruppo C**. Tale attribuzione è suggerita dalla cartografia geologica e dai dati geologici di letteratura che evidenziano la presenza su gran parte del territorio dei bacini di un substrato rappresentato in affioramento da terreni limoso-argillosi sia di origine marina che, laddove affiorano le rocce carbonatiche, di origine residuale, avente in generale potenzialità di deflusso moderatamente alta (come testimoniato tra l'altro dalla presenza della stessa rete idrografica) e con scarsa capacità di infiltrazione.

Si è proceduto quindi a calcolare il tempo di ponding dei due eventi pluviometrici, che nel primo caso è risultato pari a 0,75 h e nel secondo pari a 0 (*intensità di pioggia > f_c infiltrazione*

¹ 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.

teorica già dall'istante $t=0$) e determinare i deflussi per unità di superficie considerando in via cautelativa, come già scritto, una durata dell'evento di progetto raddoppiata rispetto a quella di calcolo; per un T_r pari a 200 anni nel primo caso (maggiore durata e media intensità) il deflusso è risultato pari a 0,038 m/mq mentre nel secondo caso (breve durata ed alta intensità) pari a 0,075 m/mq.

5 – VERIFICHE IDRAULICHE ED ININDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE

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 al capitolo 4 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 di una piena bensì all'accumulo nelle zone morfologicamente depresse dei deflussi superficiali diffusi. Purtroppo, laddove si verifica una intersezione tra le opere di progetto e le direttrici di flusso estratte dal DTM Puglia è stato comunque fornito il valore del volume idrico complessivo defluente. Tale dato non va comunque inteso come riferito ad un flusso incanalato (che nella realtà non esiste) ma ad un fenomeno di corrivazione e quindi di deflusso superficiale diffuso

Bacino 1 (Fig. 5.1)

Il bacino 1 ha una estensione di 2,84 kmq; la quota altimetrica massima è di 68,7 m mentre la minima di 60,7 m. Esso è stato perimetrato intorno ad una vasta conca alluvionale, riconosciuta nel PAI come area a pericolosità idraulica, che ha una soglia di sversamento verso i settori settentrionali a 55,2 m s.l.m. ed è potenzialmente tributaria della cosiddetta "Palude Balsamo", una vastissima area alluvionale nei pressi di San Donaci.

Il bacino 1 comprende un lungo tratto di cavidotto ed in esso ricade anche l'aerogeneratore WTG-S02.

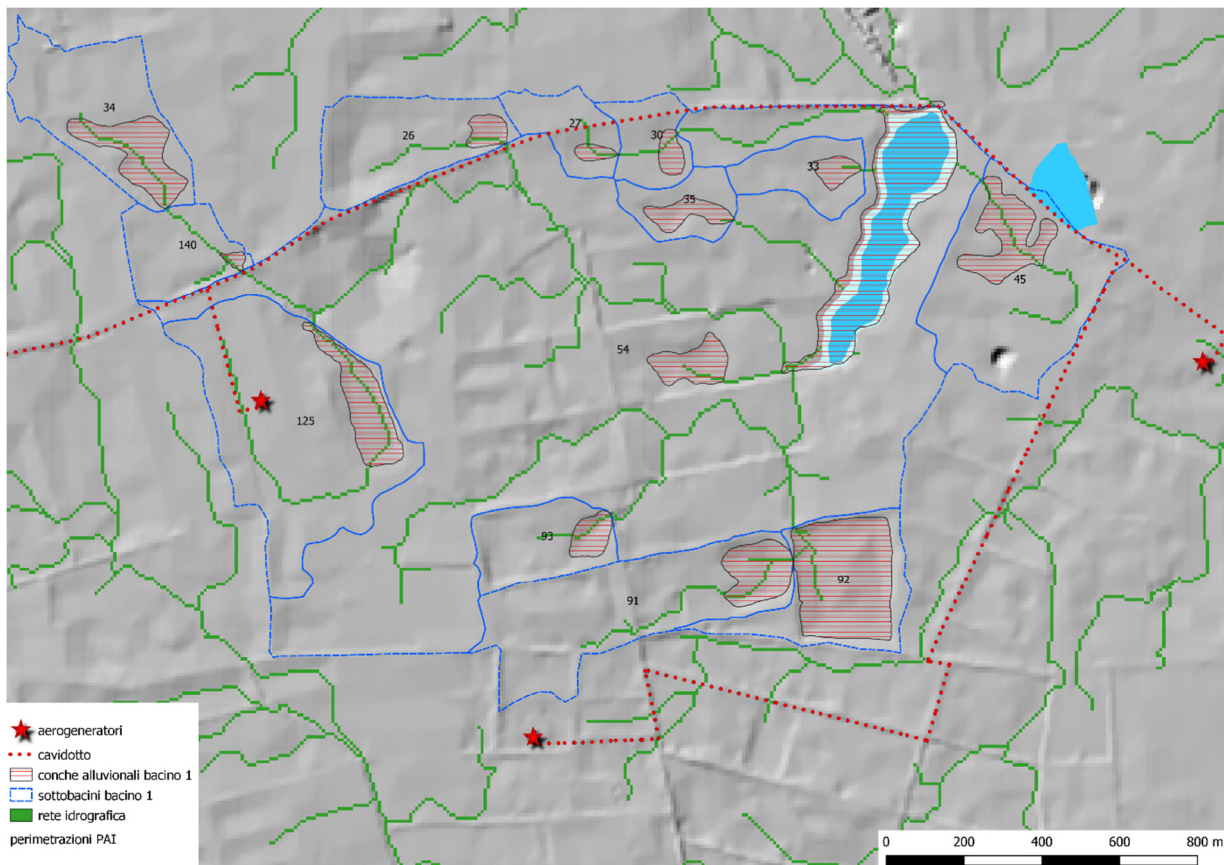


Fig. 5.1 – Bacino idrografico 1

Per lo studio idraulico il bacino è stato suddiviso in 13 sottobacini (si veda la successiva tabella) perimetrati intorno alle altrettante conche alluvionali riconosciute su base DTM Puglia che, sulla base del modello di rete idrografica (estratta dal DTM Puglia) e secondo il modello di organizzazione idrografica del territorio descritto al capitolo 4, sono risultate interconnesse idraulicamente tra loro e tributarie della depressione principale intorno alla quale è stato tagliato il bacino.

ID	Superficie conca alluvionale	Superficie sottobacino	Capacità di invaso
26	7236	100715.9	2382
27	3514	43479.32	175
30	6089	41169.44	203
33	6759	48425.83	443
34	31303	128269.6	7885
35	11020	41268.32	2742
45	31175	185314.4	8070
54	101562	1565798	82297
56	16705	59805.65	7700
91	23701	181657.6	17906
92	73085	111102.3	54387
93	9588	67179.42	5593

125	30255	263276.9	30076
140	1888	60221.82	61

Di ogni sottobacino è stato calcolato:

1. il volume complessivo di acqua di ruscellamento per i due eventi studiati (entrambi ottenuti con Tr 200 anni) prodotto all'interno dello stesso sottobacino,
2. la capacità di invaso
3. gli afflussi complessivi (derivanti dal cumulo delle eventuali aliquote provenienti dai sottobacini di monte con 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 si è proceduto a distribuire la piena all'interno del bacino sulla base dei rapporti di interdipendenza dei vari sottobacini, considerando separatamente i due eventi di interesse (pioggia lunga di intensità media e pioggia breve di alta intensità).

Nello specifico le opere di progetto si sovrappongono ai sottobacini 34, 140, 125, 26, 27, 30, 54 (in cui ricade il recapito finale) e 45

Il sottobacino 34 è tributario del 140 che a sua volta è tributario diretto del sottobacino 54 che contiene il recapito finale. Il 34 ha una capacità di invaso tale da riuscire a contenere gli afflussi prodotti dal primo evento di progetto, pertanto, per questo caso risulta idraulicamente disconnesso dal resto del bacino; nel secondo caso invece da questo sottobacino defluiscono verso il sottobacino 140 circa 1735 mc di acqua. Quindi, attraverso la soglia di scolamento del sottobacino 140, coincidente con la strada su cui sarà realizzato il cavidotto passano come ruscellamento superficiale diffuso nel corso del primo evento 2227 mc di acqua mentre nel corso del secondo evento 6191 mc. In entrambi i casi si determina il completo allagamento della conca alluvionale presente nel bacino 140; l'area allagata comunque non interessa la strada su cui passerà il cavidotto (Fig. 5.1.2).

Nel perimetro del sottobacino 125 ricade l'aerogeneratore WTG-S02. Questo sottobacino non riceve afflussi diversi da quelli prodotti dalle precipitazioni dirette ed è caratterizzato da una grande capacità di invaso (30076 mc) pertanto sia per il primo che per il secondo evento di progetto non si determina alcun deflusso verso i sottobacini di valle in quanto tutte le acque di ruscellamento sono contenute nella conca alluvionale. In entrambi i casi, l'aerogeneratore come anche il tracciato del cavidotto sono esterni all'area allagata (Fig. 5.1.2).



Fig. 5.1.2

Nel perimetro del sottobacino 26 ricade un tratto di cavidotto. Qui insiste un'area alluvionale adiacente alla strada che ha una capacità di invaso di 2382 mc; sia per il primo che per il secondo evento di progetto si determina il riempimento della conca; quindi, attraverso la soglia di scolamento, coincidente con la strada su cui sarà realizzato il cavidotto, passano nel corso del primo evento 1445 mc e nel corso del secondo 5172 mc. L'area allagata comunque non interessa la strada su cui passerà il cavidotto (Fig. 5.1.3).

Nel perimetro del sottobacino 27 ricade un tratto di cavidotto. Qui insiste un'area alluvionale adiacente alla strada avente una capacità di invaso di 175 mc che si trova però a valle rispetto alla stessa strada; sia per il primo che per il secondo evento di progetto si determina il riempimento della conca. Il deflusso in uscita dalla conca, essendo essa a valle rispetto alla strada, non interessa la stessa strada; anche l'area allagata è esterna alla strada (Fig. 5.1.3).

Nel perimetro del sottobacino 30 ricade un tratto di cavidotto. L'assetto idraulico di questo sottobacino rispetto alla strada su cui passerà il cavidotto è analogo a quello del sottobacino 27 (conca alluvionale posta a valle rispetto alla strada). Qui insiste un'area alluvionale avente una capacità di invaso di 203 mc che sia per il primo che per il secondo evento di progetto si

riempie integralmente. Il deflusso in uscita dalla conca, essendo essa a valle rispetto alla strada, non interessa la stessa strada; anche l'area allagata è esterna alla strada (Fig. 5.1.3).



Fig. 5.1.3

Nel perimetro del sottobacino 54 (recapito finale) ricade un tratto di cavidotto. Qui si trova un'area alluvionale adiacente alla strada su cui insiste una perimetrazione PAI di media e bassa pericolosità idraulica. La depressione ha forma allungata in direzione NE-SW ed una capacità di invaso di 82297 mc. Qui si accumulano le acque di precipitazione diretta ed il surplus eventualmente proveniente da ogni sottobacino. Dai calcoli sviluppati emerge che per il primo dei due eventi di progetto (80422 mc) si determina il riempimento parziale della conca mentre per il secondo si verifica il riempimento della stessa e si instaura attraverso la soglia di scolmamento un deflusso (verso il recapito della Palude Balsamo) per un volume complessivo di poco inferiore a 67000 mc. Il modello geometrico di distribuzione della piena (su base DTM Puglia) per il secondo evento di progetto evidenzia una sovrapposizione per una lunghezza di 41 ml tra la strada su cui passerà il cavidotto e l'area allagabile (Fig. 5.1.4). Nel perimetro del sottobacino 45 ricade un tratto di cavidotto. Qui insiste un'area alluvionale adiacente alla strada avente una capacità di invaso di 8070 mc che si trova però a valle rispetto alla stessa strada; per il primo evento di progetto si determina il riempimento parziale della conca mentre per il secondo evento di progetto si determina il suo riempimento totale.

In questa condizione si instaura un flusso in uscita verso il sottobacino 54 di 5829 mc. Il deflusso in uscita dalla conca, essendo essa a valle rispetto alla strada, non interessa la strada; anche l'area allagata è esterna alla strada (Fig. 5.1.4).

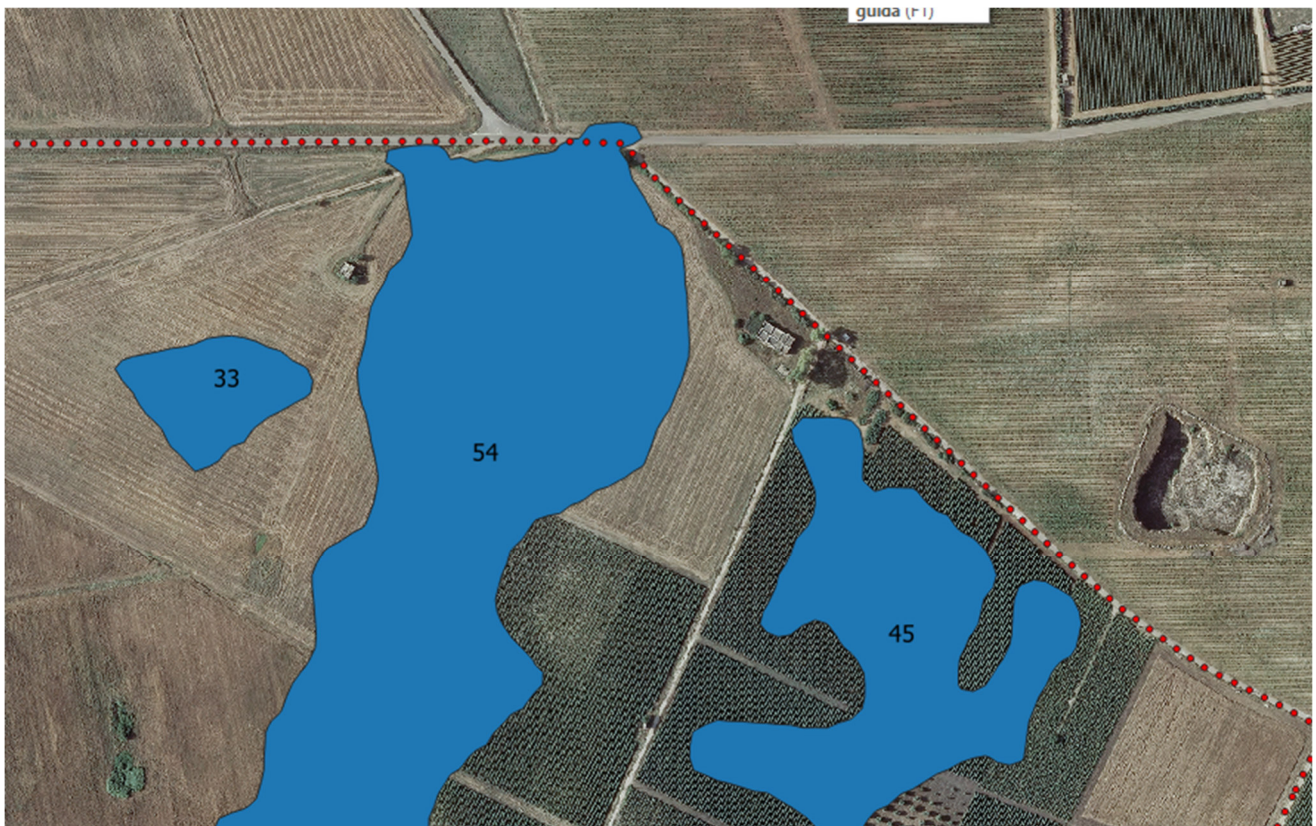


Fig. 5.1.4

Bacino 2 (Fig. 5.2)

Il bacino 2 ha una estensione di 5,21 kmq; la quota altimetrica massima è di 83,8 m mentre la minima di 61 m. Esso è stato perimetrato rispetto ad una vasta conca alluvionale posta immediatamente a valle della strada su cui passerà il cavidotto, riconosciuta nel PAI come area a pericolosità idraulica, considerando però i soli afflussi potenzialmente provenienti dai quadranti meridionali; l'area perimetrata nel PAI lambisce la strada di interesse, senza che si determini alcuna sovrapposizione ed ha una soglia di sversamento (a quota 61 m) verso i settori orientali essendo anch'essa potenzialmente tributaria della cosiddetta "Palude Balsamo".

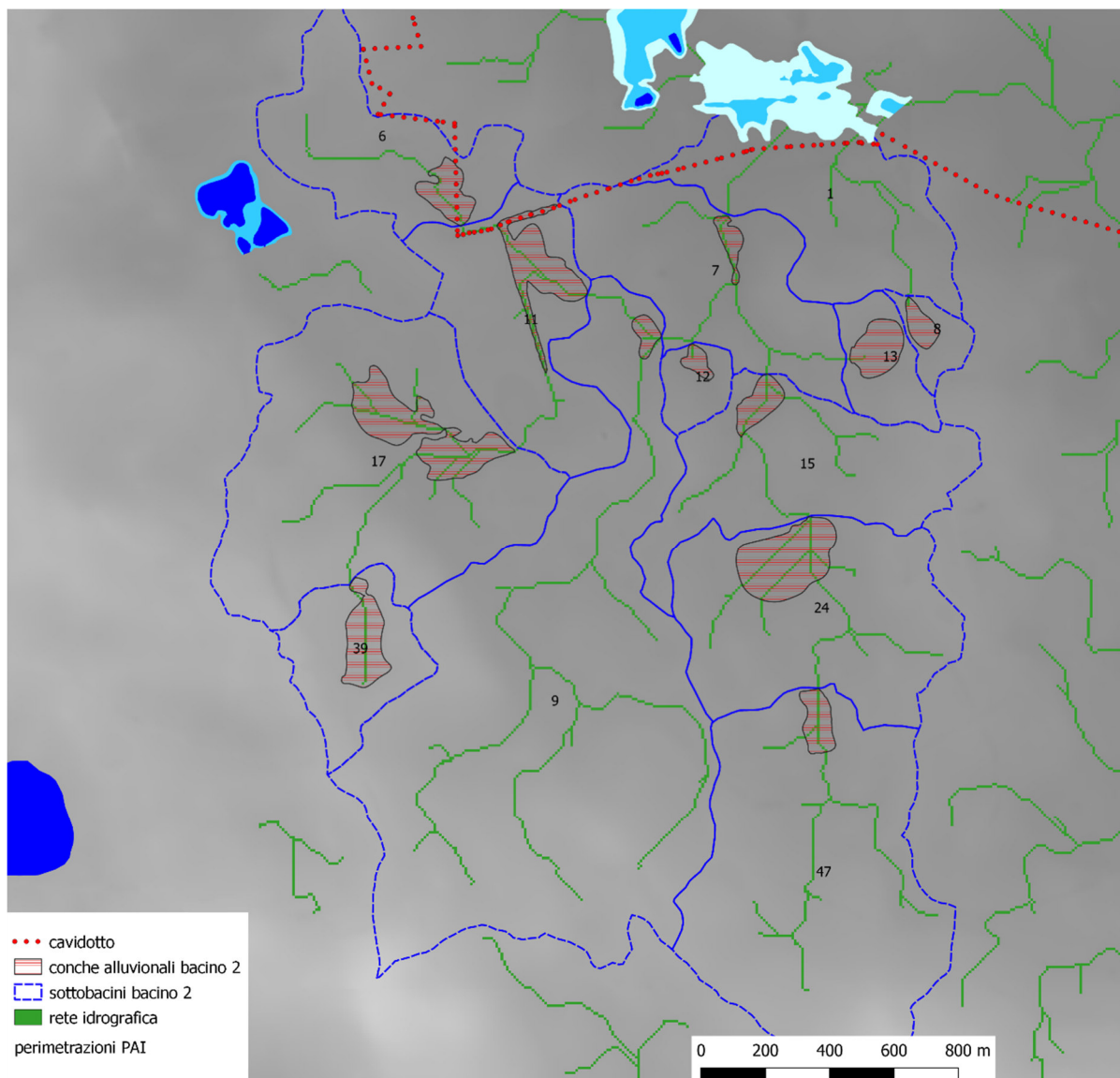


Fig. 5.2 – Bacino idrografico 2

Il bacino 2 comprende un lungo tratto di cavidotto. Per lo studio idraulico il bacino è stato suddiviso in 12 sottobacini (si veda la successiva tabella) perimetrati intorno alle altrettante conche alluvionali riconosciute su base DTM Puglia (oltre a quella già individuata nel PAI) che, sulla base del modello di rete idrografica (estratta dal DTM Puglia) e secondo il modello di organizzazione idrografica del territorio descritto al capitolo 4, sono risultate interconnesse idraulicamente tra loro e tributarie della depressione principale.

ID	Superficie conca alluvionale	Superficie sottobacino	Capacità di invaso
6	20292	274950.4	1178
7	8382	334832.4	957
8	9373	42854.01	898
9	7147	1346297	589
11	40871	327352.1	8579

12	5948	50190.6	156
13	21618	88462.95	5826
15	14972	356220.3	8142
17	64092.5	700389.6	9914.7
24	55756	457836.4	291
39	30954	169134.4	5623
47	15619	710847.5	1171

Anche in questo caso per ogni sottobacino è stato calcolato:

1. il volume complessivo di acqua di ruscellamento per i due eventi studiati (entrambi ottenuti con Tr 200 anni) prodotto all'interno dello stesso sottobacino,
2. la capacità di invaso
3. gli afflussi complessivi (derivanti dal cumulo delle eventuali aliquote provenienti dai sottobacini di monte con 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 si è proceduto a distribuire la piena all'interno del bacino sulla base dei rapporti di interdipendenza dei vari sottobacini, considerando separatamente i due eventi di interesse.

Nello specifico le opere di progetto si sovrappongono ai sottobacini 6, 11, 7, 8 e in quello in cui ricade la depressione perimetrata nel PAI.

Il sottobacino 6 non riceve afflussi da sottobacini contermini ma questi sono determinati esclusivamente dalle precipitazioni; esso è interessato dalla presenza di una conca alluvionale, che è direttamente attraversata dalla strada su cui sarà realizzato il cavidotto, con una capacità di invaso di 1178 mc. Tale volume di contenimento risulta inferiore al volume di acqua di pioggia prodotta dal primo e dal secondo evento di progetto, pertanto, in entrambi i casi si determina il riempimento della conca ed un flusso (di 9270 mc per il primo evento e di 19443 mc per il secondo evento), che in parte interessa la strada, verso il sottobacino di valle (sottobacino 11). Il modello geometrico di distribuzione della piena (su base DTM Puglia) evidenzia una sovrapposizione per una lunghezza di 185 ml tra la strada su cui passerà il cavidotto e l'area allagabile (Fig. 5,.2.1).

Il sottobacino 11 riceve afflussi anche dai sottobacini contermini (oltre all'aliquota derivante dalle precipitazioni dirette). La capacità di invaso della conca alluvionale intorno alla quale è stato perimetrato è di 8579 mc; gli afflussi sono tuttavia di gran lunga superiori alla capacità di invaso per entrambi gli eventi di progetto quindi si determina un flusso in uscita (che non interesserà la strada) verso il sottobacino di valle. Il modello geometrico di distribuzione della

piena (su base DTM Puglia) evidenzia una sovrapposizione per una lunghezza di 192 ml tra la strada su cui passerà il cavidotto e l'area allagabile (Fig. 5.2.1).



Fig. 5.2.1

Il sottobacino 7 si trova immediatamente a monte della depressione perimetrata nel PAI, quindi, riceve tutti i deflussi degli altri sottobacini individuati con la sola esclusione del sottobacino 8 che immette direttamente nella depressione perimetrata nel PAI e per cui gli afflussi sono determinati dal solo contributo della pioggia netta.

La capacità di invaso delle due conche alluvionali intorno alle quali sono stati perimetrati i sottobacini 7 ed 8 sono molto piccole rispetto ai volumi di afflusso conseguenti sia al primo che al secondo evento di progetto; pertanto, si determina sempre un flusso in uscita di diverse decine di migliaia di metri cubi di volume (maggiore di 140000 mc). Tali deflussi attraversano la strada su cui sarà realizzato il cavidotto per scaricarsi nella conca alluvionale perimetrata nel PAI; la strada, invece, e dunque il cavidotto, risulta sempre esterna alle aree allagabili dei sottobacini 7 ed 8 ed alla perimetrazione PAI (Fig. 5.2.2).



Fig. 5.2.2

Bacino 3 (Fig. 5.3)

Il bacino 3 ha una estensione di 5,54 kmq; la quota altimetrica massima è di 99,15 m mentre la minima di 54,5 m. Esso è stato perimetrato rispetto ad una conca alluvionale posta a valle di tutte opere di progetto, riconosciuta nel PAI come area a pericolosità idraulica. Il bacino 3 tra i 7 individuati e studiati è l'unico con deflusso dai quadranti settentrionali verso quelli meridionali.

Nel bacino 3 ricade esclusivamente un tratto di cavidotto di progetto.

Per lo studio idraulico il bacino è stato suddiviso in 19 sottobacini (si veda la successiva tabella) perimetrati intorno alle altrettante conche alluvionali riconosciute su base DTM Puglia (compresa quella già individuata nel PAI) che, sulla base del modello di rete idrografica (estratta dal DTM Puglia) e secondo il modello di organizzazione idrografica del territorio descritto al capitolo 4, sono risultate interconnesse idraulicamente tra loro e tributarie della depressione principale.

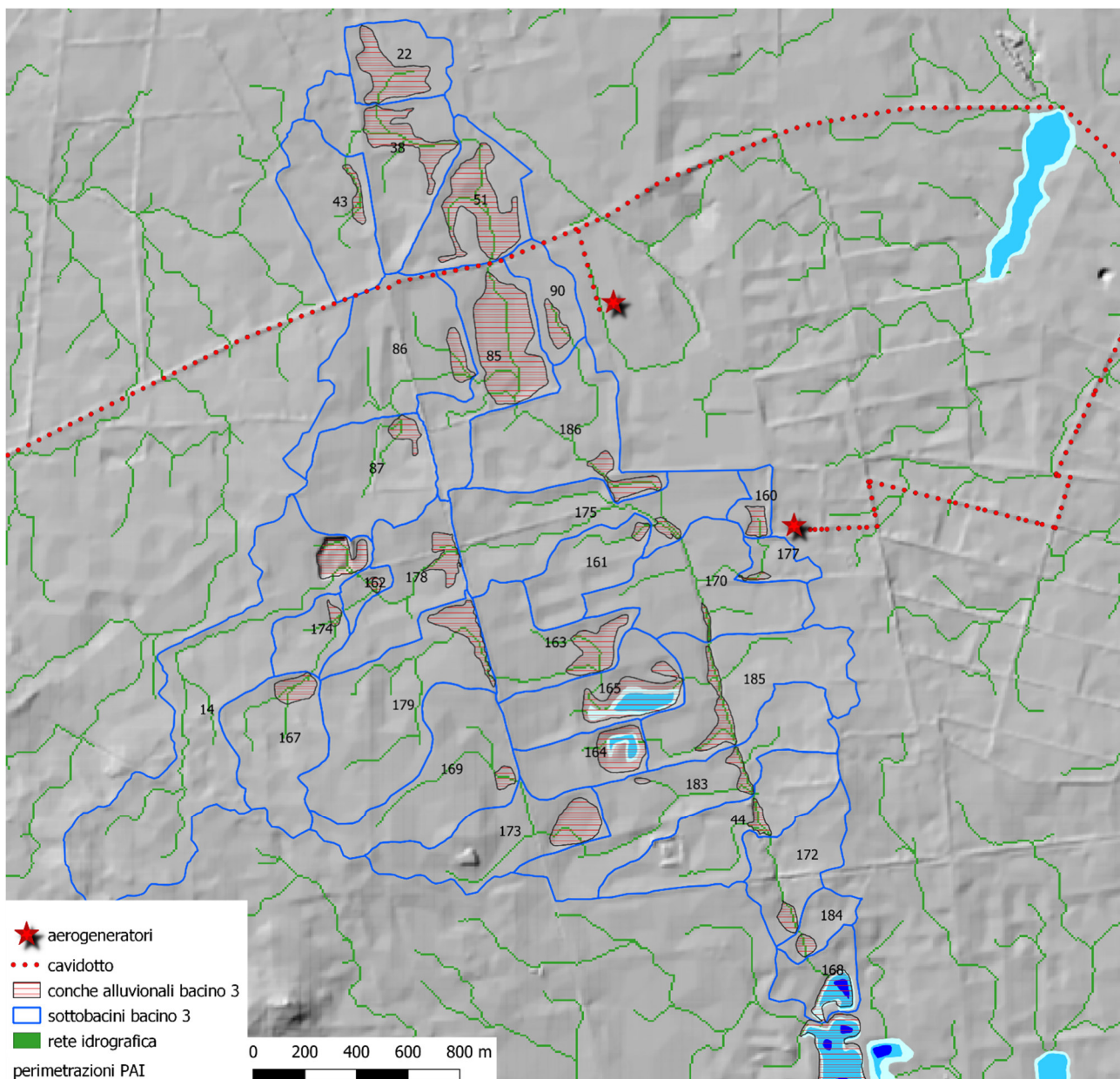


Fig. 5.3 – Bacino 3

A tale proposito si osserva che il modello di rete idrografica estratta dal DTM (sia il modello di SAGA Gis che quello di MATLAB) collega i sottobacini 43, 38 e 22 al bacino 3 mentre tali territori, considerando la rete idrografica perimetrata sulla CTR e sulla Carta Idrogeomorfologica, risultano parte del bacino della Palude Balsamo (posta a Nord delle aree di interesse). I modelli estratti da DTM non tengono conto, infatti, della presenza di una piccola condotta che passa sotto la strada interpoderale che taglia trasversalmente la linea di impluvio (Fig. 5.3.1). Nella modellazione idraulica sviluppata si è ritenuto tuttavia di seguire il modello di rete di drenaggio estratta da DTM, ipotizzando che esso esprima una condizione di maggiore severità dell'allagamento per le aree in cui ricadono le opere di progetto

conseguente ad una ipotetica ma possibile ostruzione della condotta sopra descritta (anche in ragione della sua modesta sezione idraulica e dello stato in cui essa si trova). In tali condizioni la strada interpoderale funge da sbarramento del deflusso verso la Palude Balsamo, determinando l'allagamento dei territori di monte e l'innescarsi di un deflusso verso i quadranti meridionali.

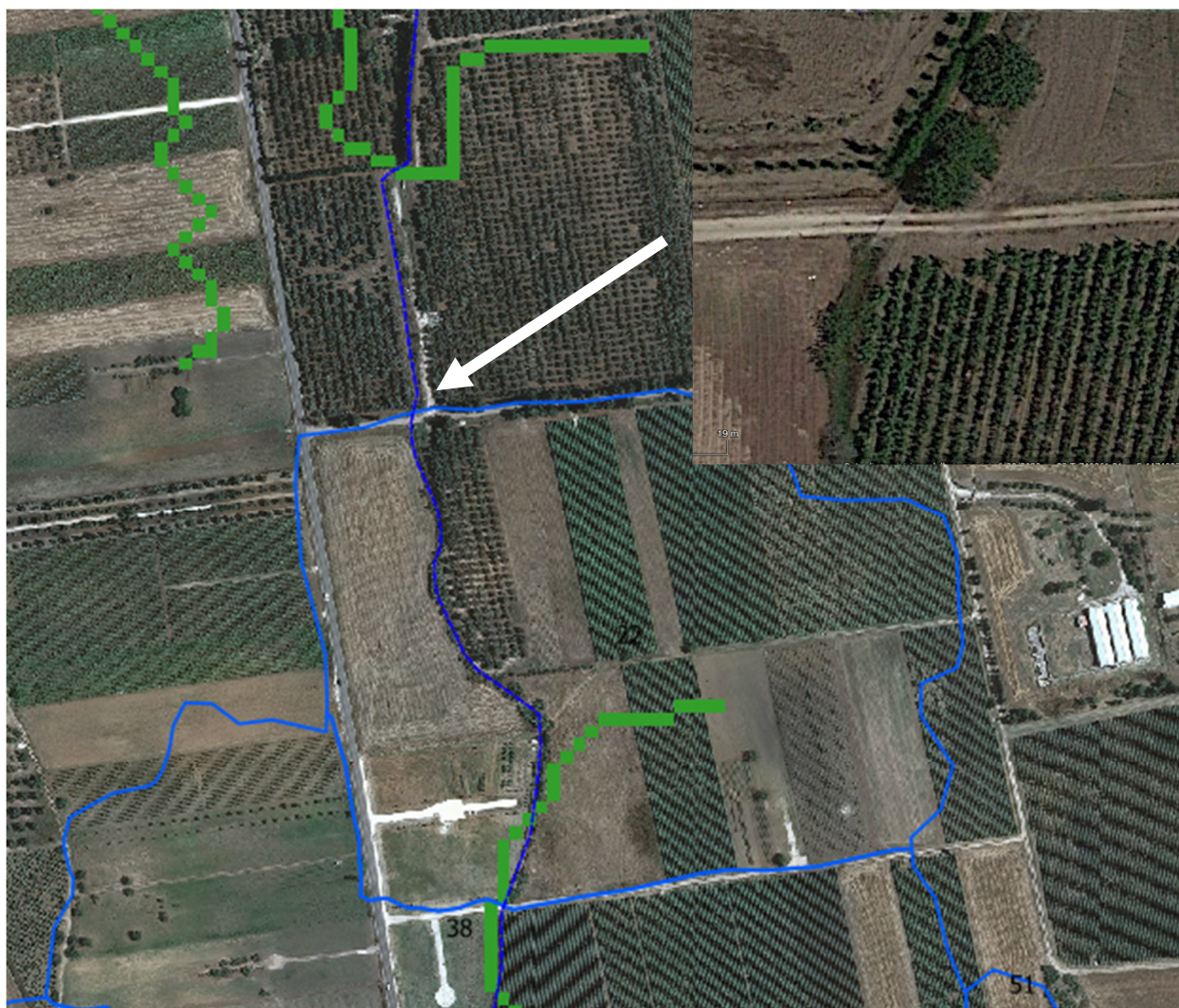


Fig. 5.3.1 – Vedi testo

ID	Superficie conca alluvionale	Superficie sottobacino	Capacità di invaso
14	23395	525950.5	82763
22	39485	111311.1	12823
38	37410	222973	10692
43	6995	173552.3	1516
51	66476	175074.3	66814.3
85	95839	226860.5	57509
86	11611	271092.1	2838.6
87	9551	198237.8	2995
90	10017	76591.34	1149

161	3138	116677.9	390
162	2254	25809.09	298
168	64951	79245	34255
170	2301	236619.5	115
174	3216	66091.06	233
175	4906	171295	885
177	2067	226581.8	61.4
178	15331	38830.28	1331
185	19639	260363.6	11206
186	17802	243927.5	4171

Anche in questo caso per ogni sottobacino è stato calcolato:

1. il volume complessivo di acqua di ruscellamento per i due eventi studiati (entrambi ottenuti con Tr 200 anni) prodotto all'interno dello stesso sottobacino,
2. la capacità di invaso
3. gli afflussi complessivi (derivanti dal cumulo delle eventuali aliquote provenienti dai sottobacini di monte con 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 si è proceduto a distribuire la piena all'interno del bacino sulla base dei rapporti di interdipendenza dei vari sottobacini, considerando separatamente i due eventi di interesse.

Nello specifico le opere di progetto si sovrappongono ai sottobacini 43, 86, 51, 90, 85.

Il sottobacino 43 non riceve afflussi da sottobacini contermini ma questi sono determinati esclusivamente dalle precipitazioni; esso è interessato dalla presenza di una conca alluvionale con una capacità di invaso di 1516 mentre la strada su cui passerà il cavidotto di progetto rappresenta lo spartiacque sul lato meridionale del sottobacino. Il volume di contenimento risulta inferiore al volume di acqua di pioggia prodotta dal primo e dal secondo evento di progetto, pertanto, in entrambi i casi si determina il riempimento della conca ed un deflusso verso il sottobacino 38 (Fig. 5.3.2). Nel perimetro del sottobacino 43 la strada e dunque il cavidotto, per la sua posizione risulta esterna all'area allagabile e non attraversata dai deflussi idrici (Fig. 5.3.2).

Il sottobacino 51 riceve gli eventuali deflussi dei sottobacini 43, 38 e 22 e contiene una conca alluvionale avente una capacità di invaso di 66814 mc. Tale volume è sufficiente a contenere i volumi idrici determinati sia dal primo che dal secondo dei due eventi di progetto ed in entrambi i casi la strada è esterna all'area allagabile (Fig. 5.2.3).

Il sottobacino 86 riceve eventuali deflussi dal bacino 87. Esso è stato perimetrato intorno ad una conca alluvionale che ha una capacità di invaso di 2839 mc di gran lunga inferiore ai volumi idrici connessi al primo ed al secondo evento di progetto, pertanto, per entrambi i casi si determina il riempimento della conca alluvionale ed un deflusso verso il sottobacino 85. La strada su cui correrà il cavidotto risulta sempre esterna all'area allagabile e per la sua posizione rispetto alla rete di drenaggio non è intersecata dai deflussi idrici prodotti in tale bacino (Fig. 5.2.3).

Il sottobacino 90 non riceve afflussi da sottobacini contermini ma questi sono determinati esclusivamente dalle precipitazioni; esso è interessato dalla presenza di una conca alluvionale con una capacità di invaso di 1149 mentre la strada su cui passerà il cavidotto di progetto rappresenta lo spartiacque sul lato settentrionale del sottobacino. Il volume di contenimento risulta inferiore al volume di acqua di pioggia prodotta dal primo e dal secondo evento di progetto, pertanto, in entrambi i casi si determina il riempimento della conca ed un deflusso verso il sottobacino 186. Nel perimetro del sottobacino 90 la strada e dunque il cavidotto, per la sua posizione rispetto alla rete di drenaggio, risulta esterna all'area allagabile e non attraversata dai deflussi idrici (Fig. 5.2.3).

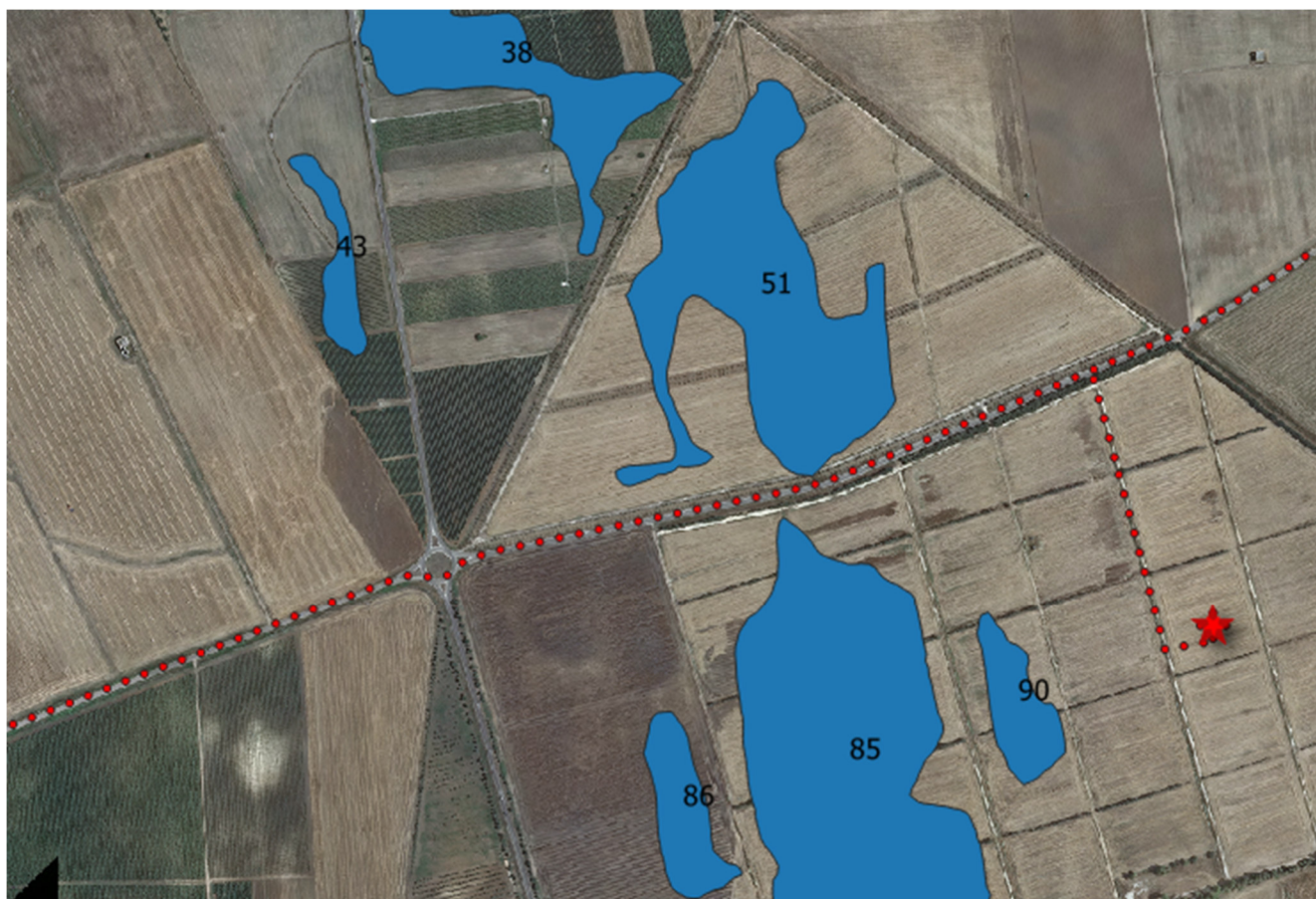


Fig. 5.2.3

Il sottobacino 85 riceve i deflussi eventualmente provenienti dai sottobacini 43, 86, 51, 22, 38 e 87 e contiene una vasta conca alluvionale con una capacità di invaso 57509 mc. Tale volume è sufficiente a contenere le acque di pioggia di precipitazione diretta e gli eventuali deflussi dai sottobacini di monte sia per il primo che per il secondo evento di progetto che determinano entrambi l'allagamento parziale della conca. Il modello geometrico di distribuzione della piena (su base DTM Puglia) evidenzia che la strada su cui correrà il cavidotto è comunque esterna all'area allagabile (Fig. 5.2.3).

Bacino 4 (Fig. 5.4)

Il bacino 4 ha una estensione di 2,81 kmq; la quota altimetrica massima è di 66,3 m mentre la minima di 51,8 m. Esso è stato perimetrato rispetto ad una vasta conca alluvionale posta immediatamente a valle della strada su cui passerà il cavidotto, in corrispondenza dell'aerogeneratore WTG-S05.; questa conca ha una soglia di sversamento (a quota 52,75 m) verso i settori settentrionali essendo anch'essa potenzialmente tributaria della cosiddetta "Palude Balsamo.

Nel bacino 4 ricade un lungo tratto di cavidotto e gli aerogeneratori denominati WTG-S03, WTG-S04, WTG-S05. Per lo studio idraulico il bacino è stato suddiviso in 21 sottobacini (si veda la successiva tabella) perimetrati intorno alle altrettante conche alluvionali riconosciute su base DTM Puglia (oltre a quella già individuata nel PAI) che, sulla base del modello di rete idrografica (estratta dal DTM Puglia) e secondo il modello di organizzazione idrografica del territorio descritto al capitolo 4, risultate interconnesse idraulicamente tra loro e tributarie della depressione principale.

ID	Superficie conca alluvionale	Superficie sottobacino	Capacità di invaso
25	8874	61183.01	697
52	7271	44451.02	583
95	107950	401321.9	69690
96	3264	180595	709
97	5791	33388.65	221
98	3942	193570.1	926
99	10642	122025	2967
100	8526	142482.9	1861
101	17928	173383.5	10327
102	5814	15734.48	489
103	10411	37466.68	1734
105	29899	69993.2	24719
106	4310	47385.52	867
107	8351	96499.93	229
108	5737	101771.1	993

109	1958	144419.9	25
158	49949	235726.3	17309
159	50954	165633.7	41090
176	3987	266426.3	47
180	2521	89714.68	232
181	11233	228992.5	4529

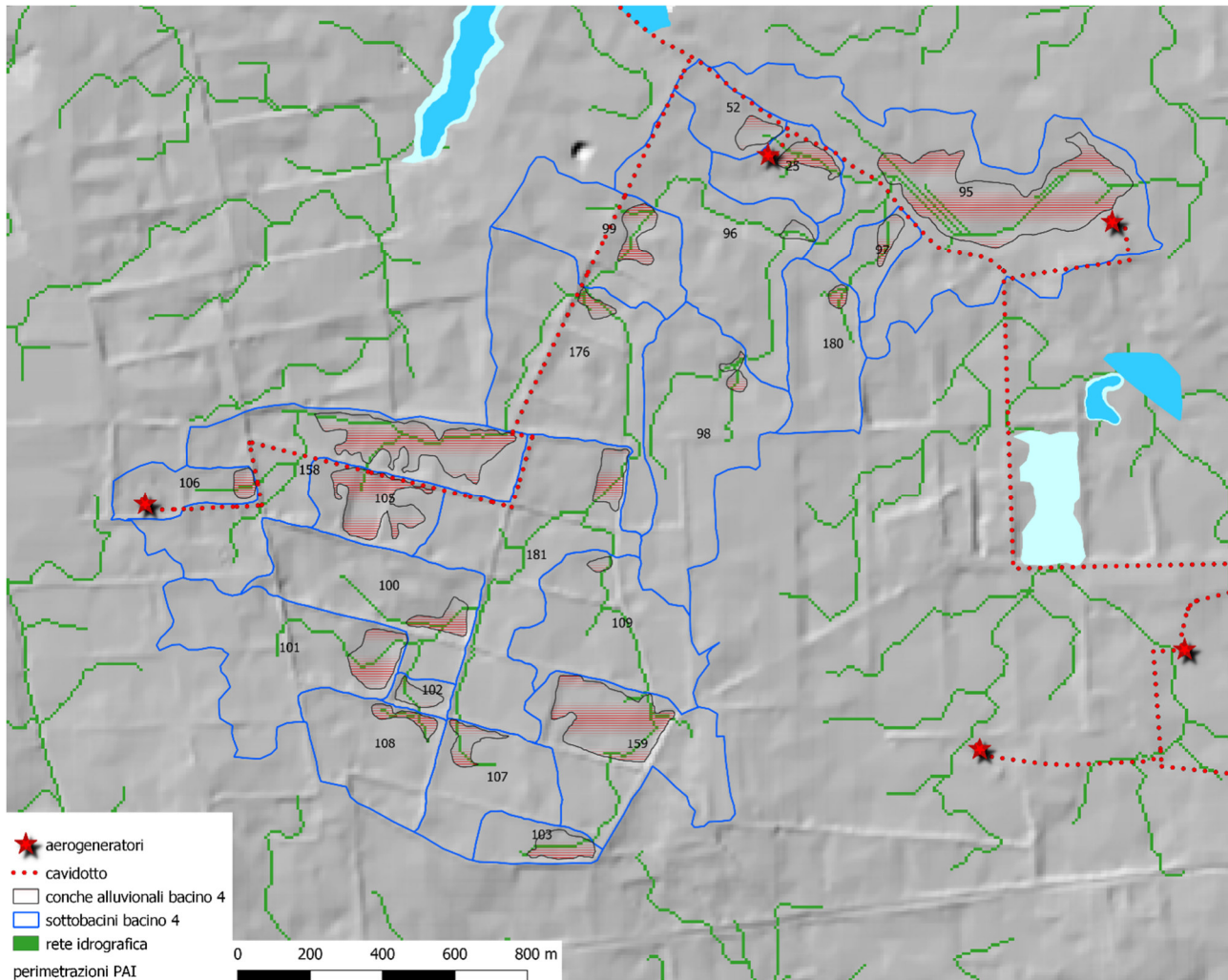


Fig. 5.4 – Bacino 4

Anche in questo caso per ogni sottobacino è stato calcolato:

1. il volume complessivo di acqua di ruscellamento per i due eventi studiati (entrambi ottenuti con T_r 200 anni) prodotto all'interno dello stesso sottobacino,
2. la capacità di invaso
3. gli afflussi complessivi (derivanti dal cumulo delle eventuali aliquote provenienti dai sottobacini di monte con 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 si è proceduto a distribuire la piena all'interno del bacino sulla base dei rapporti di interdipendenza dei vari sottobacini, considerando separatamente i due eventi di interesse.

Nello specifico le opere di progetto si sovrappongono ai sottobacini 106, 158, 105, 181, 176, 99, 96, 52, 25, 95 e 97.

Con riferimento ai sottobacini 106, 158, 105 e 181 si osserva che, in generale, il tracciato del cavidotto coincide quasi integralmente con la linea dei displuvi, pertanto, esso risulta comunque sempre esterno alle aree allagabili (Fig 5.4.1). In particolare, si rileva che nel sottobacino 105 sia per il primo che per il secondo dei due eventi di progetto non si verifica il riempimento totale della conca alluvionale per cui accade che non si instaura alcun deflusso verso il sottobacino 158 ed il percorso del cavidotto risulta sia esterno all'area allagabile che non attraversato da eventuali deflussi idrici.

Per il sottobacino 106 accade diversamente che sia per il primo che per il secondo evento di progetto si verifica il riempimento totale della conca e quindi si origina un deflusso verso il sottobacino 158 di 934 mc di acqua per il primo evento e di 2687 mc di acqua per il secondo evento. Si verifica dunque che sia il tracciato del cavidotto che l'aerogeneratore WTG-S03 sono esterni all'area allagabile ma il tracciato del cavidotto è attraversato da un flusso superficiale e diffuso (Fig. 5.4.1).

Il sottobacino 158 riceve oltre alle acque di pioggia di precipitazione diretta anche i deflussi dal sottobacino 106; nel suo perimetro insiste un'ampia conca alluvionale che ha un volume di invaso di 17309 mc che nel caso del primo evento di progetto si riempie solo parzialmente mentre si riempie integralmente nel caso del secondo evento di progetto. In queste condizioni si instaura un deflusso verso il sottobacino di valle (176) di 3057 mc che tuttavia sulla base del modello di rete di drenaggio estratto dal DTM puglia non interseca il tracciato del cavidotto (l'intersezione si verifica nel sottostante sottobacino 176). Il cavidotto risulta anche esterno all'area allagabile (Fig. 5.4.1).

Con riferimento al sottobacino 181 si osserva che non si verifica nessuna intersezione tra linee di deflusso e cavidotto (essendo quest'ultimo coincidente con la linea di displuvio tra lo stesso sottobacino 181 ed il sottobacino 158). Nel sottobacino 181 inoltre si verifica per entrambi gli eventi di progetto il riempimento della conca alluvionale purtuttavia non vi è neanche in questo caso alcuna sovrapposizione con le opere di progetto (Fig. 5.4.1).

Nel sottobacino 176 si determina per entrambi gli eventi di progetto il riempimento della conca alluvionale, tuttavia, non si verifica alcuna sovrapposizione tra l'area allagabile e le opere di progetto e, essendo queste ultime in posizione di "a monte" idrografico rispetto alla conca,

accade anche che non si verifica alcuna intersezione con i flussi idrici uscenti dal sottobacino. Esiste invece una intersezione tra il flusso entrante nella conca (rappresentato in parte dal deflusso proveniente dal sottobacino 158) ed il tracciato del cavidotto (Fig. 4.5.2).



Fig. 5.4.1

Nel perimetro dei sottobacini 99, 96 e 52 il cavidotto resta sempre esterno rispetto alle conche alluvionali (che si riempiono integralmente sia per il primo che per il secondo evento di progetto) ed in tutti e tre i casi esso si trova anche in posizione di “a monte” idrografico rispetto alle conche, pertanto, non si verifica alcuna intersezione con i flussi idrici uscenti (Fig. 5.4.2). Nel sottobacino 25 ricadono un tratto di cavidotto e l’aerogeneratore WTG-S04. In questo sottobacino esiste una conca alluvionale con una capacità di invaso di 697 mc che si riempie completamente per entrambi gli eventi di progetto; non si verifica comunque alcuna sovrapposizione tra le opere di progetto e quest’area e nessuna intersezione tra le opere di progetto ed i flussi idrici uscenti. Esiste invece una intersezione tra il flusso entrante nella conca, rappresentato in gran parte dal deflusso proveniente dal sottobacino 52 (pari a 1106 mc per il primo evento di progetto e 3334 mc per il secondo) ed il tracciato del cavidotto (Fig. 5.4.2).

Rispetto al sottobacino 97 si osserva che il cavidotto corre lungo il displuvio tra questo sottobacino ed il 95 pertanto non esiste interazione alcuna con la rete di drenaggio e le aree allagabili. (Fig. 5.4.2).

Nel perimetro del sottobacino 95 si trova la conca alluvionale che rappresenta il recapito finale del bacino 4; questa ha una capacità di invaso di 69690 mc che nel caso del primo evento di progetto sono più che sufficienti a contenere la piena (pari a 50900 mc di acqua). Nel caso del secondo evento di progetto invece si determina il riempimento totale della depressione e si origina un deflusso verso la Palude Balsamo. In entrambe le condizioni non si verifica alcuna sovrapposizione tra le opere di progetto e le aree allagabili né intersezione tra queste ed il flusso uscente dall'area (Fig. 5.4.2).

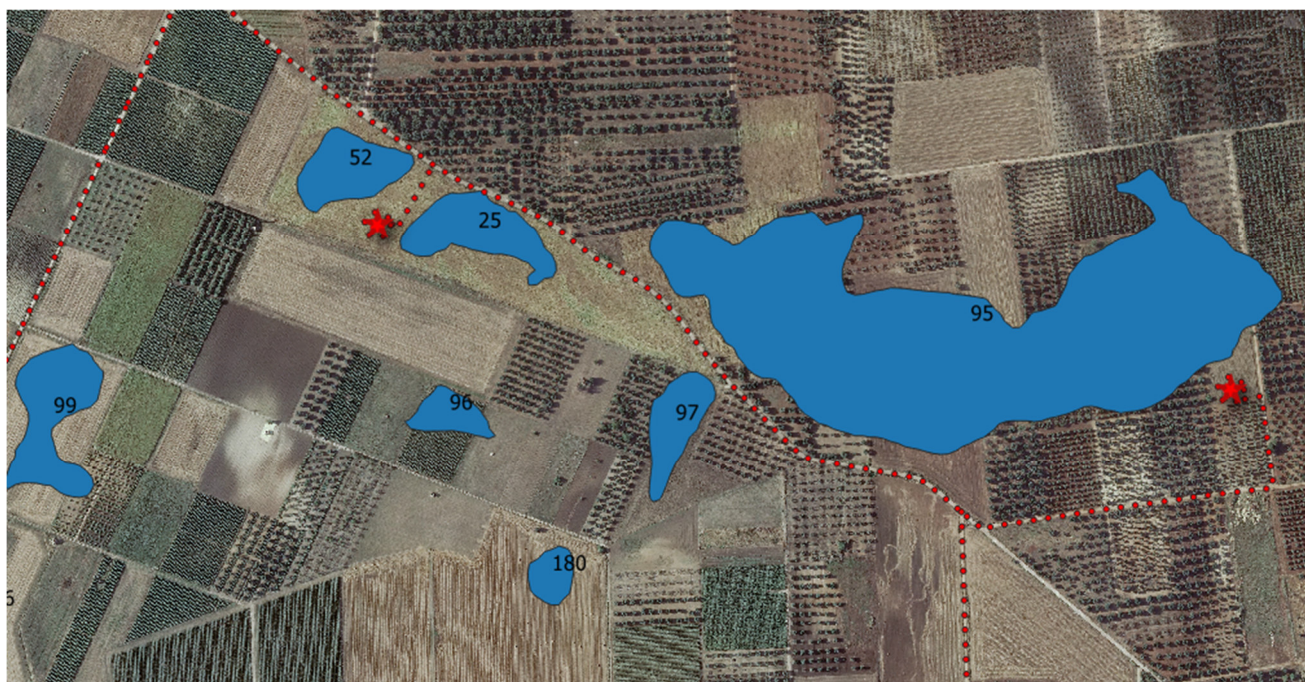


Fig. 5.4.2

Bacino 5 (Fig. 5.5)

Il bacino 5 ha una estensione di 5,48 kmq; la quota altimetrica massima è di 99 m mentre la minima di 54,9 m. Esso è stato perimetrato rispetto all'inghiottitoio carsico denominato Vora Campone che si trova all'interno di una conca alluvionale con quota di scolmamento a 58,6 m e deflusso verso la Palude Balsamo. Nella porzione di monte del sottobacino 5 ricade un tratto del cavidotto di progetto.

Per lo studio idraulico il bacino è stato suddiviso in 23 sottobacini (si veda la successiva tabella) perimetrati intorno alle altrettante conche alluvionali riconosciute su base DTM Puglia e secondo il modello di organizzazione idrografica del territorio descritto al capitolo 4, risultate interconnesse idraulicamente tra loro e tributarie della depressione principale.

ID	Superficie conca alluvionale	Superficie sottobacino	Capacità di invaso
2	16787	100271.6	2737
4	3311	128312.7	1455

20	7602	115192.1	2306
23	4206	59419.57	463
28	6074	149841.2	1271
32	14060	728067.3	5332
36	13105	341697.3	3200
42	6829	405715.2	1412.3
46	67194	331220.6	32685
50	3032.5	127162	89.5
53	10306	360773.9	935
70	28503	166283.8	27520
71	8068	127428.1	2466
72	29561	119505.8	10099
73	8979	56890.63	2312
74	4802	30890.46	150
75	7797	129499.5	1696
77	15929	211157.7	5068
78	9237	832322.9	1507
79	2077	50704.32	323
80	6821	334946.7	624
81	6256	56433.91	1456
89	11572	516243.6	1105

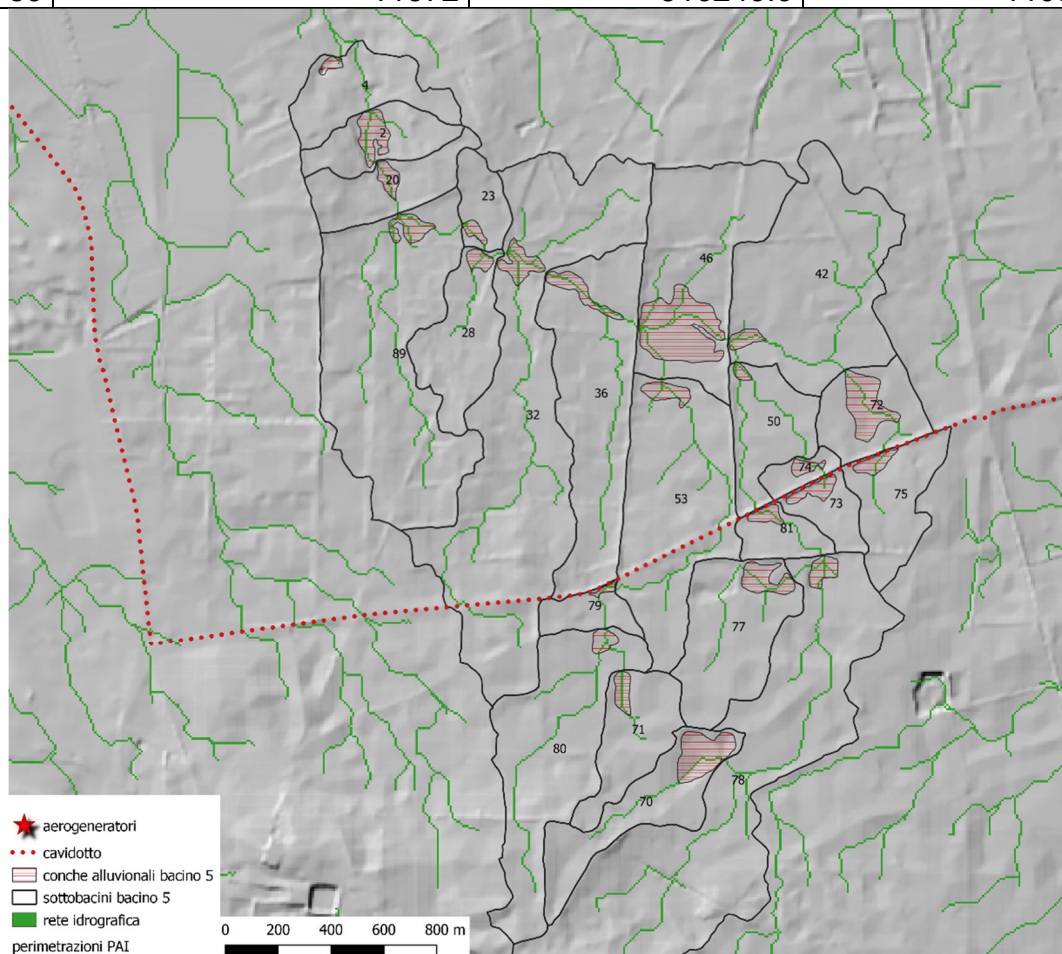


Fig. 5.5 – Bacino 5

Anche in questo caso per ogni sottobacino è stato calcolato:

1. il volume complessivo di acqua di ruscellamento per i due eventi studiati (entrambi ottenuti con Tr 200 anni) prodotto all'interno dello stesso sottobacino,
2. la capacità di invaso
3. gli afflussi complessivi (derivanti dal cumulo delle eventuali aliquote provenienti dai sottobacini di monte con 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 si è proceduto a distribuire la piena all'interno del bacino sulla base dei rapporti di interdipendenza dei vari sottobacini, considerando separatamente i due eventi di interesse.

Nello specifico le opere di progetto si sovrappongono ai sottobacini 32, 79, 53, 81, 50, 73, 74, 75 e 72.

Con riferimento al sottobacino 32 si osserva che il cavidotto di progetto lo attraversa in una porzione di monte dove in ragione della conformazione altimetrica e dell'assetto geomorfologico del territorio non si determinano allagamenti; il deflusso attraverso la strada su cui si realizzerà il cavidotto è stato calcolato pari a 3602 mc per il primo evento di progetto ed a 7109 mc per il secondo evento.

Il sottobacino 79 riceve i contributi dei sottobacini 80 e 71 sia per il primo che per il secondo evento di progetto ed in entrambi i casi si determina il riempimento della sua conca alluvionale con l'instaurarsi di un deflusso verso il sottobacino 53; quest'ultimo è attraversato dal cavidotto nella sua porzione di monte (dunque ben lontano dalla sua conca alluvionale). Il modello di distribuzione delle aree allagabili, infatti, non evidenzia alcuna sovrapposizione tra queste ultime e le opere di progetto. Si rileva che il deflusso del sottobacino 79 nel 53 è condizionato dalla presenza della strada su cui correrà il cavidotto (esso avviene parallelamente alla strada) ed inoltre che dalla parte di monte del bacino 53 alla parte di valle così come individuate dalla strada passano 7712 mc di acqua per effetto del primo evento di progetto e 15221mc per effetto del secondo evento (Fig. 5.5.1).

Il sottobacino 81 riceve i contributi dei sottobacini 77 e 78 sia per il primo che per il secondo evento di progetto (il sottobacino 70 risulta invece sempre non emettente) ed in entrambi i casi si determina il riempimento della sua conca alluvionale con l'instaurarsi di un deflusso verso il sottobacino 50. La strada su cui corre il tracciato del cavidotto coincide con lo spartiacque tra i sottobacini 81 e 50 e dunque non è interessata dalle aree allagate ma

attraverso essa si instaura il deflusso di un volume idrico pari a 37766 mc per il primo evento di progetto ed a 85490 mc per il secondo evento (Fig. 5.5.1).

La strada su cui correrà il cavidotto rappresenta lo spartiacque anche tra i sottobacini 73 e 74 e tra i sottobacini 75 e 72. In entrambi i casi i due sottobacini di monte ricevono solo il contributo delle precipitazioni dirette. Per il primo evento di progetto accade che la conca alluvionale del sottobacino 73 si riempie parzialmente quindi non si instaura alcun deflusso verso il sottobacino 74 mentre la conca alluvionale del sottobacino 75 si riempie e si instaura il deflusso verso il sottobacino 72 di un volume idrico di 1024 mc.

Diversamente il secondo evento di progetto determina anche il riempimento della conca del sottobacino 73 pertanto si determina il deflusso verso il sottobacino 74 di un volume idrico di 1955 mc e mentre dal sottobacino 74 passano al 72 2167 mc di acqua. In tutti i casi la strada su cui corre il tracciato del cavidotto non è interessata dalle aree allagate (Fig. 5,5,1).



Fig. 5.5.1

Bacino 6 (Fig. 5.6)

Il bacino 6 ha una estensione di 1,18 kmq; la quota altimetrica massima è di 97,4 m mentre la minima di 56 m. Esso è stato perimetrato rispetto ad una estesissima conca alluvionale con quota di scolmamento a 58,9 m e deflusso verso la Palude Balsamo. Questa conca potenzialmente potrebbe ricevere afflussi anche dall'area endoreica individuata nel PAI e descritta nel paragrafo relativo al bacino 2.

Nel bacino 6 ricade un lungo tratto di cavidotto.

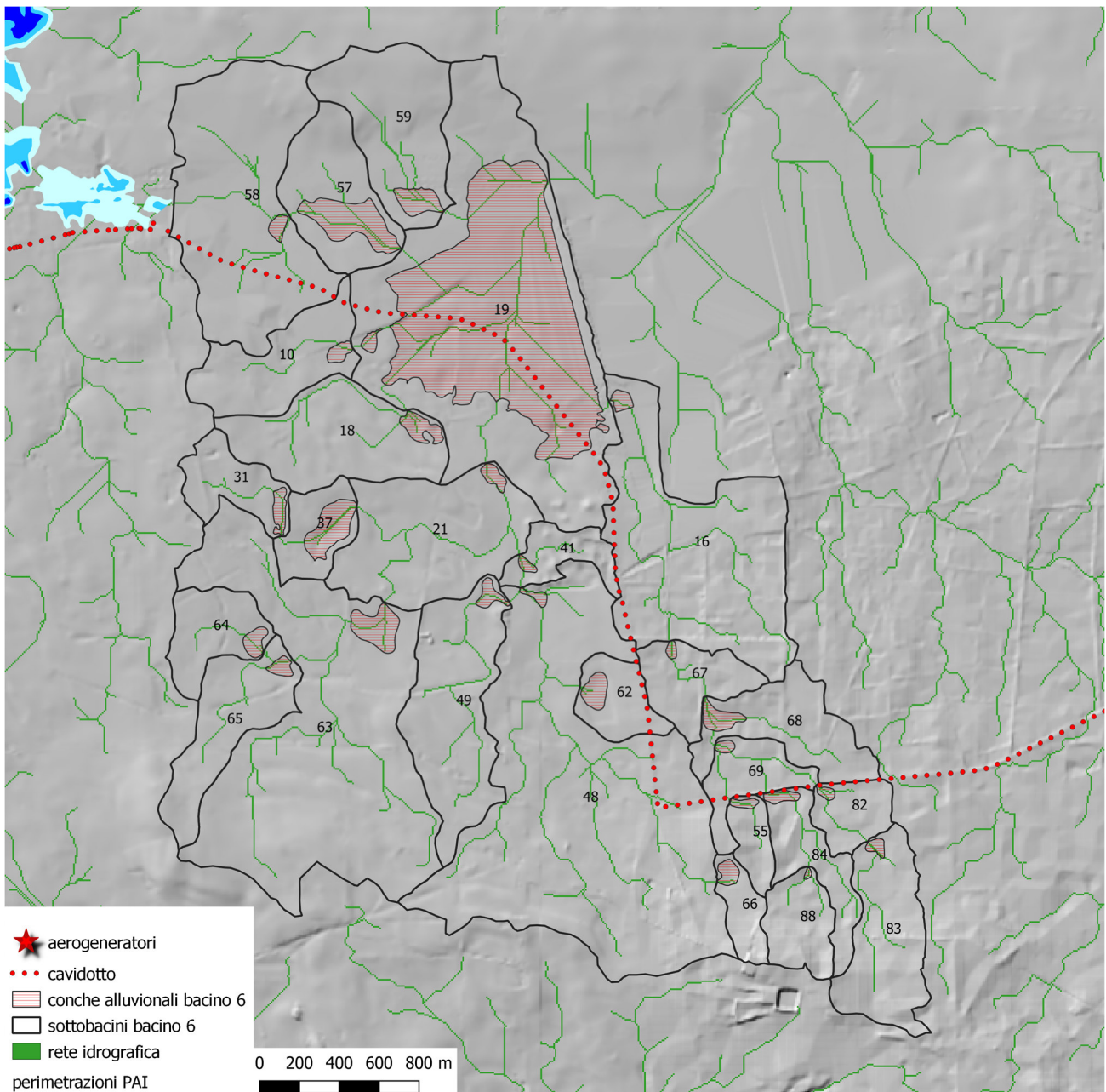


Fig. 5.6 – Bacino 6

Per lo studio idraulico il bacino è stato suddiviso in 23 sottobacini (si veda la successiva tabella) perimetrati intorno alle altrettante conche alluvionali riconosciute su base DTM Puglia e secondo il modello di organizzazione idrografica del territorio descritto al capitolo 4, risultate interconnesse idraulicamente tra loro e tributarie della depressione principale.

ID	Superficie conca alluvionale	Superficie sottobacino	Capacità di invaso
10	9257	297503.9	486
16	8573	858653.3	1209
19	926643	1759147	534702
21	9944	532193.4	877
31	12516	162409.8	708

37	44112	151441.9	29777
41	4679	119877.9	959
48	5412	1749629	38
57	73840	326453.7	10680
58	8344	840868.2	52.4
59	24479	419392.3	3892
62	17951	138931.3	7073
64	12455	185210.7	1325
65	8646	294926.9	624
67	3673	179640.5	33
68	18576	281598.4	10901
69	4994	151426.1	1158
82	4447	120435.5	944
83	6090	338199.8	406
84	8449	182880.3	2848
88	1462.2	153642.7	311
49	11306	477946.7	2451
63	37823	1457215	8916

Anche in questo caso per ogni sottobacino è stato calcolato:

1. il volume complessivo di acqua di ruscellamento per i due eventi studiati (entrambi ottenuti con Tr 200 anni) prodotto all'interno dello stesso sottobacino,
2. la capacità di invaso
3. gli afflussi complessivi (derivanti dal cumulo delle eventuali aliquote provenienti dai sottobacini di monte con 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 si è proceduto a distribuire la piena all'interno del bacino sulla base dei rapporti di interdipendenza dei vari sottobacini, considerando separatamente i due eventi di interesse.

Nello specifico le opere di progetto si sovrappongono ai sottobacini 82, 84, 55, 68, 69, 62, 67, 16, 41, 48, 19, 10 e 58.

Rispetto ai sottobacini 62, 67, 16, 41, 10, 58, 68 e 48 si rileva che il cavidotto ricade in porzioni altimetricamente elevate e molto distanti dalle conche alluvionali ed esso non interseca la rete di drenaggio estratta dal DTM (se non molto marginalmente come nel caso del sottobacino 58 e del 48) pertanto si può ipotizzare che non vi è alcuna rilevante interazione con il deflusso ed alcuna sovrapposizione con le aree potenzialmente allagabili.

Per i bacini 55, 84 ed 82 si rileva invece che la strada esistente lungo cui correrà il cavidotto determina un effetto "diga" e quindi immediatamente a monte di essa si individuano le piccole

conche alluvionali cartografate. Per entrambi gli eventi di progetto si determina il riempimento delle 3 conche e quindi da ciascun sottobacino si instaura un deflusso verso il sottobacino 69. Nel dettaglio per l'evento 1 si determina un volume di deflusso da 55 pari a 2181 mc, da 84 pari a 9629 mc e da 82 pari a 16078 mc mentre per l'evento 2 rispettivamente di 5249 mc, di 22080 mc, di 33048 mc. Il modello di distribuzione delle aree allagabili evidenzia tuttavia che il cavidotto risulta sempre esterno rispetto a queste (Fig. 5.6.1).



Fig. 5.6.1

Il sottobacino 19 ospita il recapito finale rappresentato da una estesa conca alluvionale rilevabile esclusivamente attraverso il DTM. Quest'area ha un notevole volume di invaso tanto che il volume idrico connesso al primo evento di progetto (294386 mc) risulta contenuto mentre quello connesso al secondo evento di progetto (799533 mc) determina il riempimento della conca ed un flusso in uscita. Il primo determina un allagamento fino alla quota di 58,48 m mentre il secondo fino alla quota di scolamento (58,85 m).

Nel secondo caso il cavidotto risulta sovrapposto all'area allagabile per 1212 ml (Fig. 5.6.2).



Fig. 5.6.2

Bacino 7 (Fig. 5.7)

Il bacino 7 ha una estensione di 6,92 kmq; la quota altimetrica massima è di 64,3 m mentre la minima di 44,5 m. Esso è stato perimetrato rispetto ad una vasta conca alluvionale riconosciuta nel PAI come area a pericolosità idraulica che è attraversata dalla strada su cui correrà il cavidotto.

Nel bacino 7 ricade un lungo tratto di cavidotto e gli aerogeneratori WTS-S01, WTG-S06, WTG-S07, WTG-S08, WTG-S09.

Per lo studio idraulico il bacino è stato suddiviso in 51 sottobacini (si veda la successiva tabella) perimetrati intorno alle altrettante conche alluvionali riconosciute su base DTM Puglia che secondo il modello di organizzazione idrografica del territorio descritto al capitolo 4, sono risultate interconnesse idraulicamente tra loro e tributarie della depressione principale.

ID	Superficie conca alluvionale	Superficie sottobacino	Capacità di invaso
3	14862	558642.58	2421
29	5163	42967.31	431
110	4619	34197.27	509
111	3797	103359.95	329
112	12447	132060.84	1466
113	17840	267332.45	5444

114	26477	80509.64	8856
115	2591.4	95029.3	161.6
116	13928	79219.24	1107
118	4096	115457.84	972
119	6165	40920.52	425
120	8023.1	32833.35	709
121	2058	15199.17	446.5
122	14937	86959.54	3299
123	34795	256361.14	15514
124	4726	50565.52	764
126	68778	146272.33	63031
127	24782	84368.39	4605
128	14355	111634.1	2282
129	7399	74513.51	891
130	36175	393126.87	8053
133	68308	321726.39	45323
134	11574	104960.46	2351.5
135	3646	108440.84	573
136	14230.1	154056.49	1998.2
137	29.018	198818.66	12842
138	7596	85374.73	646
139	48510	96441.51	10030
149	12079	119357.48	2335
141	42970	290381.05	14574
142	17113	210680.98	4952
143	46497	85266.63	34129
144	14784	176123.89	2244
145	21522	244345.75	11860
146	29483	95450.11	6879
147	9334	81568.38	3419
148	22572	193063.2	6625
150	13986	72621.68	2702
151	12668	210355.44	2457
152	3823	28145.72	326
153	99553	410210.22	60309
155	11360	51552.6	852
156	8995	96044.44	732.7
157	4457	84760.57	145
182	10194	33780.3	1337
187	60356	174404.77	19982
188	4226	51094.38	578
166	4981	40208.22	332.5
132	4260	111687.77	250
5	4019	14613.17	704

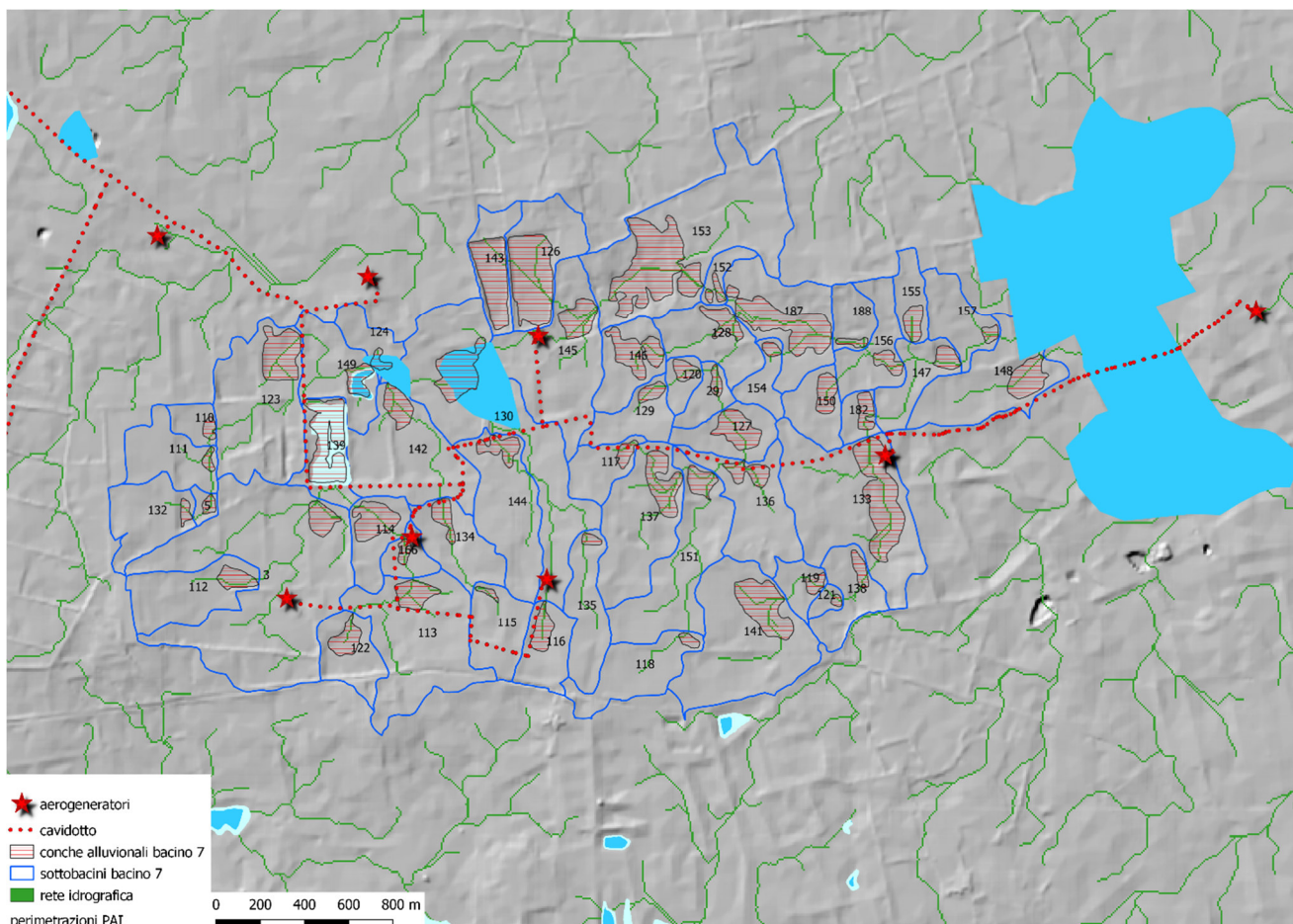


Fig. 5.7 – Bacino 7

Anche in questo caso per ogni sottobacino è stato calcolato:

1. il volume complessivo di acqua di ruscellamento per i due eventi studiati (entrambi ottenuti con Tr 200 anni) prodotto all'interno dello stesso sottobacino,
2. la capacità di invaso
3. gli afflussi complessivi (derivanti dal cumulo delle eventuali aliquote provenienti dai sottobacini di monte con 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 si è proceduto a distribuire la piena all'interno del bacino sulla base dei rapporti di interdipendenza dei vari sottobacini, considerando separatamente i due eventi di interesse.

Nello specifico le opere di progetto si sovrappongono ai sottobacini 123, 149, 139, 142, 3, 113, 166, 114, 139, 116, 139, 114, 115, 130, 134, 144, 145, 129, 117, 137, 151, 136, 133, 148 e 147.

Rispetto ai sottobacini 123,149 e 139 si rileva che il cavidotto ricade sulla linea di displuvio dei sottobacini quindi in aree altimetricamente elevate e dunque esterne alle conche alluvionali. Il cavidotto è anche esterno rispetto all'area a bassa pericolosità idraulica perimetrata nel PAI e ricadente nel bacino 139. Il cavidotto, dunque, sia per il primo che per il secondo evento di progetto è esterno alle aree allagabili mentre la strada su cui correrà interseca i deflussi dal sottobacino 123 (pari a 2462 mc per il primo evento di progetto ed a 21710 mc per il secondo evento di progetto) e gli afflussi (pari a 24941 mc per il primo evento di progetto ed a 87319 mc per il secondo evento di progetto) ed i deflussi (pari a 22144 mc per il primo evento di progetto ed a 84522 mc per il secondo evento di progetto avendo il sottobacino 139 una estesa conca alluvionale) rispetto alla conca alluvionale del sottobacino 139 (Fig. 5.7.1).

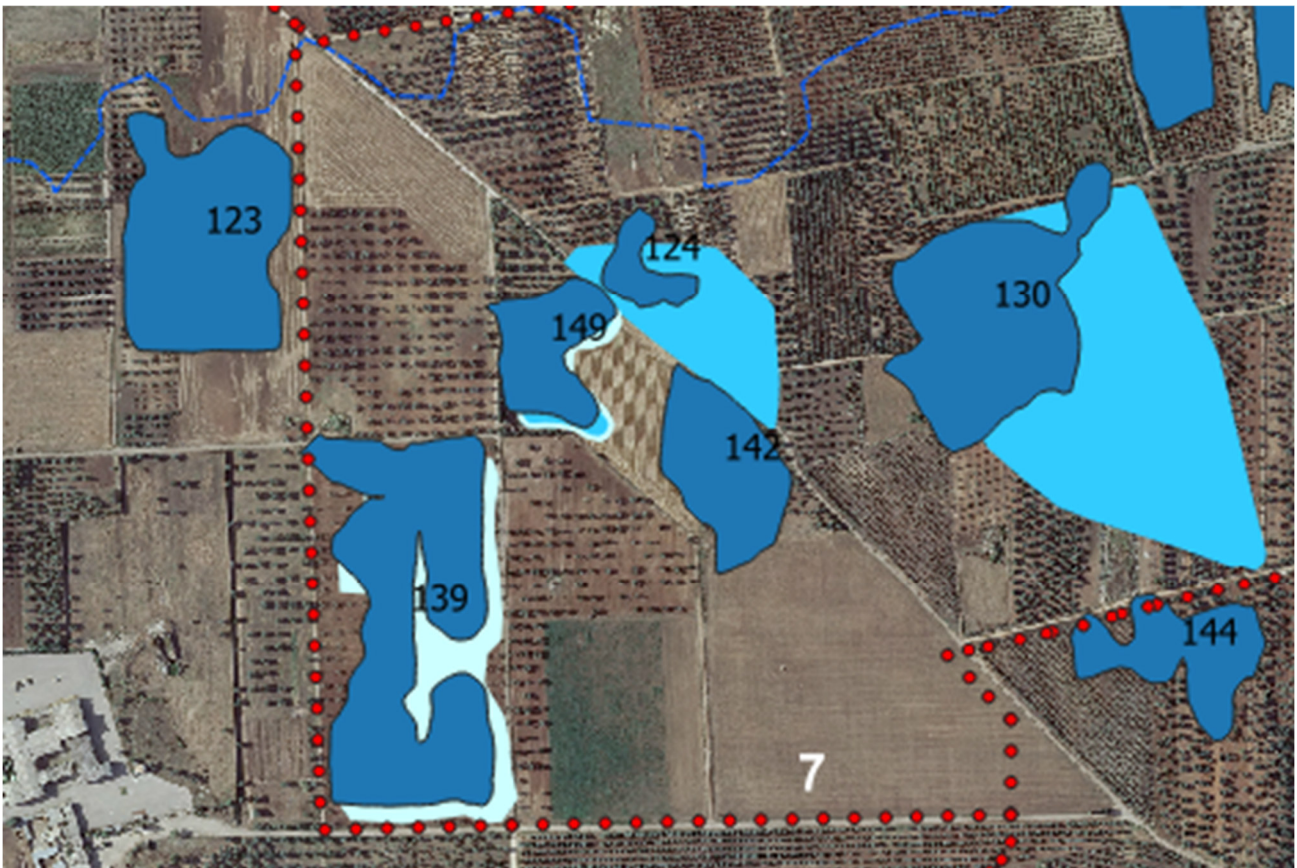


Fig. 5.7.1

Rispetto al sottobacino 3 sia il cavidotto che l'aerogeneratore WTG-01 sono esterni alle aree allagabili né si determina intersezione con la rete di deflusso del modello.

Rispetto al sottobacino 113 si osserva che la strada su cui correrà il cavidotto descrive il fianco della conca alluvionale del sottobacino. Questa conca si riempie per entrambi gli eventi di progetto e si determina una sovrapposizione per una lunghezza di 44 ml tra l'area allagabile

ed il cavidotto (Fig. 5.7.2). Esistono invece interferenze trascurabili tra le direttrici di flusso ed il cavidotto stesso. Analogamente, anche le conche alluvionali dei sottobacini 166 e 114 si riempiono per entrambi gli eventi di progetto. In questo caso però le opere di progetto sono sempre esterne ad esse mentre accade che lungo la strada su cui correrà il cavidotto si verifica il deflusso dal sottobacino 166 al 114 di 5915 mc per il primo evento di progetto e di 20512 mc per il secondo evento (Fig. 5.7.2).

Rispetto ai sottobacini 115 e 145 si osserva che le opere di progetto non si sovrappongono alla rete di drenaggio estratta dal DTM né esiste alcuna interazione con le aree allagabili. Analoghe considerazioni rispetto alla rete di drenaggio valgono per il sottobacino 116; qui, tuttavia, accade che la strada su cui correrà il cavidotto costeggia la conca alluvionale che si riempie per entrambi gli eventi di progetto. Non si determina comunque alcuna sovrapposizione tra le opere previste e l'area allagabile (Fig. 5.7.2).

Rispetto al sottobacino 134 si rileva che il cavidotto passa all'interno della conca alluvionale che vi è stata perimetrata. Essa si riempie integralmente sia per il primo che per il secondo evento di progetto, pertanto, si determina una sovrapposizione per una lunghezza di 79 m tra l'area allagata ed il cavidotto (Fig. 5.7.2).



Fig. 5.7.2

All'interno del sottobacino 142 il cavidotto passa su settori altimetricamente elevati quindi ben distanti dalla conca alluvionale. La sola interferenza esistente avviene con la direttrice di flusso estratta dal DTM che materializza gli apporti (flusso superficiale di corrivazione) provenienti dai bacini di monte che hanno una consistenza volumetrica di 5087 mc per il primo evento di progetto e di 12486 mc per il secondo.

Rispetto al sottobacino 144 si rileva che il cavidotto passa all'interno della conca alluvionale che vi è stata perimetrata. Essa si riempie integralmente sia per il primo che per il secondo evento di progetto, pertanto, si determina una sovrapposizione per una lunghezza di 28 ml più 37 ml tra l'area allagata ed il cavidotto (Fig. 5.7.3).

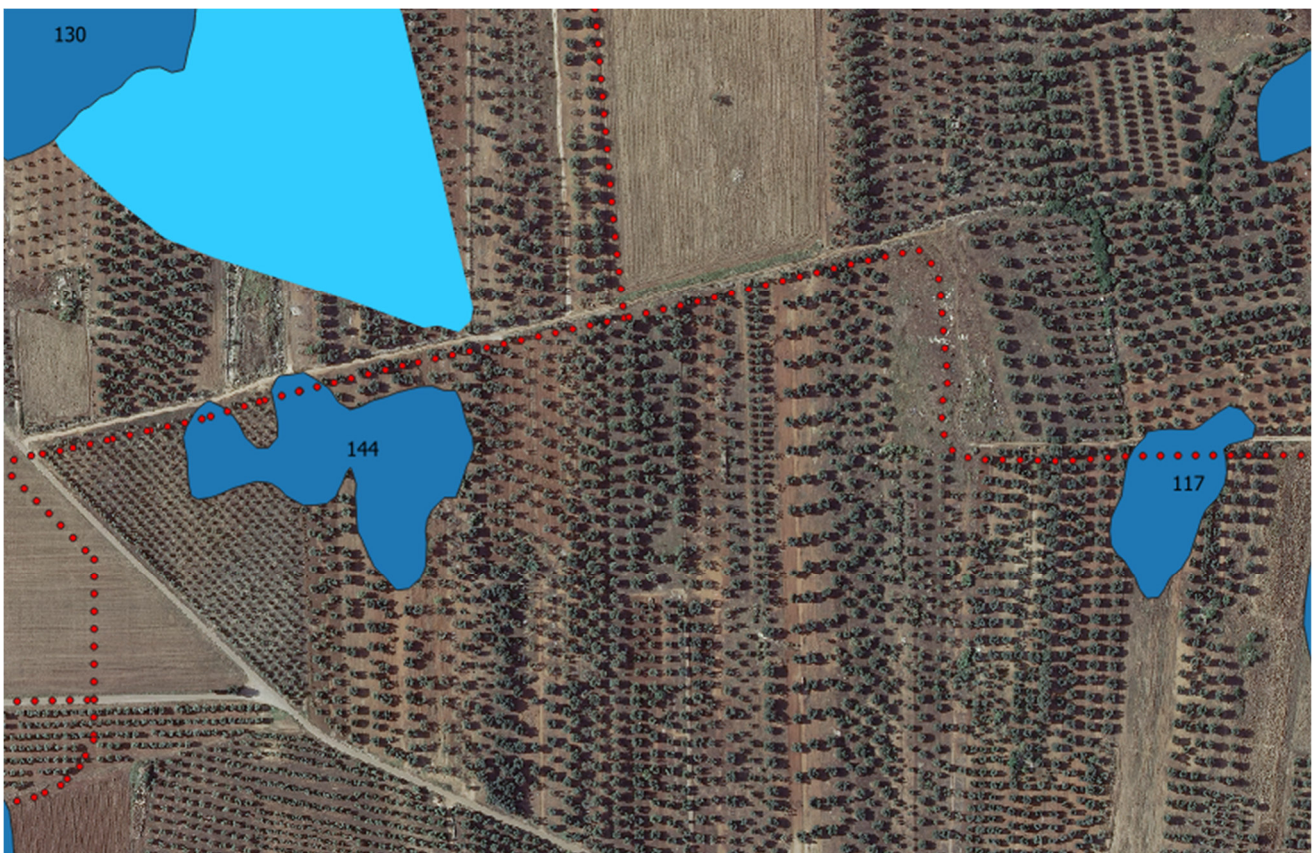


Fig. 5.7.3

All'interno dei sottobacini 130 e 137 il cavidotto passa su settori altimetricamente elevati quindi ben distanti dalla conca alluvionale. La sola interferenza esistente avviene con la direttrice di flusso estratta dal DTM che materializza gli apporti provenienti dai bacini di monte che nel sottobacino 130 hanno una consistenza volumetrica di 5451 mc per il primo evento di progetto e di 12395 mc per il secondo mentre nel sottobacino 137 di 1338 mc e di 3728 mc.

Per i sottobacini 129 e 151 non si rileva alcuna interferenza.

Rispetto al sottobacino 117 e 136 si rileva che il cavidotto passa all'interno della conca alluvionale che vi è stata perimetrata. Essa si riempie integralmente sia per il primo che per il secondo evento di progetto, pertanto, tra l'area allagata del sottobacino 117 ed il cavidotto si determina una sovrapposizione per una lunghezza di 66 ml mentre tra l'area allagata del sottobacino 136 ed il cavidotto si determina una sovrapposizione per una lunghezza di 164 ml (Fig. 5.7.3, Fig. 5.7.4).



Fig. 5.7.4

Anche nel sottobacino 133 il cavidotto passa all'interno della conca alluvionale che vi è stata perimetrata. Essa si riempie integralmente sia per il primo evento di progetto che per il secondo; pertanto, tra l'area allagata del sottobacino 133 ed il cavidotto si determina una sovrapposizione per una lunghezza di 109 ml. Resta esterno all'area allagata l'aerogeneratore WTG-S09 (Fig. 5.7.5).

Rispetto ai sottobacini 147 e 148 si rileva che il cavidotto passa lungo lo spartiacque, pertanto, non si determina alcuna interazione né con la rete dei flussi idrici estratta dal DTM né con le

aree allagabili. A valle del sottobacino 148 il cavidotto passa nell'area alluvionale perimetrata sul PAI sovrapponendosi ad essa per 430 ml (Fig. 5.7.6).



Fig. 5.7.5

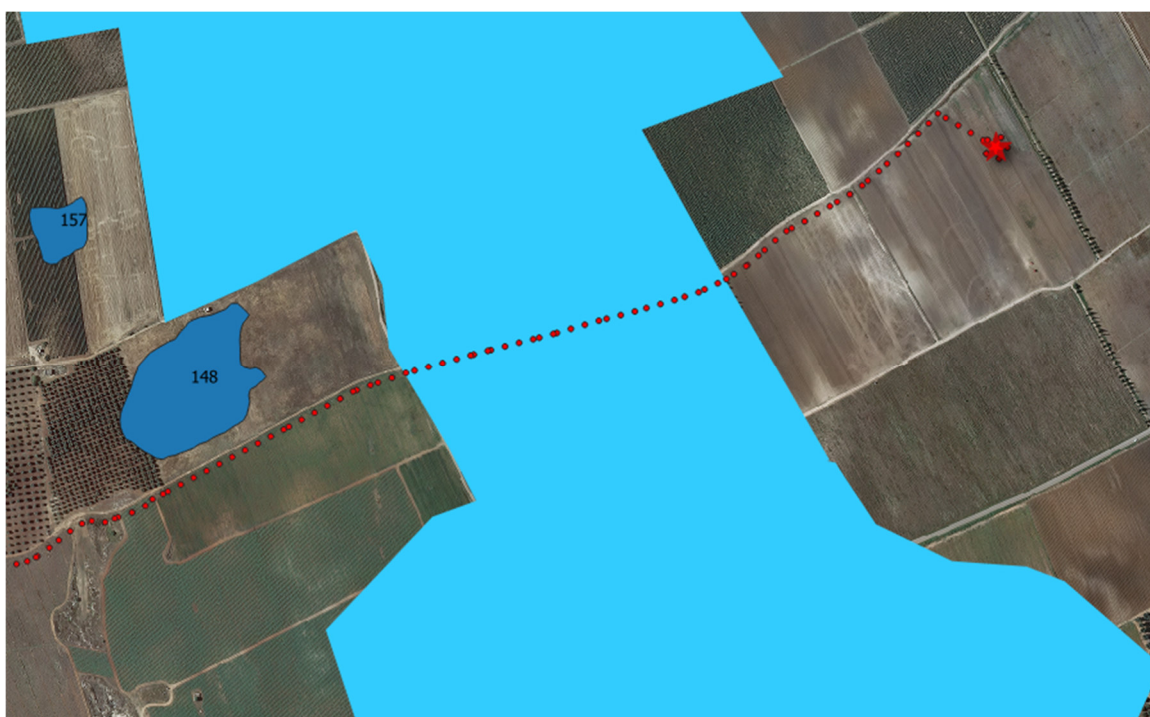


Fig. 5.7.6

Ad Est di questa area il cavidotto corre su un percorso che si sviluppa a quote altimetricamente più alte rispetto ai territori contermini e dunque non si determinano sovrapposizioni con aree allagabili e con la rete di drenaggio estratta dal DTM. Considerazioni analoghe valgono per l'aerogeneratore WTG-S10 (Fig. 5.7.7).

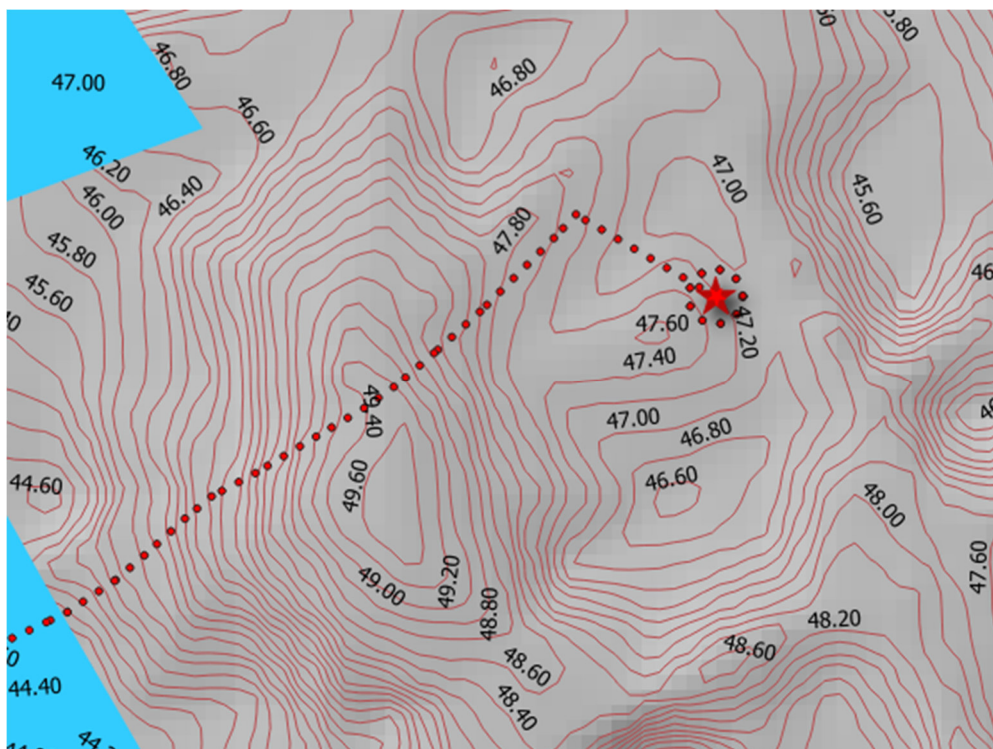


Fig. 5.7.7 – Tracciato del cavidotto e posizione dell'aerogeneratore WTG-S10 sul modello altimetrico

6 – CONCLUSIONI

Lo studio idrologico ed idraulico condotto ha permesso di riconoscere analiticamente le potenziali interferenze tra le opere di progetto e la rete idrografica e le aree alluvionabili.

Dallo studio emerge che in diversi tratti il cavidotto MT si sovrappone ad aree potenzialmente allagabili per un evento con Tr 200 anni; non esiste invece interazione alcuna con gli aerogeneratori che si trovano tutti in condizioni di sicurezza idraulica.

Le sovrapposizioni tra il cavidotto MT e le aree allagabili con Tr 200 anni possono essere risolte con diverse modalità:

- con scavi a cielo aperto nel caso l'area risulti asciutta, avendo tuttavia grande cura nel ripristinare il piano campagna allo stato ante operam al fine di non creare avvallamenti o dossi che possano modificare il deflusso per corrivazione o la capacità volumetrica di invaso. Le trincee dovranno essere riempite con lo stesso materiale di scavo al fine di non alterare la permeabilità originale dei terreni;

- con l'utilizzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.). Questa tecnica da utilizzarsi necessariamente nel caso di attraversamento di canali e scoline determina un minore interferenza sul regime idraulico e, quindi, nel complesso un minore impatto ambientale. Eventualmente la T.O.C. dovrebbe essere utilizzata per tutta la lunghezza del segmento di cavidotto che si sovrappone all'area allagabile.

La tecnica della T.O.C. consente di posare, per mezzo della perforazione controllata, linee di servizio al di sotto di strade, fiumi e torrenti, con nullo o scarso impatto sulla superficie. L'esecuzione della T.O.C. costa essenzialmente di 3 fasi successive di lavoro Fig. 6.1):

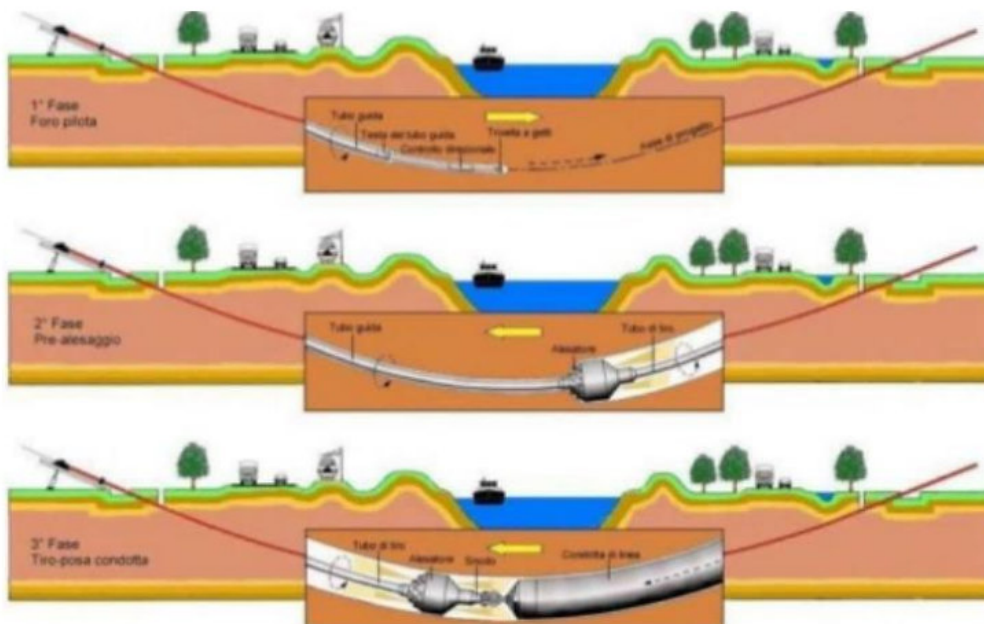


Fig. 6.1 – Fasi della T.O.C.

- 1) Foro pilota: si realizza un foro pilota infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste di perforazione teleguidate, in modo da creare un percorso sotterraneo da un pozzetto di partenza ad uno di arrivo;
- 2) Alesatura: realizzato il foro pilota, questo viene allargato tirando successivamente alesatori di dimensioni crescenti fino all'ottenimento del foro della dimensione voluta;
- 3) Posa della tubazione: vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto interrato.

In conclusione, con riferimento alla condizione dello stato di progetto e con l'applicazione degli accorgimenti tecnici sopra raccomandati si può affermare che la realizzazione delle opere di progetto non comportano modificazioni dell'assetto idraulico dell'area di intervento e nessuna variazione del livello di sicurezza; gli interventi, pertanto, risultano compatibili con le finalità e prescrizioni del PAI Puglia.