

# 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:
R27	RELAZIONE IDRAULICA

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
s.c.	A4	CY53TR6_NPDI2_ERC_R27_RelazioneIdraulica

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 – CARATTERI IDROGRAFICI DEL TERRITORIO SU CUI INSISTONO GLI INTERVENTI DI PROGETTO .....	3
4 – DATI IDROLOGICI .....	10
5 – VERIFICHE IDRAULICHE .....	17
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.....	20

## **1 – PREMESSA**

La presente Relazione Idraulica è stata redatta a corredo del 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.

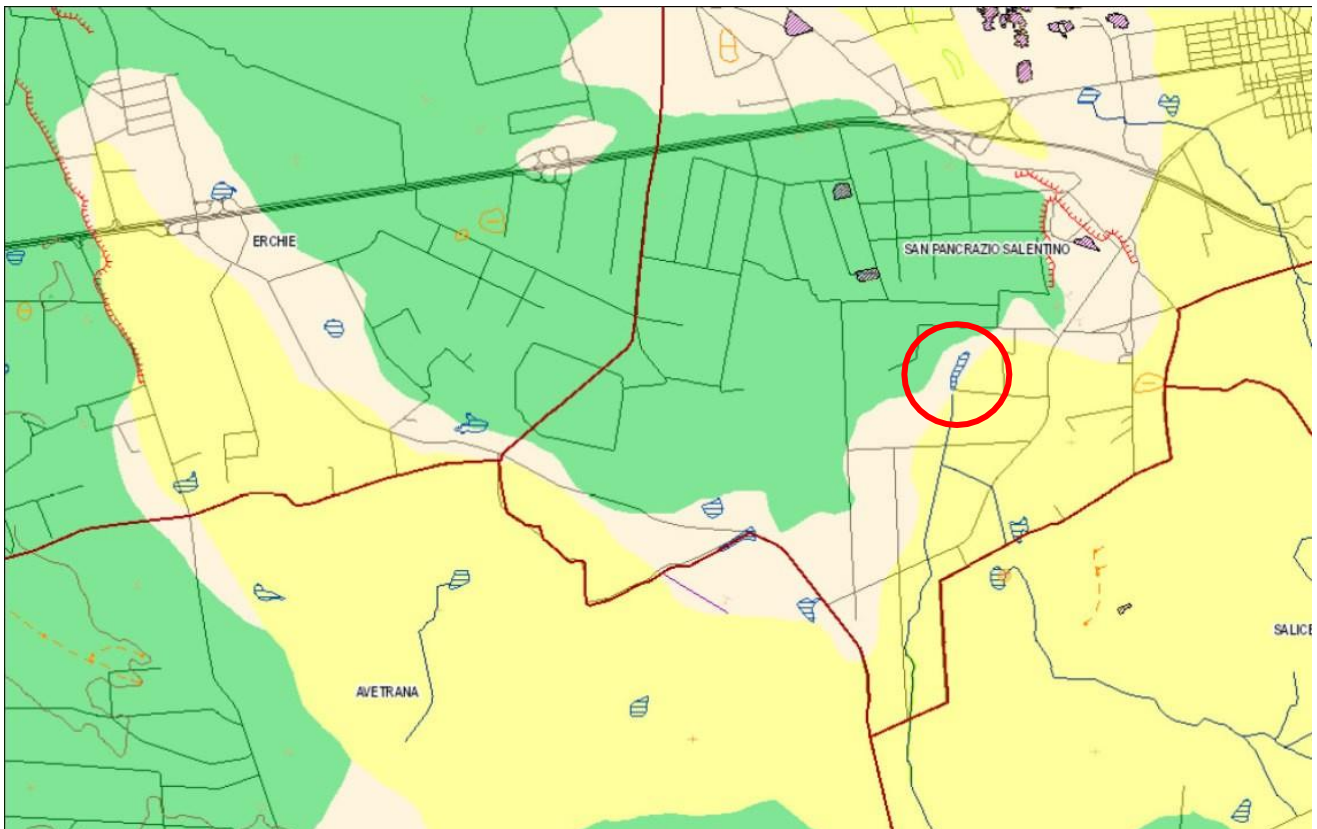
Con il presente studio si è proceduto quindi a verificare la compatibilità tra le previsioni di progetto ed i caratteri idraulici del territorio in cui esso ricade con specifico riferimento alla rete idrografica cartografata sulla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia ed alle perimetrazioni PAI, conformemente anche 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.

## 2 – CARATTERI IDROGRAFICI DEL TERRITORIO SU CUI INSISTONO GLI INTERVENTI DI PROGETTO

Il territorio interessato dagli interventi di progetto è caratterizzato dalla presenza di un solo reticolo idrografico. Questo è riportato sulla Carta Idrogeomorfologica ed è denominato canale Centonze; è ubicato nel Comprensorio di Bonifica di Arneo ed è individuato con l'identificativo ID 102-Arneo. Essendo cartografato sulla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia e sulla CTR ad esso si applica la vincolistica imposta dagli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI.

Il Canale 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 e 3.1).

Sulla base di questa premessa, la presente Relazione Idrologica è stata incentrata sul Canale Centonze e sul suo bacino anche a fronte del fatto che la restante parte di territorio interessata dagli interventi di progetto è caratterizzata dalla totale assenza di una rete idrografica organizzata



*Fig. 3.1 – Stralcio della Carta Idrogeomorfologica; il cerchio rosso individua l'area endoreica che funge da recapito finale del canale*

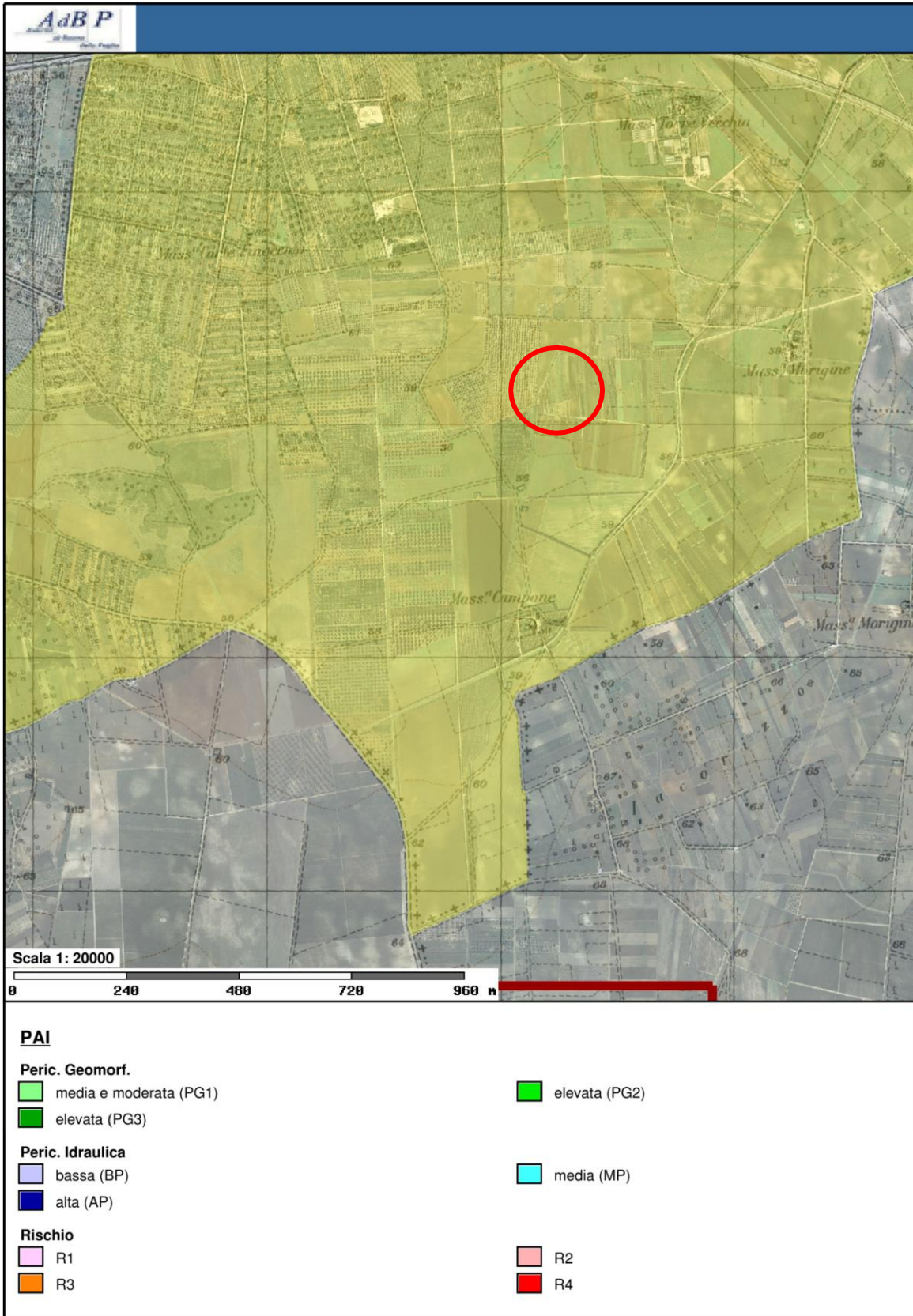


Fig. 3.2 – Stralcio del PAI; il cerchio rosso individua l'area endoreica che funge da recapito finale del canale

Lo studio dei caratteri idrologici del bacino del Canale Centonze è stato preceduto dallo studio geomorfologico che 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')
```

$S_{500} = \text{STREAMobj2GRIDobj}(S1)$

$\text{GRIDobj2geotiff}(S_N, 'S\_N')$

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 3.3):

- 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).

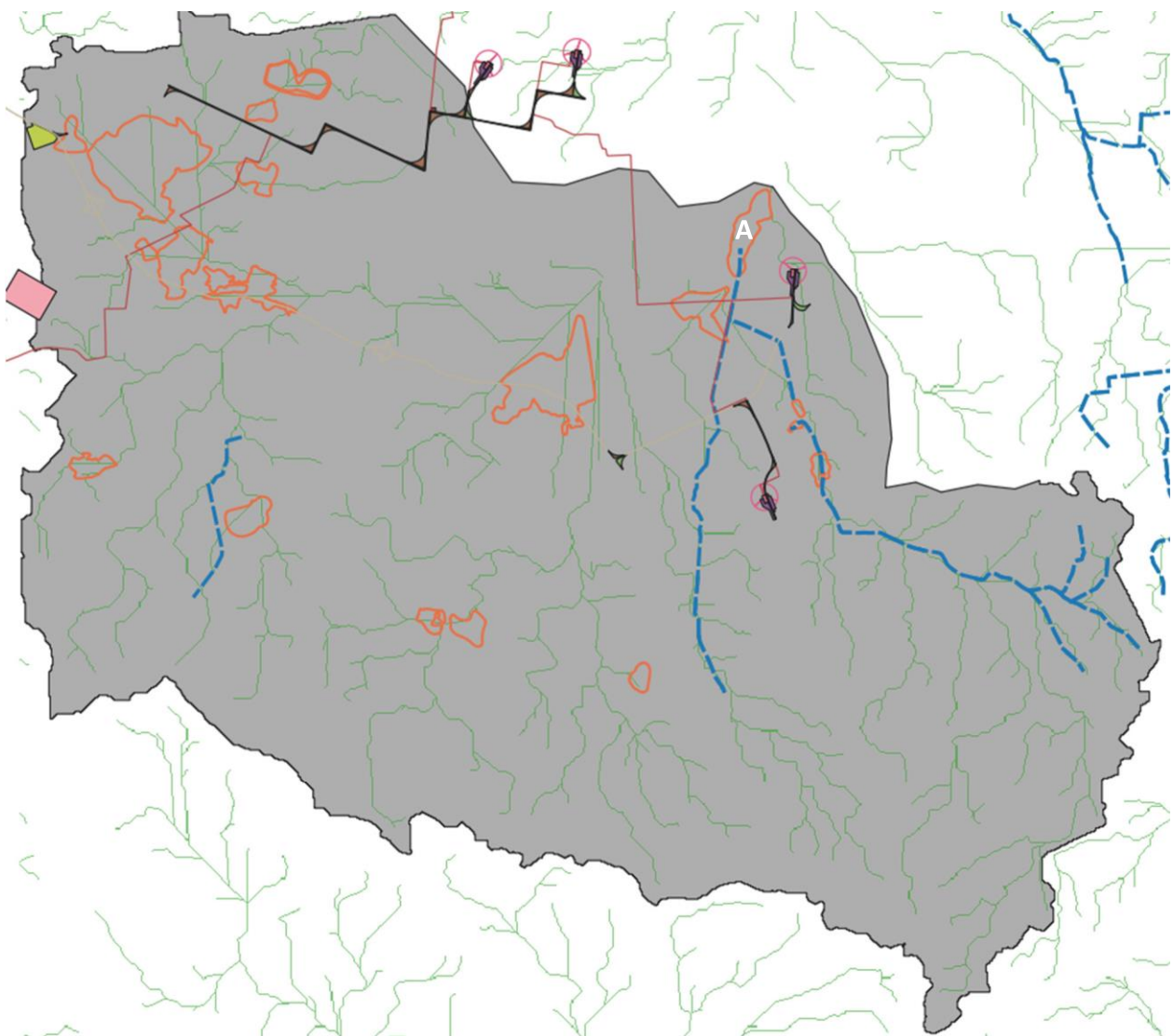
Una ulteriore significativa evidenza che emerge sovrapponendo il modello di deflusso al modello altimetrico del suolo è che la dinamica idrologica del reticolo idrografico di interesse è fortemente condizionata dalla presenza di ampie depressioni, anche poco accentuate altimetricamente, corrispondenti sotto il profilo geomorfologico a conche alluvionali, che sono interconnesse idraulicamente tra loro ed hanno una organizzazione idrografica di tipo "a cascata" (Fig. 3.4).

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. 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:

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.

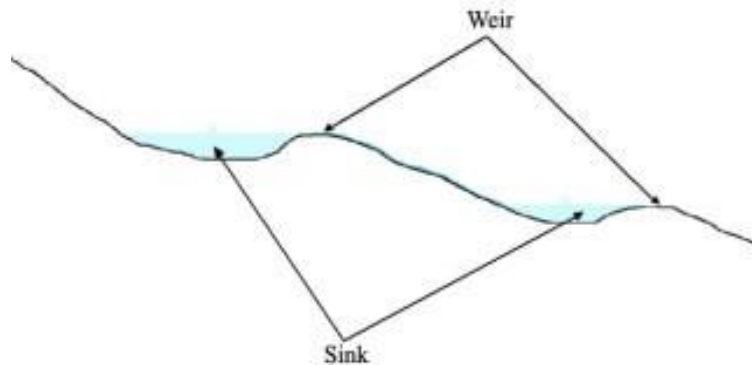


*Fig. 3.3 – Perimetro del bacino di progetto definito rispetto alla conca alluvionale (A) cartografata nella carta Idrogeomorfologica che costituisce il recapito del Canale Centonze. Sono state individuate le depressioni chiuse (interconnesse dalle linee di deflusso) presenti nel bacino endoreico; in 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*



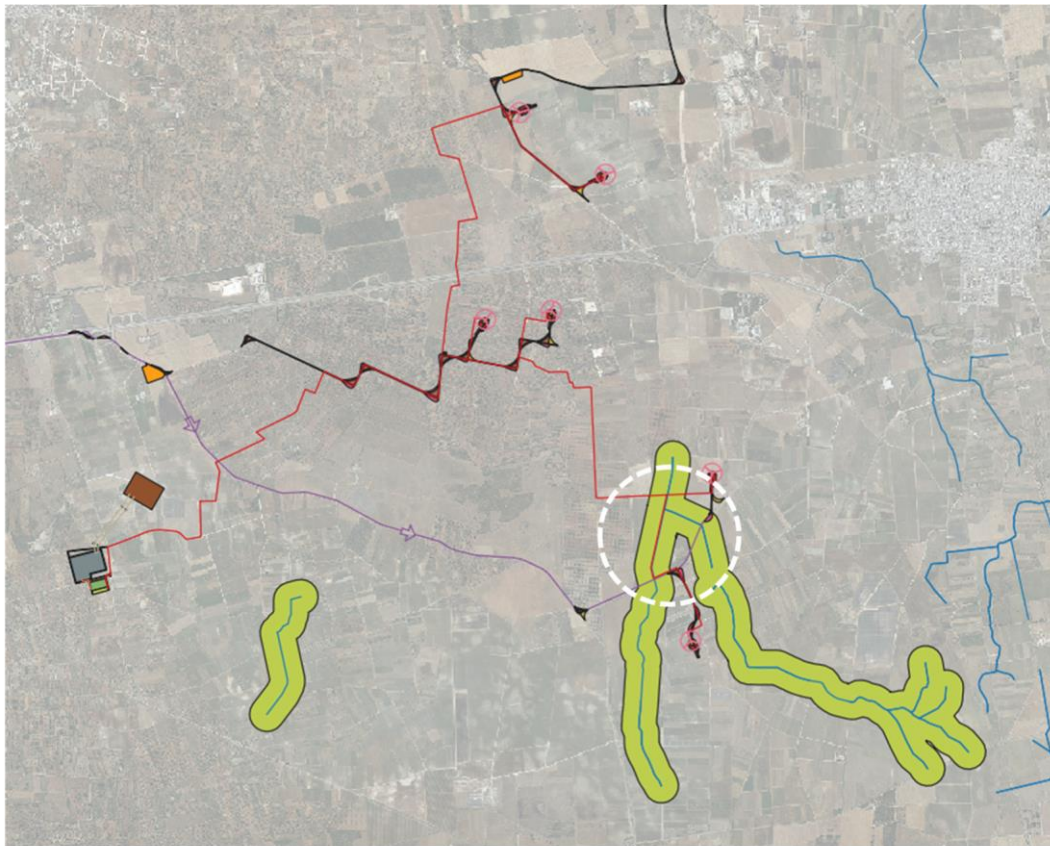
Rispetto al bacino di progetto definito su DTM Puglia con lo specifico operatore di calcolo di QGIS si può ulteriormente rilevare che esso:

- 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.

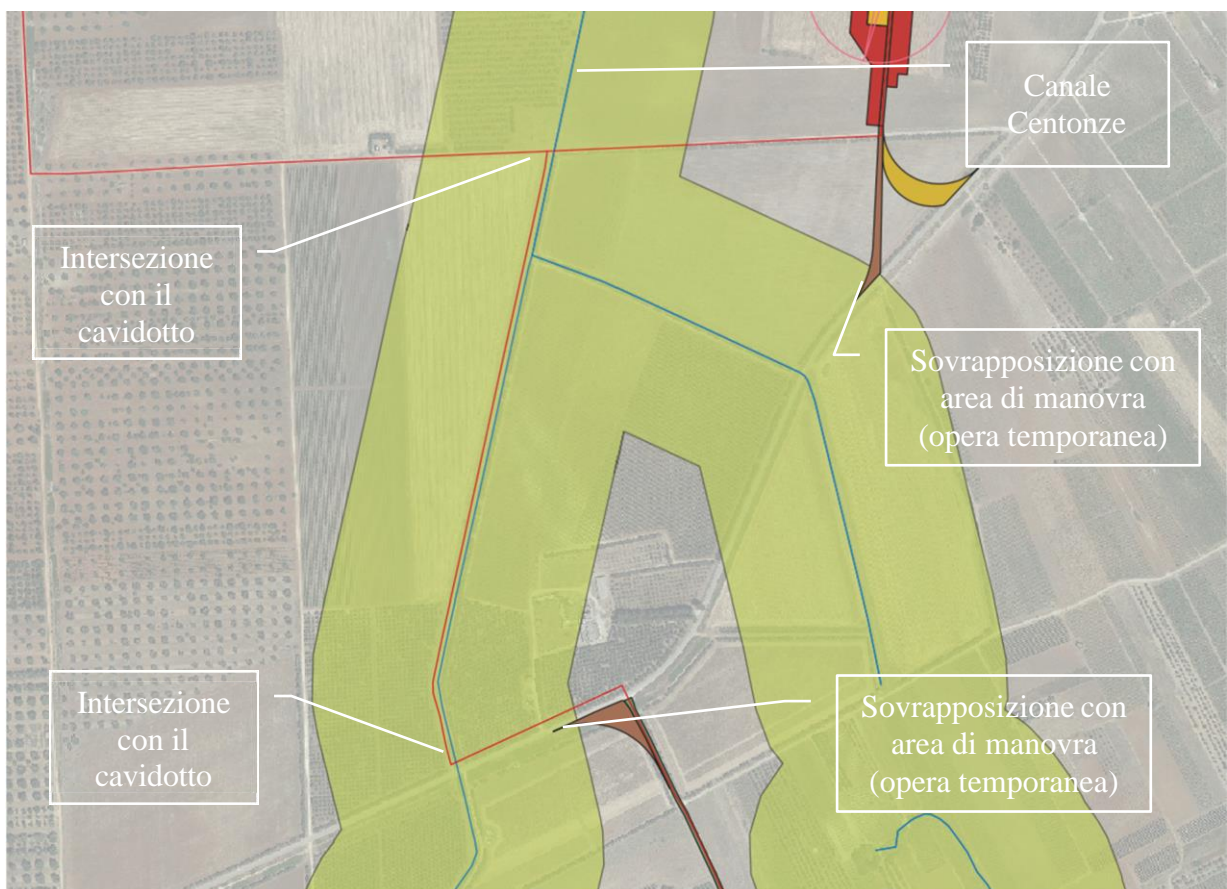


*Fig. 3.4 – Profilo schematico di un bacino con serbatoi multipli e deflusso che si attiva per stramazzo rispetto ad una soglia morfologica (figura estratta da: RATIONALE FOR FLOOD PREDICTION IN KARST ENDORHEIC AREAS (2014) – V. Iacobellis, A. Castorani, A. R. Di Santo, A. Gioia. Journal of Arid Environments XXX (2014) 1-11.*

Rispetto alla rete idrografica sopra descritta le uniche interferenze dirette sono quelle che si determinano per la intersezione del tracciato del cavidotto di progetto con l'alveo del Canale Centonze e per la sovrapposizione tra un tratto di cavidotto e due piazzole di manovra (che saranno smantellate con alla fine della fase di cantiere) con il buffer di 150 m da questo stesso elemento idrografico (Fig. 3.5 e Fig. 3.6). Per le interferenze sopra descritte trovano applicazione gli articoli 6 e 10 delle NTA del PAI - assenza di perimetrazioni di pericolosità idraulica. Si rileva che 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. 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.



*Fig. 3.4 – Interferenze con la rete idrografica ed il suo buffer di 150 m*



*Fig. 3.5 – Dettaglio della precedente figura*

#### 4 – DATI IDROLOGICI

Per i dettagli relativi a tale contenuto si consulti lo specifico elaborato di cui, in questo paragrafo sono sintetizzati i contenuti.

Nel caso specifico lo studio idrologico è stato sviluppato seguendo 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 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.

---

<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.

- **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.

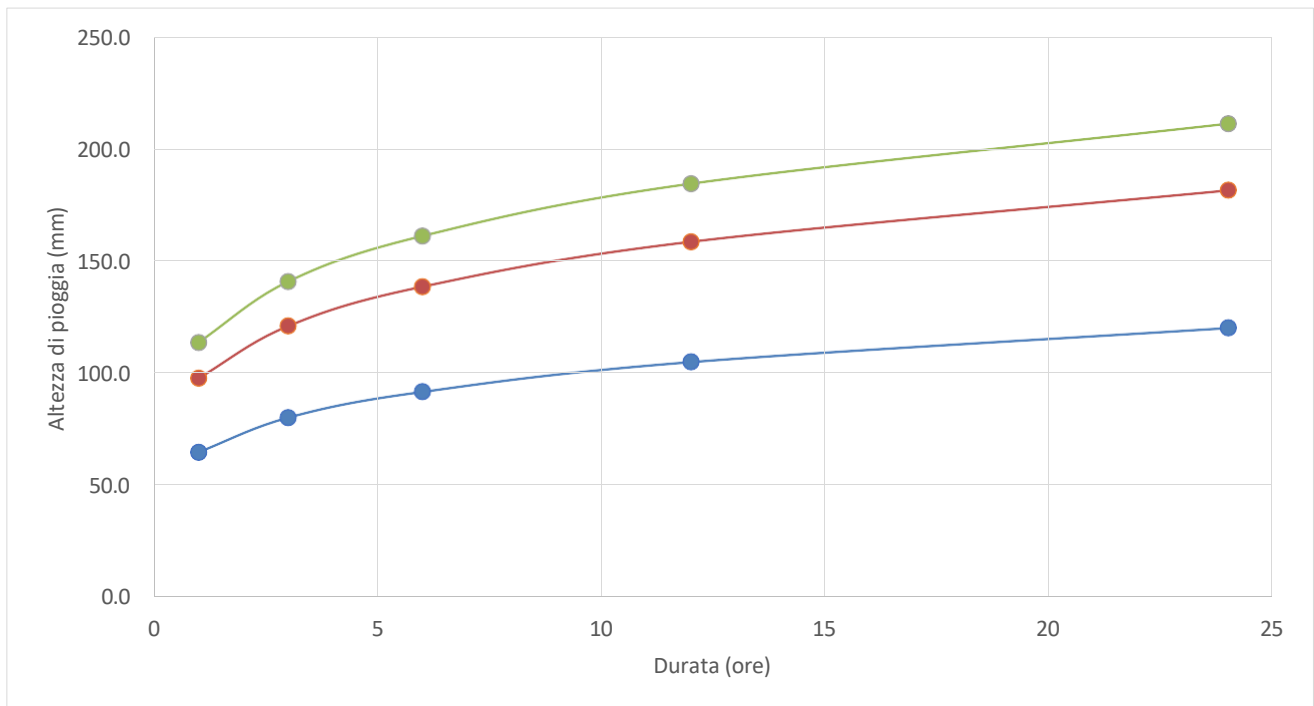
Per effettuare il calcolo dell'evento critico di pioggia di assegnato tempo di ritorno in assenza di dati pluviometrici sitospecifici è stato utilizzato il cosiddetto metodo regionale, secondo le indicazioni contenute nel capitolo VI.3.1 della Relazione di Piano proposta dall'ex Autorità di Bacino della 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 Segnatrice 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		$Kt_{500}$	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;

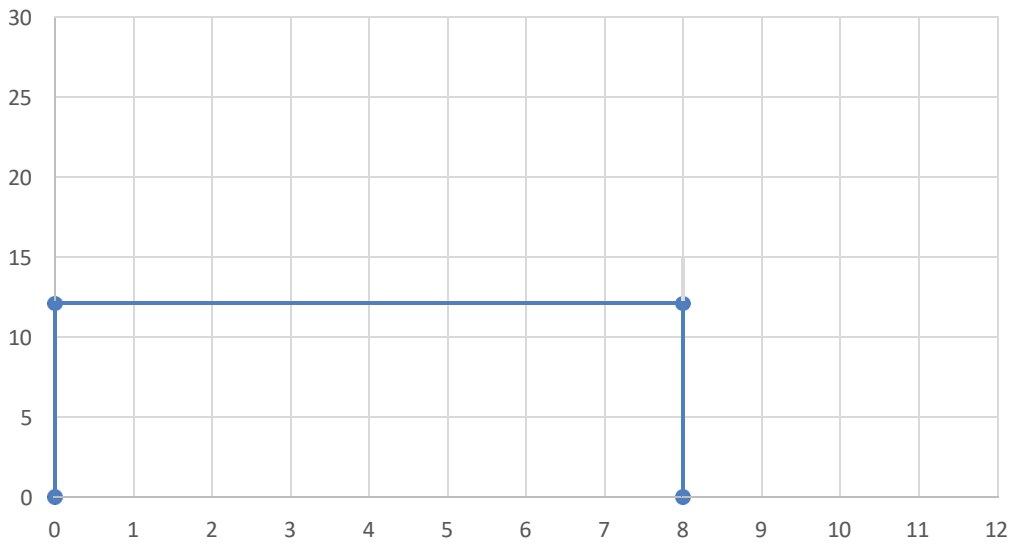
$tp$  = durata dell'evento meteorico.

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.

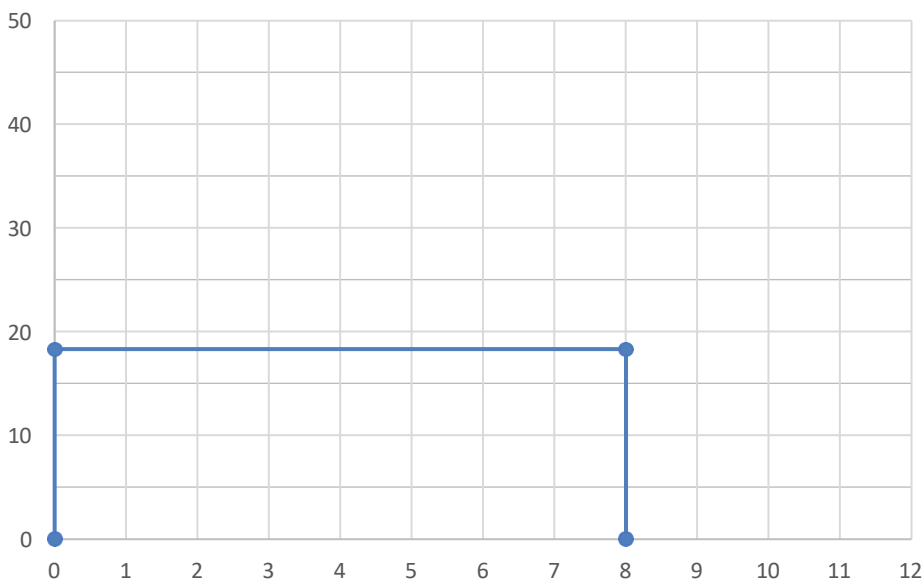
Il valore  $tp$  è stato posto pari al tempo di corrivazione  $tc$  che è stato calcolato per il bacino di progetto con le varie formule proposte in letteratura specialistica.

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.

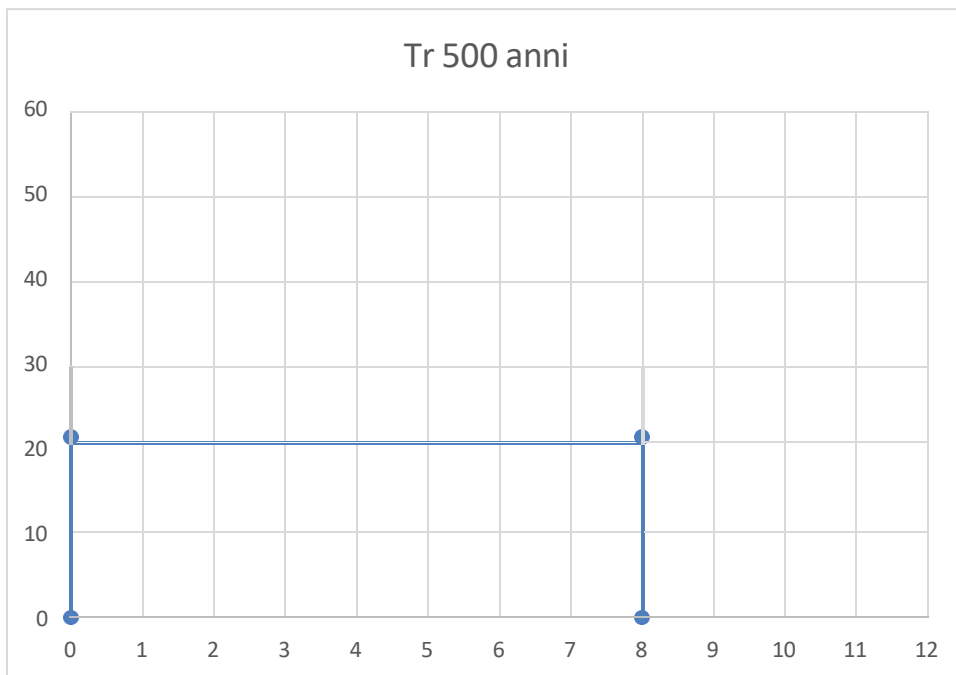
Tr 30 anni



Tr 200 anni







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 ponding 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.

## **5 – 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 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 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.

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.



*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*

## 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 territorio attraversato dal 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°

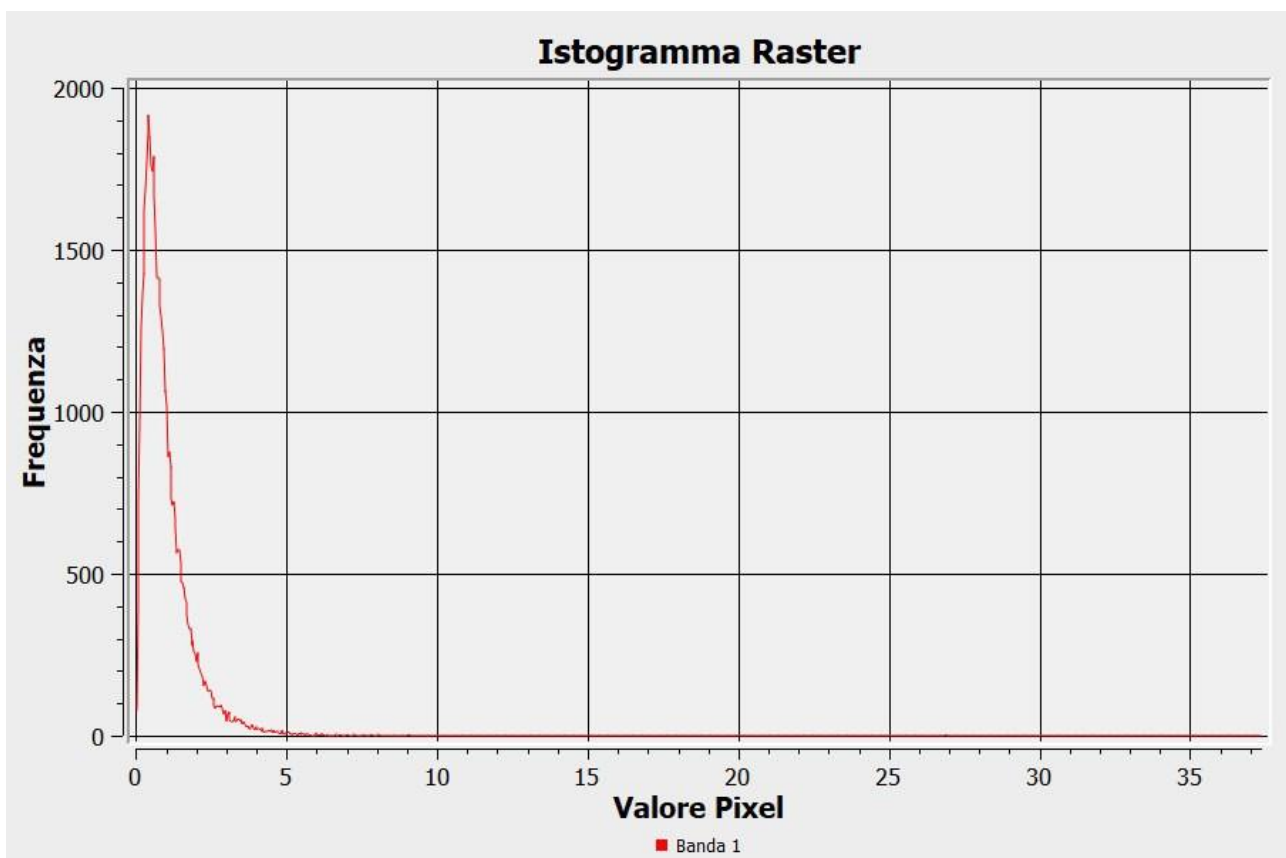


Fig. 6.1 - Istogramma del raster delle pendenze estratto dal DTM Puglia

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.