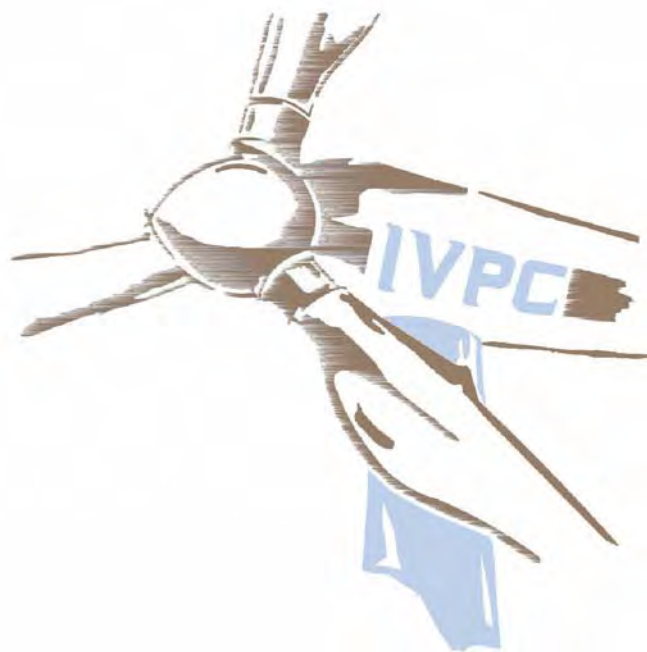


# Regione Puglia

Provincia di Foggia

Comuni di San Paolo di Civitate e Poggio Imperiale



OGGETTO :

"PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE  
DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA"  
**RISCONTRO RICHIESTA INTEGRAZIONI DVA U.0018776 del 18/07/2019**

COMMITTENTE :



TITOLO TAVOLA :

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA-IDRAULICA  
*in riscontro al Punto n° 02 della richiesta di integrazioni*

SCALA :

VARIA

ELABORATO IN RISCONTRO AL PUNTO N° :

02

REVISIONE :

00

DATA :

Novembre 2019

PROGETTISTI:

**Dott. Nazario Di Lella**

Tel./Fax 0882.218822

E-Mail: geol.dilella@gargano.it



## Sommario

PREMESSA .....	2
1. ANALISI IDROLOGICA - WTG 3 .....	3
1.1. PROCEDURE REGIONALI DI VALUTAZIONE DELLA PRECIPITAZIONE .....	7
1.1. STIMA DELLE PORTATE DI PIENA.....	8
1.2. ANALISI IDROLOGICA PARTICOLAREGGIATA: SCALA RISOLUZIONE 0,1X01 m.....	13
2. ANALISI IDROLOGICA - WTG 10.....	17
2.1. PROCEDURE REGIONALI DI VALUTAZIONE DELLA PRECIPITAZIONE .....	21
2.2. STIMA DELLE PORTATE DI PIENA.....	22
2.3. ANALISI IDROLOGICA PARTICOLAREGGIATA: SCALA RISOLUZIONE 0,1X01 m E VERIFICA DELLE OPERE IDRAULICHE .....	27
2.4. VERIFICA COMPATIBILITÀ IDRAULICA TORRE-PIAZZOLA (WTG10) .....	35
3. CONCLUSIONI .....	43

## **PREMESSA**

Il presente studio Idrologico ed Idraulico riguarda un approfondimento analitico integrativo sulle condizioni di sicurezza idraulica per gli aerogeneratori compresi nel progetto di realizzazione di un parco eolico costituito da n° 8 aerogeneratori (WTG 1-2-3-5-7-8-9-10) per una potenza complessiva di 33,6 MW in agro di Poggio Imperiale e San Paolo di Civitate.

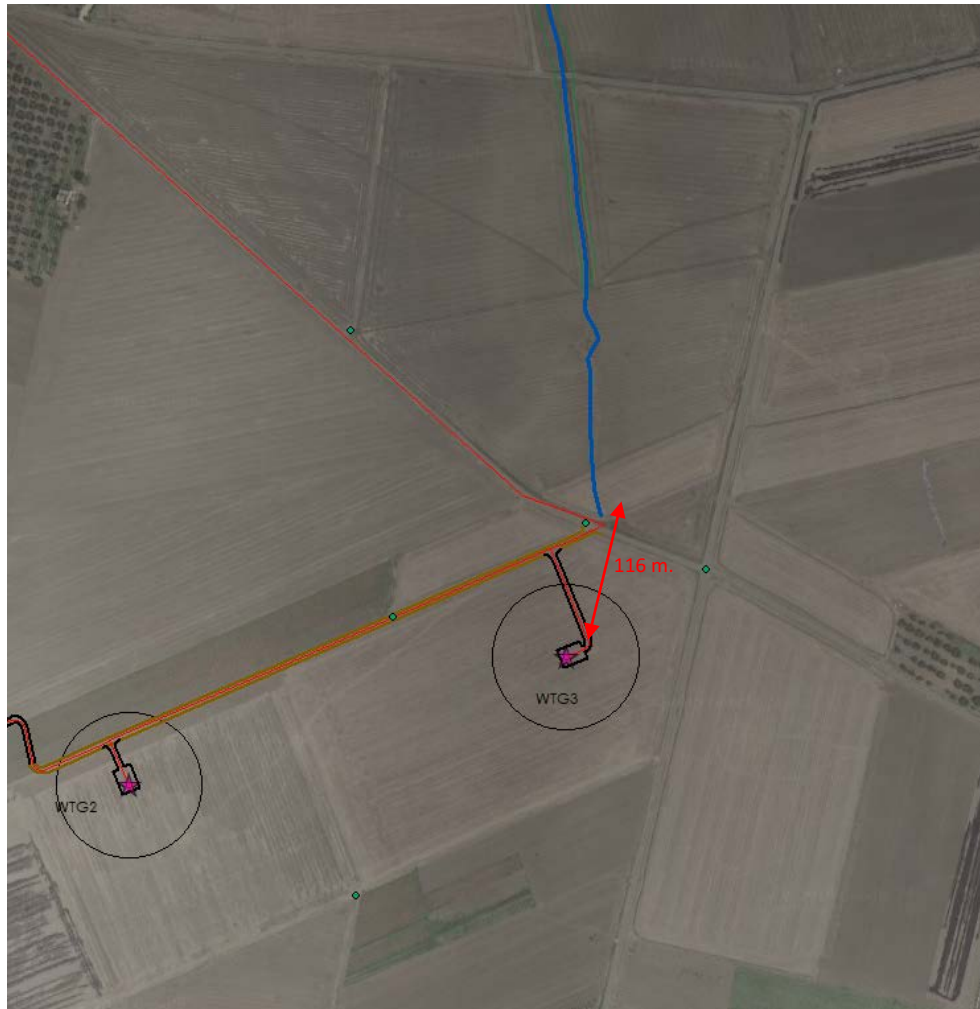
Più in particolare, l'approfondimento tecnico, richiesto dalla Sottocommissione VIA con nota del 11-07-2019, riguarda gli aerogeneratori WTG 3, sito in agro di Poggio Imperiale, e WTG 10, sito in agro di San Paolo Civitate.

Per tale scopo si è quindi proceduto ad eseguire per ognuno dei due siti un'analisi idrologica ed idraulica estesa a due livelli: una prima analisi dell'intero bacino a livello di dettaglio della cartografia CTR (risoluzione DTM 8x8 m), non disponendo di modello digitale LIDAR per questa zona, per determinare per l'intero bacino di studio le portate di deflusso associate; una seconda analisi spinta ad un livello di dettaglio superiore (risoluzione max 0,1x0,1 m), da cui si è potuto estrarre il modello digitale del terreno, mediante rilievo con drone, per un'area complessiva di circa 0,32 km<sup>2</sup>, comprendente l'area di posizionamento dell'aerogeneratore e di parte del reticolo scolante a monte e a valle di quest'ultimo.

Il modello di dettaglio ha permesso di ricostruire in maniera dettagliata e reale il micro-reticolo presente e ha permesso di definire nel dettaglio le opere idrauliche e/o di drenaggio (alcune già presenti) necessarie a regimentare e governare in maniera corretta il deflusso delle acque scolanti, anche in funzione dell'insediamento degli aerogeneratori e delle opere infrastrutturali accessorie (strade di accesso, piazzole definitive, ecc.)

## 1. ANALISI IDROLOGICA - WTG 3

Il reticolo idrografico, riportato nella cartografia idrogeomorfologica nella CTR (scala 1:5.000) e nella cartografia IGM (scala 1:25.000), dista circa 116 m. (a valle) dal punto d'installazione dell'aerogeneratore (centro torre), pertanto ricade nell'area di pertinenza fluviale (entro 150 m dal tratto apicale di reticolo) ai sensi degli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI.



Per la definizione dei parametri idrologici da applicare nella verifica idraulica si è proceduto ad eseguire l'analisi idrologica del bacino, ponendo la sezione di chiusura a circa 385 m. più a valle del punto di installazione dell'aerogeneratore, comprendendo, naturalmente, anche tutta l'area di bacino posta a monte dello stesso.

L'analisi morfologica è stata eseguita utilizzando come base il DEM della CTR risoluzione 8x8 m, non disponendo per quest'area di cartografia digitale LIDAR.

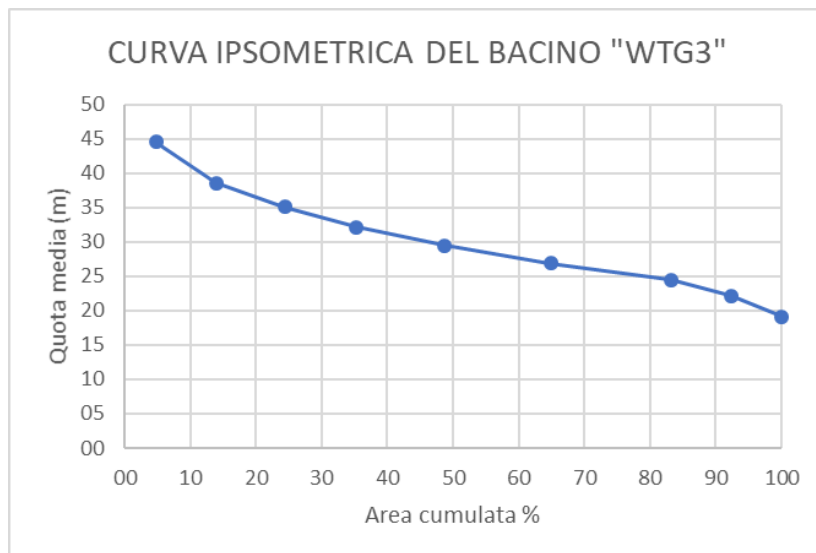
Dall'analisi morfologica si sono desunti i parametri morfometrici del bacino per la determinazione delle portate da assegnare nell'analisi idraulica.

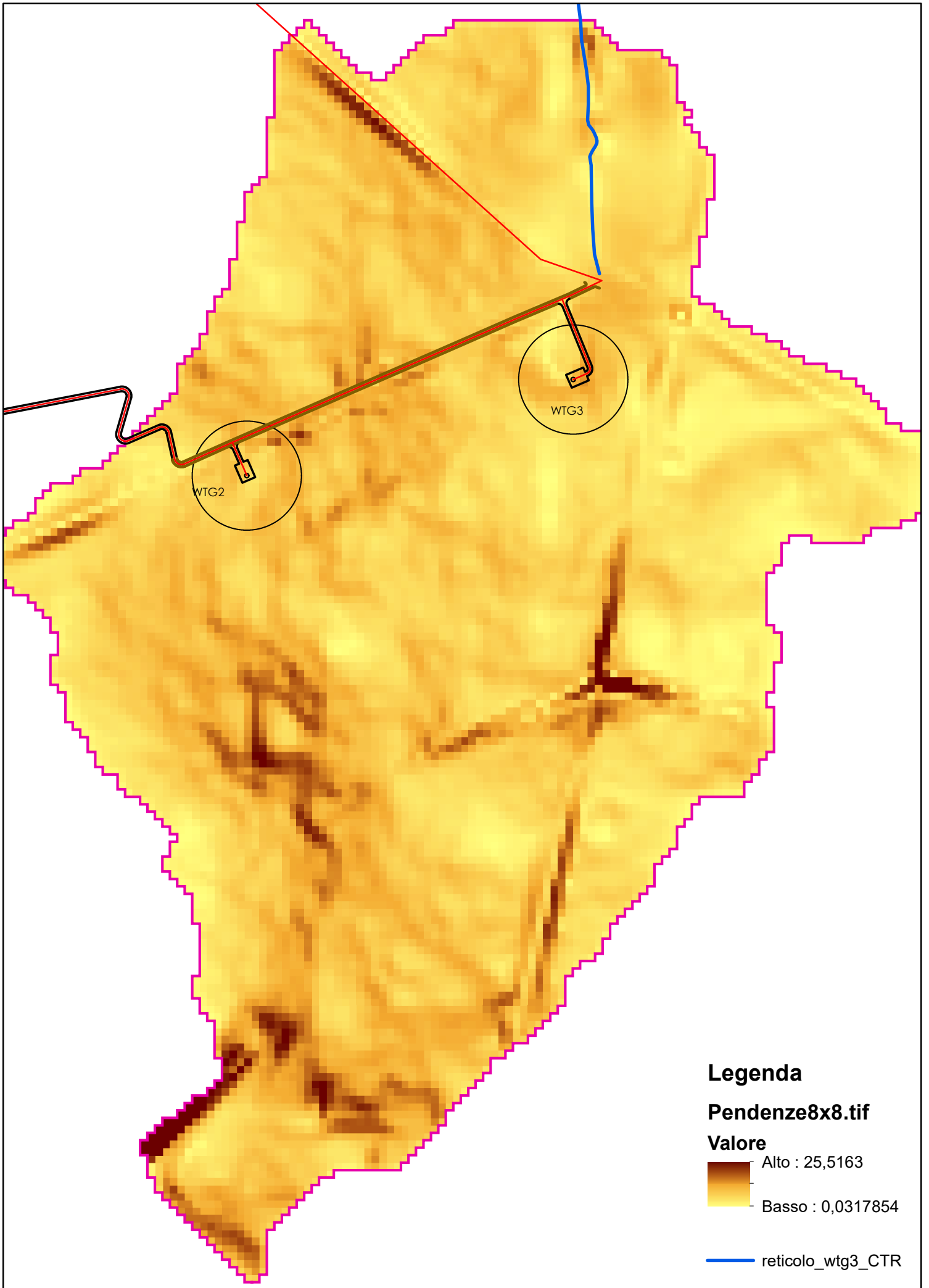
Per l'analisi idrologica è stato applicato il metodo di regionalizzazione Va.Pi. (Zona 1), determinando quindi la pioggia di progetto, con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, attraverso il metodo SCS-CN; per la trasformazione in deflussi si è utilizzato una software HEC-HMS messo a disposizione della U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center.

Si riportano di seguito i parametri morfometrici utilizzati per lo sviluppo delle metodologie di calcolo sopra citate:



CARATTERISTICHE FISIOGRAFICHE BACINO IDROGRAFICO							
Bacino	Area (kmq)	Lmax (km)	Hmax (m. s.l.m.)	Hm (m. s.l.m.)	Hmin (m. s.l.m.)	Im (%)	Lag Time (ore)
WTG3	0.719	1.639	48.5	29.0	17.2	1.6	0.54

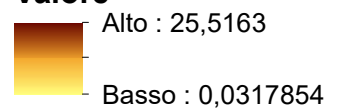





**Legenda**

**Pendenze8x8.tif**

**Valore**



 reticolo\_wtg3\_CTR

**Bacino WTG3 Pendenze - Scala 1:5.000**

0

0,5

1

Km



Le quote del bacino variano tra i 48,5 m. e 17,2 m. s.l.m., con quota media posta a 29,0 m. s.l.m., caratterizzato da litologie medio-fini limi e sabbie con elementi ghiaiosi intercalati, che nel complesso permettono un discreto drenaggio sotterraneo delle acque meteoriche; trattandosi di terreni adibiti ad uso agricolo estensivo, è plausibile potergli associare un valore del CN<sub>II</sub> (Curve Number) = 75.

CN (I) =	<b>57</b>
CN (II) =	<b>75</b>
CN (III) =	<b>87</b>
<b>Intensità di Pioggia (Ia)</b>	
Ia (mm) =	<b>7.28</b>
<b>Saturazione</b>	
S =	<b>36.41</b>

<b>LAG TIME</b>	<b>Ore</b>	<b>Minuti</b>
tl 1	<b>0.54</b>	<b>32.3</b>

$$\text{con } \rightarrow \text{tl} = 0.342 * (L^{0.8}/i^{0.5}) * ((1000/\text{CN}-9)^{0.7})$$

dove

L = lunghezza dell'asta principale del bacino [km] = 1.639 km

i = pendenza media percentuale del bacino (in % compresa fra 0 e 100) = 1,6 %

CN = Curve Number del Soil Conservation Service (compreso fra 0 e 100) = 87

Uso del suolo	Tipo di copertura		Classe del suolo			
	Trattamento o pratica	Condizione idrologica	A	B	C	D
Maggesi	a solchi diritti	-	77	86	91	94
Colture a solchi	a solchi diritti	cattiva	72	81	88	91
	a solchi diritti	buona	67	78	85	89
	a reggipoggio	cattiva	70	79	84	88
	a reggipoggio	buona	65	75	82	86
	a re. e terrazze	cattiva	66	74	80	82
Grani piccoli	a re. e terrazze	buona	62	71	78	81
	a solchi diritti	cattiva	65	76	84	88
	a solchi diritti	buona	63	75	83	87
	a reggipoggio	cattiva	63	74	82	85
	a reggipoggio	buona	61	73	81	84
Legumi seminati folti o prati in rotazione	a re. e terrazze	cattiva	61	72	79	82
	a re. e terrazze	buona	59	70	78	81
	a solchi diritti	cattiva	66	77	85	89
	a solchi diritti	buona	58	72	81	85
	a reggipoggio	cattiva	64	75	83	85
Pascoli	a reggipoggio	buona	55	69	78	83
	a re. e terrazze	cattiva	63	73	80	83
	a re. e terrazze	buona	51	67	76	80
		cattiva	68	79	86	89
		discreta	49	69	79	84
Prati		buona	39	61	74	80
	a reggipoggio	cattiva	47	67	81	88
	a reggipoggio	discreta	25	59	75	83
Boschi		buona	6	35	70	79
Aziende agricole		buona	30	58	71	78
		cattiva	45	66	77	83
		discreta	36	60	73	79
Strade sterrate		buona	25	55	70	77
Str. pavimentate		-	59	74	82	86
		-	72	82	87	89
		-	74	84	90	92

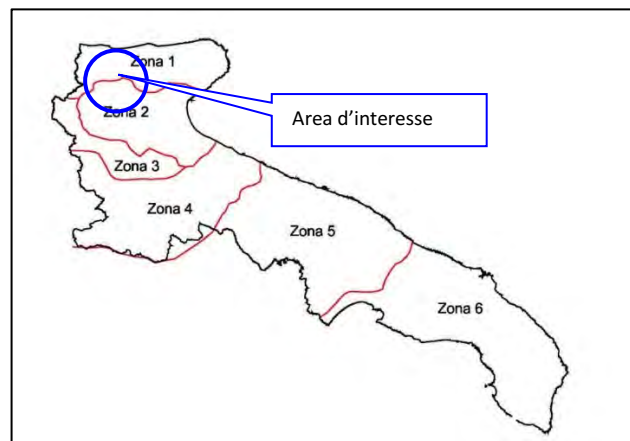
<b>A</b>	Bassa capacità di deflusso - suoli con elevata infiltrabilità anche se completamente saturi - sabbie o ghiaie profonde ben drenate - notevole conducibilità idrica
<b>B</b>	Suoli con moderata infiltrabilità se saturi - discretamente drenati a profondi - tessitura medio-grossolana - conducibilità idrica media
<b>C</b>	Suoli con bassa infiltrabilità se saturi - uno strato impedisce la percolazione verticale - suoli con tessitura medio-fine e bassa infiltrabilità - conducibilità idrica bassa
<b>D</b>	Capacità di deflusso elevata - suoli con infiltrabilità ridottissima in condizioni di saturazione - suoli ricchi di argilla rigonfiante - suoli con strato argilloso superficiale - suoli poco profondi su substrato impermeabile - conducibilità idrica estremamente bassa

## 1.1. PROCEDURE REGIONALI DI VALUTAZIONE DELLA PRECIPITAZIONE

Spesso nelle applicazioni idrologiche si presenta la necessità di stimare valori di una determinata grandezza, per esempio la precipitazione in siti non strumentati oppure, come nel caso in esame, con dati misurati che si ritengono insufficienti per numero e qualità.

Le procedure di regionalizzazione, che si utilizzeranno per la definizione della pluviometria di riferimento, rispondono a tale esigenza.

La metodologia propria del progetto VAPI effettua la regionalizzazione delle piogge su sei zone omogenee, in cui è stata suddivisa la Puglia, con formulazioni diverse per ognuna di esse;



La curva di possibilità pluviometrica di base (C.P.P.) utilizzata per le valutazioni idrologiche è la seguente:

$$h(t) = K_T \cdot 26.8 \cdot t^{[(0,720+0.00503z)/3.178]}$$

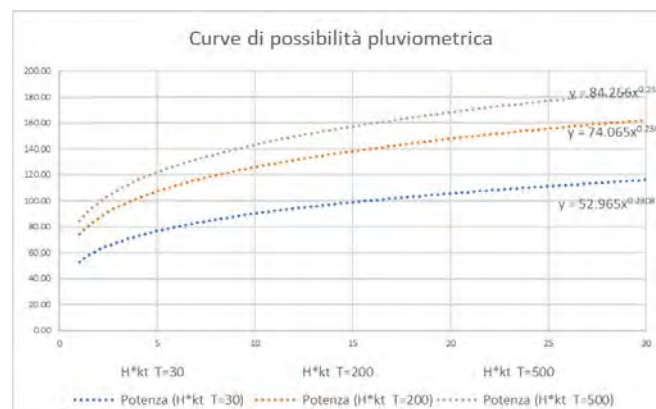
dove:

“z” è la quota assoluta sul livello del mare espressa in metri (26,8 m.);

“K<sub>T</sub>” è il fattore di crescita funzione del tempo di ritorno dell’evento di progetto espresso in anni che per la Puglia settentrionale vale

$$K_T = 0.5648 + 0.415 \cdot \ln T$$

Da cui si è potuto realizzare il grafico delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) per i tre tempi di ritorno 30-200-500 anni





VAPI ZONA 1		BACINO WTG 3	
t (ore)	H (mm)	h (m. sul l.m.)	
1	26,80	26,8	
2	31,45		
3	34,53		
4	36,91		
5	38,86	$K_T = 0.5648 + 0.415 \cdot \ln T$	
6	40,53	T	Kt
7	41,99	30	1,98
8	43,31	200	2,76
9	44,50	500	3,14
10	45,60		
11	46,61		
12	47,56		
13	48,44		
14	49,28		
15	50,07		
16	50,82		
17	51,54		
18	52,22		
19	52,88		
20	53,51		
21	54,11		
22	54,70		
23	55,26		
24	55,81		

VAPI ZONA 1				
t (ore)	H (mm)	H*kt T=30	H*kt T=200	H*kt T=500
1	26,80	52,96	74,06	84,26
2	31,45	62,15	86,91	98,87
3	34,53	68,25	95,44	108,57
4	36,91	72,94	101,99	116,03
5	38,86	76,79	107,38	122,16
6	40,53	80,09	112,00	127,41
7	41,99	82,99	116,05	132,02
8	43,31	85,59	119,69	136,15
9	44,50	87,95	122,98	139,91
10	45,60	90,11	126,01	143,35
11	46,61	92,12	128,81	146,54
12	47,56	93,99	131,43	149,51
13	48,44	95,74	133,88	152,30
14	49,28	97,39	136,19	154,93
15	50,07	98,95	138,37	157,41
16	50,82	100,44	140,45	159,77
17	51,54	101,85	142,43	162,03
18	52,22	103,21	144,32	164,18
19	52,88	104,50	146,13	166,24
20	53,51	105,75	147,87	168,22
21	54,11	106,94	149,55	170,12
22	54,70	108,10	151,16	171,96
23	55,26	109,21	152,72	173,73
24	55,81	110,29	154,23	175,45

### 1.1. STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

Ai fini della quantificazione delle portate massime attese alle sezioni di controllo del bacino investito dagli eventi di pioggia, di cui si sono determinate le curve di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, si è proceduto alla determinazione degli idrogrammi di piena utilizzando il software HEC-HMS della U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center ([www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil)).

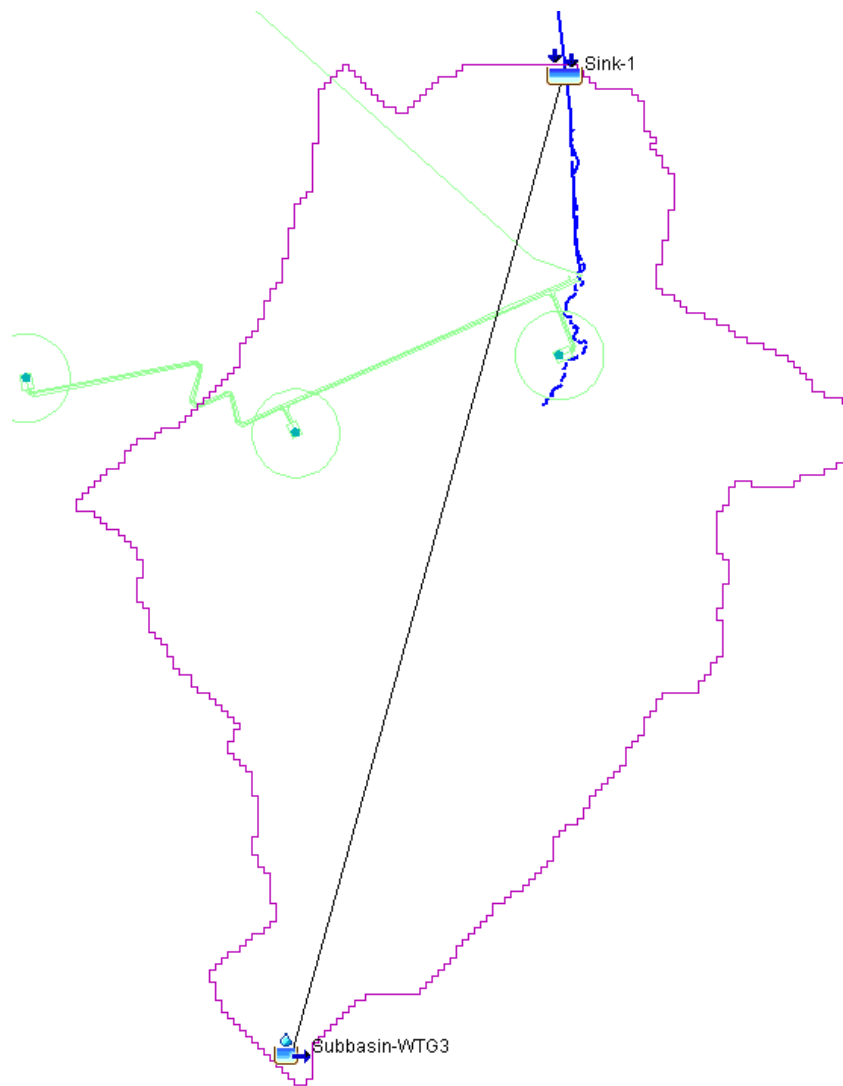
Schematicamente è stato esaminato un evento nell'arco delle 24 ore, ovvero dal 01.01.2000 alle ore 00:00 al 02.01.2000 alle ore 00:00, utilizzando i seguenti metodi per la trasformazione afflussi – deflussi:

1. Loss method = SCS curv number
2. Transform method = SCS unit hydrograph
3. Metereologic model = Specified Hyetograph
4. Routing Metod = lag time

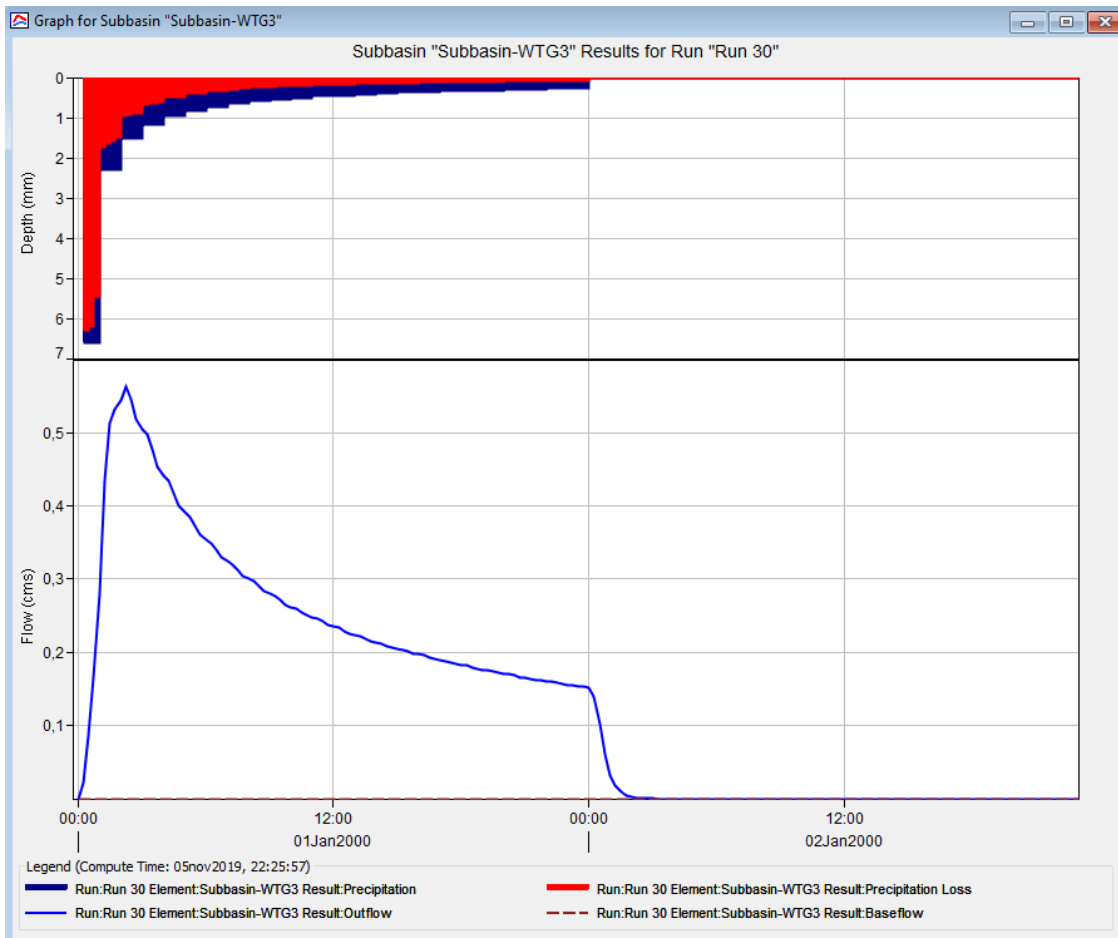
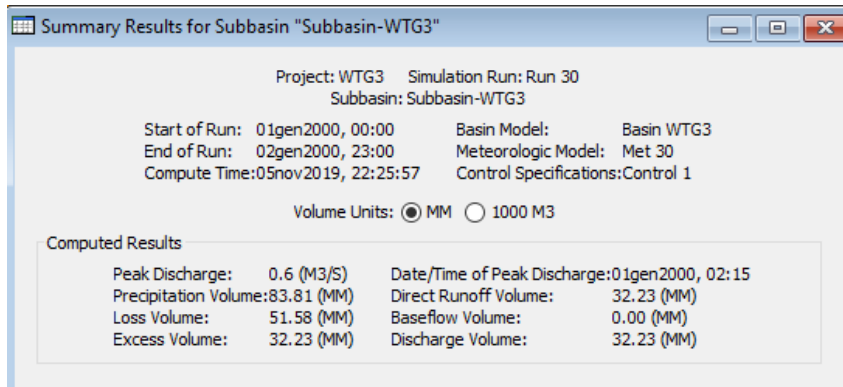
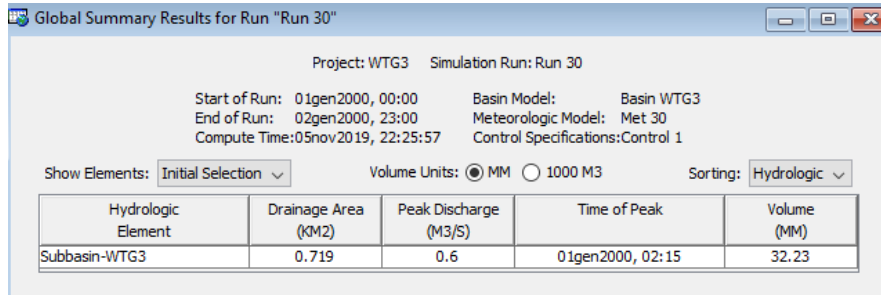
#### Variabili:

5. lag time = 32.3 minuti
6.  $CN_{II}$  = curve number = 75
7. A = area bacino = 0.719 kmq
8. valori discreti della curva di possibilità pluviometrica VAPI a Tr30-Tr200-Tr500

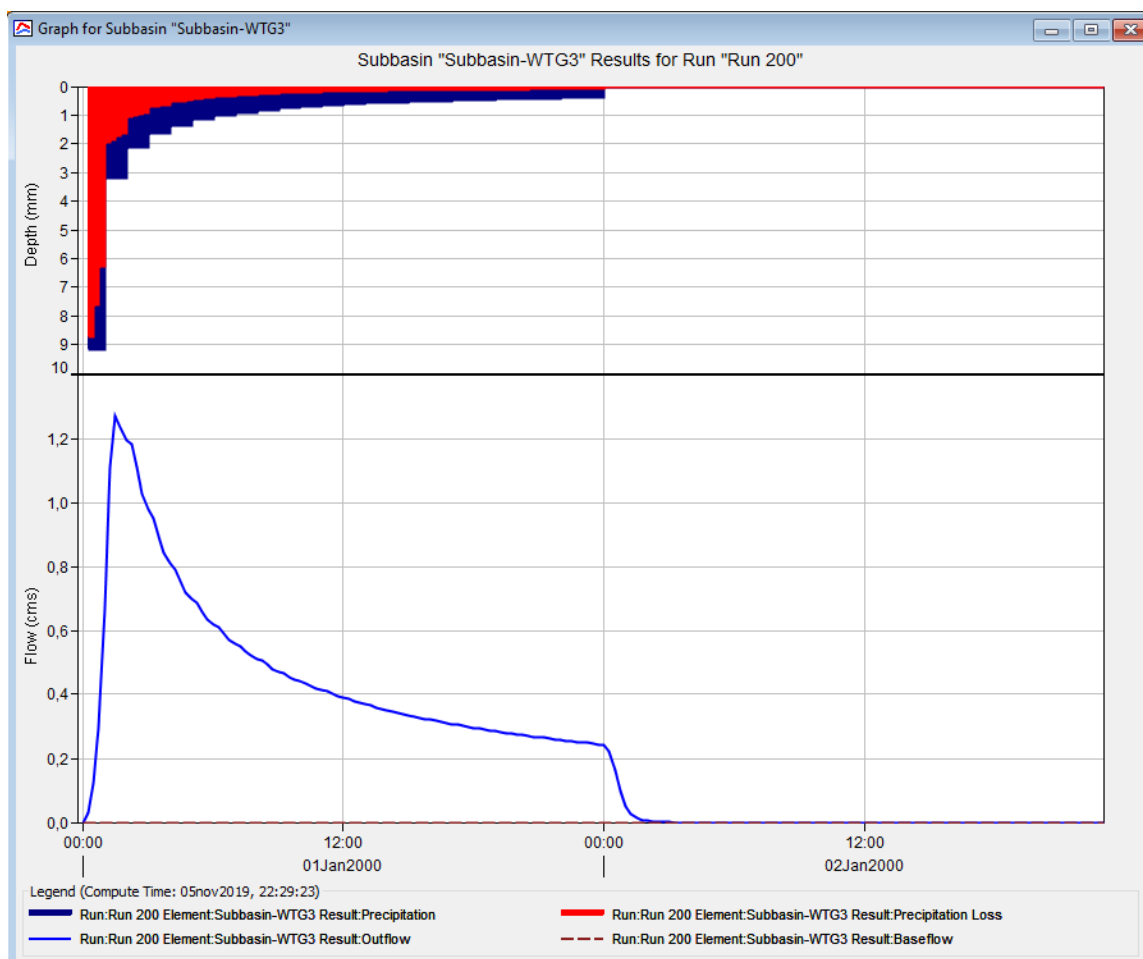
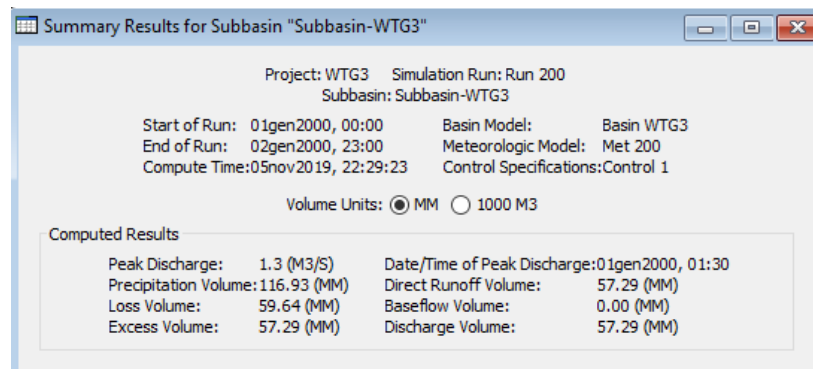
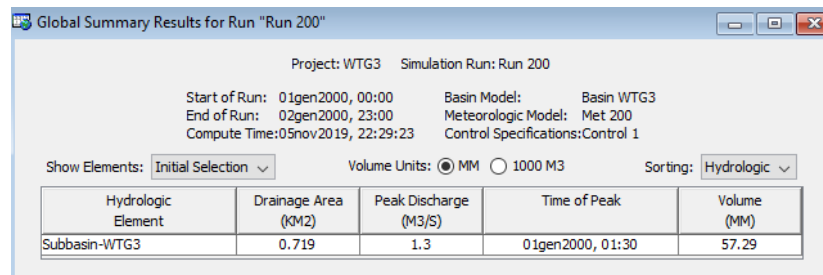
A seguire sono riportate le risultanze grafiche, lo schema adottato ed i valori massimi di portata ottenuti.



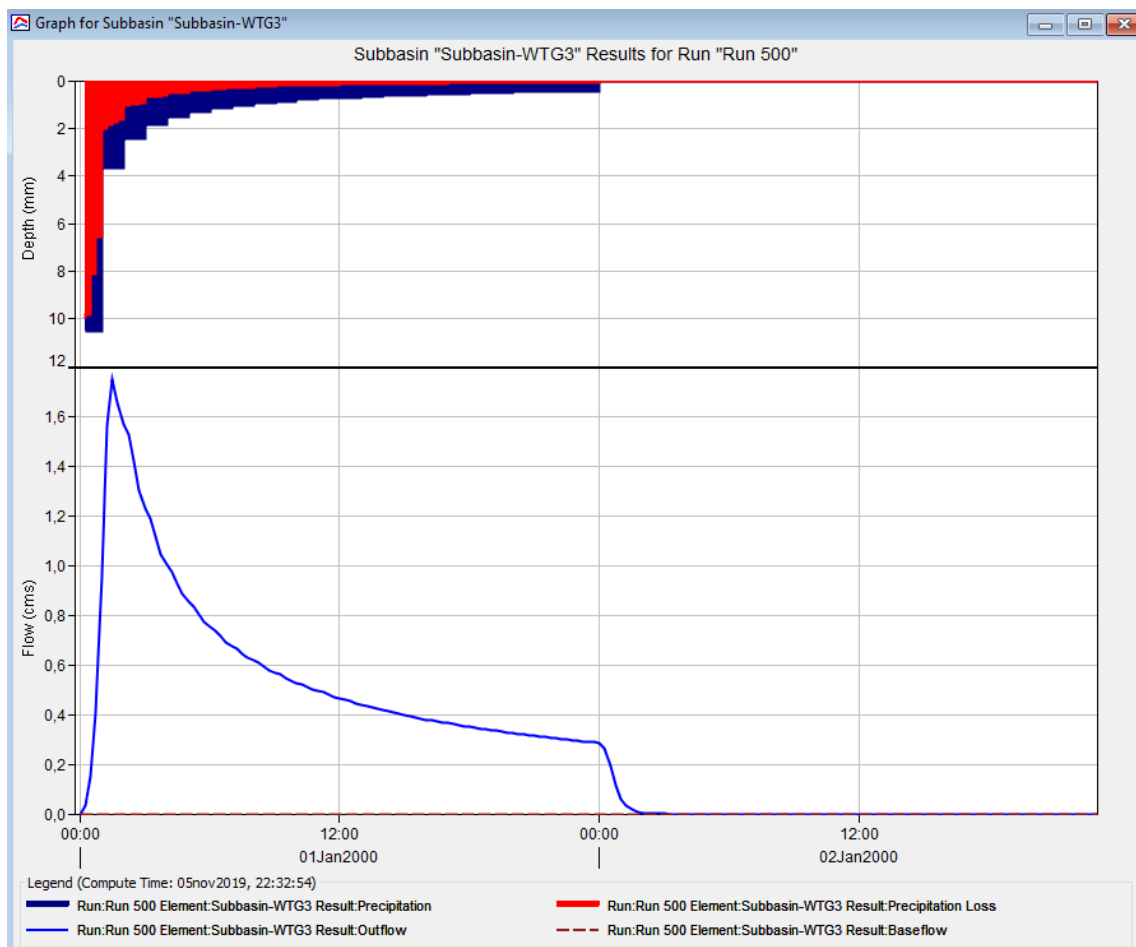
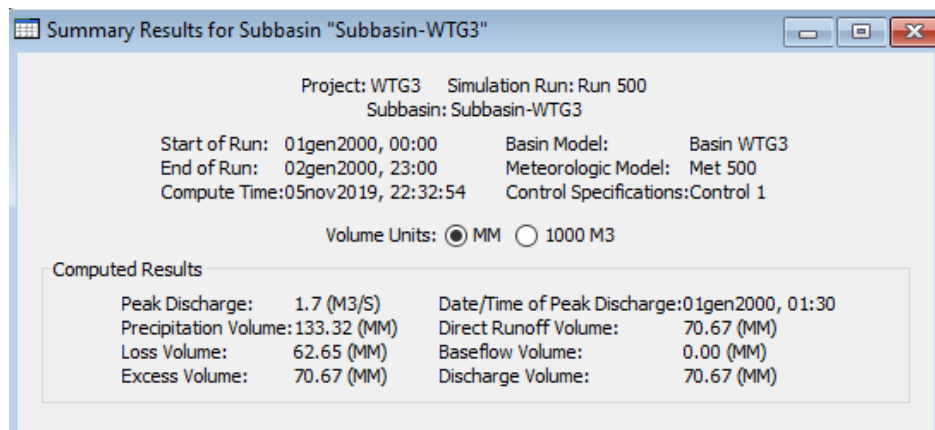
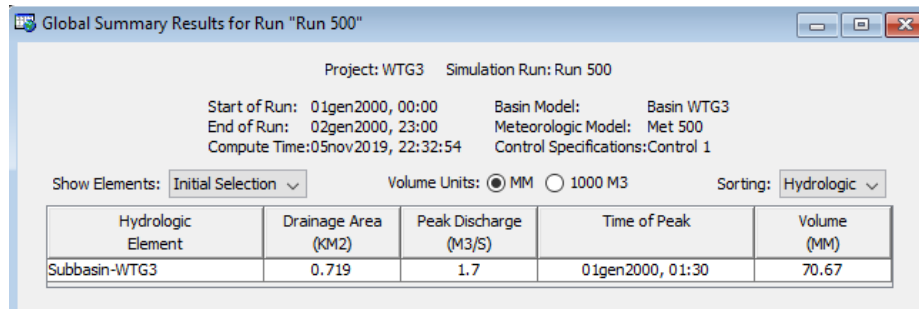
TR 30 ANNI



## TR 200 ANNI



## TR 500 ANNI



Dalle elaborazioni eseguite si sono ottenuti i risultati delle altezze di pioggia e delle relative porte al colmo di piena per i tre tempi di ritorno  $TR = 30-200-500$  anni.

ALTEZZE DI PIOGGIA AL COMO PER $Tr = 30, 200, 500$ ANNI			
Bacino	h30 (mm)	h200 (mm)	h500 (mm)
WTG3	32.23	57.29	70.67

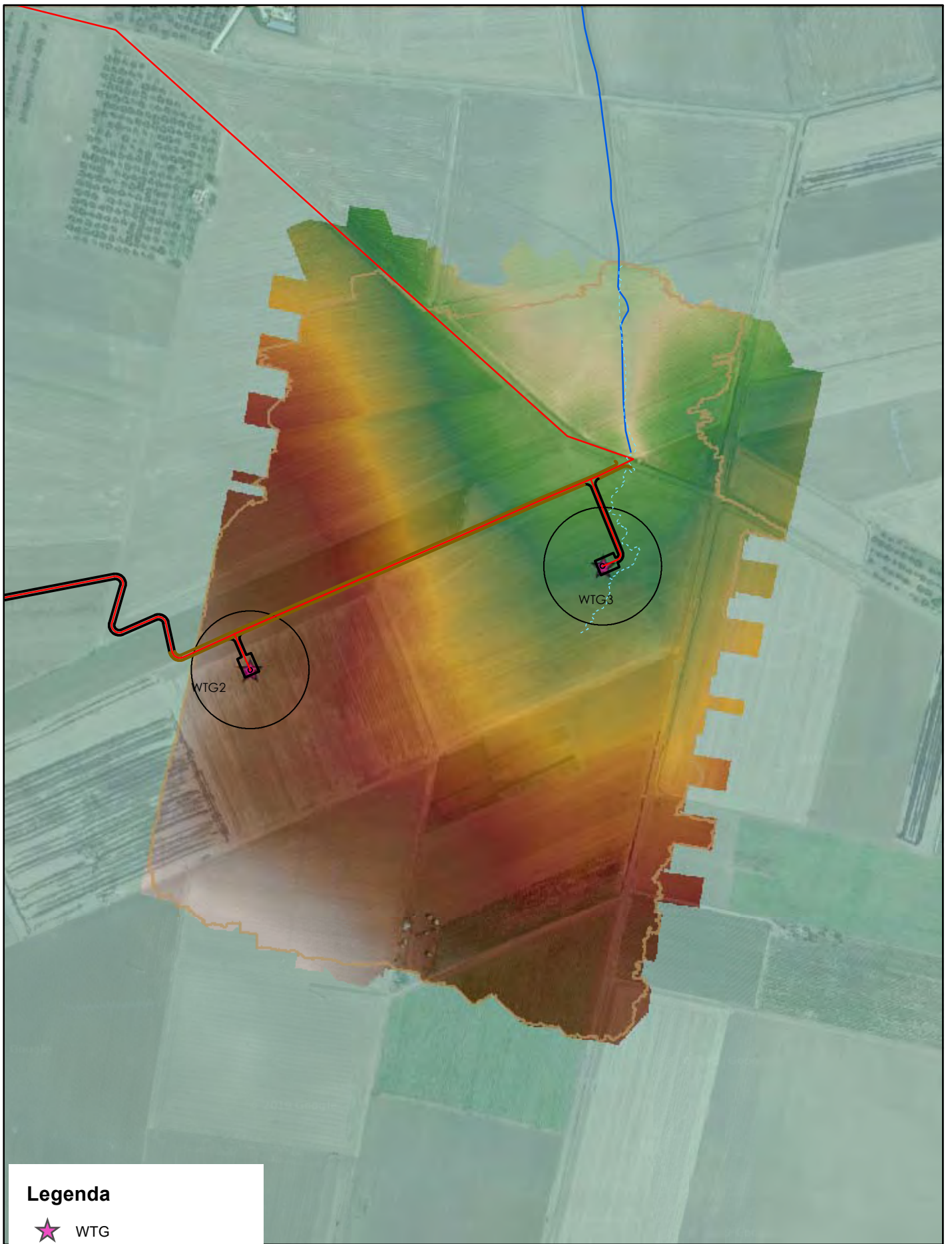
PORTATE AL COMO PER $Tr = 30, 200, 500$ ANNI			
Bacino	Q30 (mc/sec)	Q200 (mc/sec)	Q500 (mc/sec)
WTG3	0.6	1.3	1.7

## 1.2. ANALISI IDROLOGICA PARTICOLAREGGIATA: SCALA RISOLUZIONE 0,1X01 m.

Determinate le altezze di pioggia e le relative portate al colmo del bacino WTG3, al fine di ottenere un maggiore dettaglio della situazione idrologica ed idraulica in prossimità del punto d'installazione dell'aerogeneratore e delle infrastrutture associate allo stesso (strada di accesso - piazzola definitiva) nonché della strada secondaria esistente, si è ritenuto opportuno eseguire un rilievo di dettaglio mediante volo con drone che coprendo un'area di circa 32 ha centrata sul punto d'installazione, ha restituito un modello digitale del terreno con risoluzione 0,1x0,1 m, dalla cui analisi morfologica si è potuto ricostruire il micro-reticolo delle acque scolanti individuando in maniera realistica il percorso di scolo delle acque da prima dell'aerogeneratore fino all'imbocco al reticolo idrografico cartografato CTR e IGM (116 m a valle di WTG), micro reticolo che ha permesso di studiare ed analizzare eventuali interventi di tipo idraulico per l'intercetto delle acque scolanti e la loro corretta regimentazione.



Particolare micro-reticolo scala 1:1.000



**Legenda**

★ WTG

**DEM-WTG3-0.1x0.1**

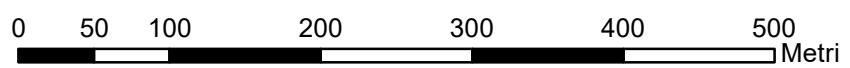
- Alto : 35.7246



- Basso : 18.4537

--- MICRORETICOLO-WTG3

— reticolo CTR



Come si può osservare anche dal particolare del DTM 01x01 m, circa 10 m. prima dell'incrocio tra la strada secondaria asfaltata e la stradina sterrata di accesso all'aerogeneratore, è presente un tombino di raccolta ed attraversamento delle acque scolanti provenienti da monte; il percorso di scolo delle acque determinato con il rilievo di dettaglio rappresenta che le acque scolanti convergono verso questo tombino che permette l'attraversamento delle acque al di sotto del rilevato stradale, per drenarle poi verso il reticolo rappresentato in CTR.

Il tombino esistente è costituito da una struttura in cls con due luci circolari di diametro  $\Phi_1 = 0,75$  m. –  $\Phi_2 = 0,60$  m., per cui garantisce una portata di smaltimento pari a  $Q_t = 1,68$  m<sup>3</sup>/s.



Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

Dati di calcolo

D  m = Diametro interno del canale  
 w  % = Livello percentuale riempimento del canale  
 i  m/m = Pendenza del canale  
 k  = Coefficiente di scabrezza

Q  m<sup>3</sup>/s = Portata della condotta

[Tabella diametri interni tubazioni](#)

$v = k R^{2/3} i^{1/2}$

Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

- 120 Tubi Pe, PVC, PRFV
- 100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita
- 80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.
- 60 Tubi con incrostazioni e depositi
- 40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

**Q<sub>1</sub> = 1,23 m<sup>3</sup>/s**

Dati di calcolo

D  m = Diametro interno del canale  
 w  % = Livello percentuale riempimento del canale  
 i  m/m = Pendenza del canale  
 k  = Coefficiente di scabrezza

Q  m<sup>3</sup>/s = Portata della condotta

[Tabella diametri interni tubazioni](#)

$v = k R^{2/3} i^{1/2}$

Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

- 120 Tubi Pe, PVC, PRFV
- 100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita
- 80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.
- 60 Tubi con incrostazioni e depositi
- 40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

**Q<sub>2</sub> = 0,68 m<sup>3</sup>/s**

La portata totale di smaltimento del tombino è pari a:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = 1,23 + 0,68 = 1,68 \text{ m}^3/\text{s}$$

Confrontando i valori di portata del tombino (1,0 mc/s) con le portate attese nella simulazione idrologica del bacino cui è sotteso il tombino stesso, per i tempi di ritorno utilizzati (TR = 30-200-500 anni) la funzionalità idraulica del tombino esistente risulta verificata per tutti e tre i



tempi di ritorno:

TR 30 anni	TR 200 anni	TR 500 anni
<b>1,68 m<sup>3</sup>/s</b> > 0,6 m <sup>3</sup> /s	<b>1,68 m<sup>3</sup>/s</b> > 1,3 m <sup>3</sup> /s	<b>1,68 m<sup>3</sup>/s</b> > 1,7 m <sup>3</sup> /s

Al fine di garantire un regolare e razionalizzato deflusso delle acque scolanti verso il tombino, poiché l'interventi di realizzazione dell'aerogeneratore, che come risultato finale sulla morfologia del terreno comprenderà una sopraelevazione delle aree rappresentate dalla Piazzola Finale e Rilevato stradale di accesso alla piazzola, per un'altezza pari a circa 0,30 m, lungo il margine meridionale della piazzola si provvederà a realizzare una canaletta perimetrale di raccolta acque che intercetterà le acque scolanti intercettate dalle opere, convogliandole in maniera controllata verso il tombino che ne assicurerà lo smaltimento oltre il rilevato stradale asfaltato della viabilità comunale secondaria, con impatto praticamente nullo nei confronti del naturale deflusso idrico superficiale, ma con sicuro controllo delle aliquote idriche scolanti intercettate dalle opere di progetto.

La canaletta di raccolta perimetrale, verrà dimensionata in modo da poter contenere l'intero volume calcolato di bacino (TR200 → 1,6 m<sup>3</sup>/s), considerando un battente delle acque di scolo pari a 0,50 m, le dimensioni del canale di intercetto e di scolo avrà le dimensioni pari a

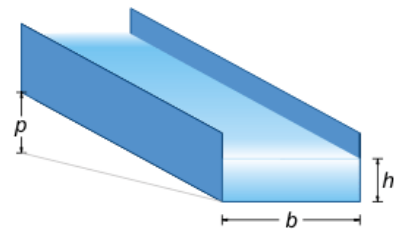
- Larghezza Interna = 1,0 m
- Altezza Interna = 0,80 m
- Pendenza = 1%
- Portata di scolo (battente 0,5 m) → **Q<sub>1</sub> = 1,67 m<sup>3</sup>/s** > **Q<sub>200</sub> = 1,6 m<sup>3</sup>/s**

#### Portata di un ruscello

##### Dati di calcolo

**b**  m = Larghezza del canale  
**h**  m = Spessore del battente d'acqua  
**p**  m/m = Pendenza  
**c**  = Scabrezza

**Q**  m<sup>3</sup>/s = **Portata del canale**

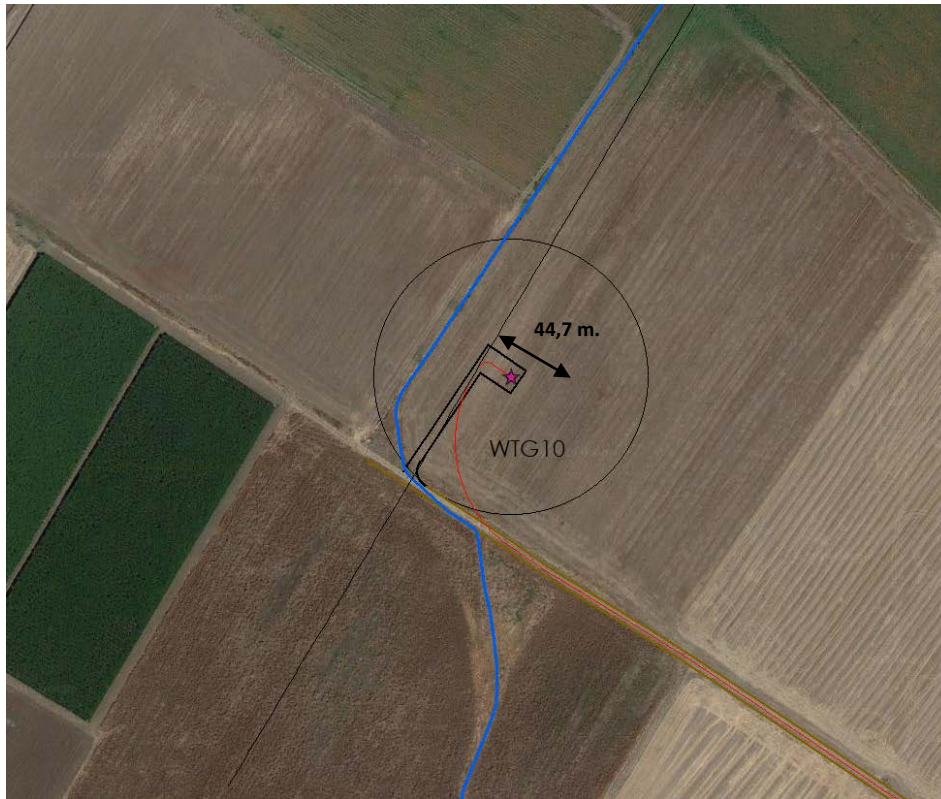


Scabrezza relativa all'alveo:

- 0.05 Plastica con giunti ben raccordati
- 0.10 Cemento liscio o metallico
- 0.15 Cemento grossolano, muratura regolare
- 0.30 Cemento con ciottoli di fiume infissi
- 0.35 Cemento degradato, muratura grezza

## 2. ANALISI IDROLOGICA - WTG 10

Il reticolo idrografico, riportato nella cartografia idrogeomorfologica nella CTR (scala 1:5.000) e nella cartografia IGM (scala 1:25.000), dista circa 45 m. dal punto d'installazione dell'aerogeneratore (centro torre), pertanto ricade nell'area di pertinenza fluviale (entro 150 m dal reticolo) ai sensi degli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI.



Per la definizione dei parametri idrologici da applicare nella verifica idraulica si è proceduto ad eseguire l'analisi idrologica del bacino, ponendo la sezione di chiusura a circa 456 m. più a valle del punto di installazione dell'aerogeneratore, comprendendo, naturalmente, anche tutta l'area di bacino posta a monte dello stesso.

L'analisi morfologica è stata eseguita utilizzando come base il DEM della CTR risoluzione 8x8 m, non disponendo per quest'area di cartografia digitale LIDAR.

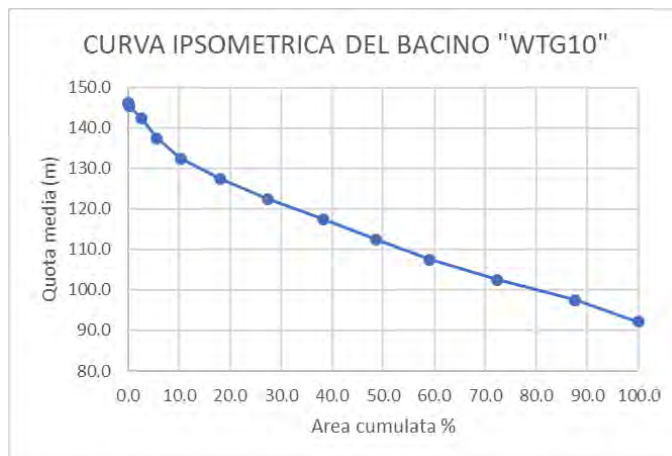
Dall'analisi morfologica si sono desunti i parametri morfometrici del bacino per la determinazione delle portate da assegnare nell'analisi idraulica.

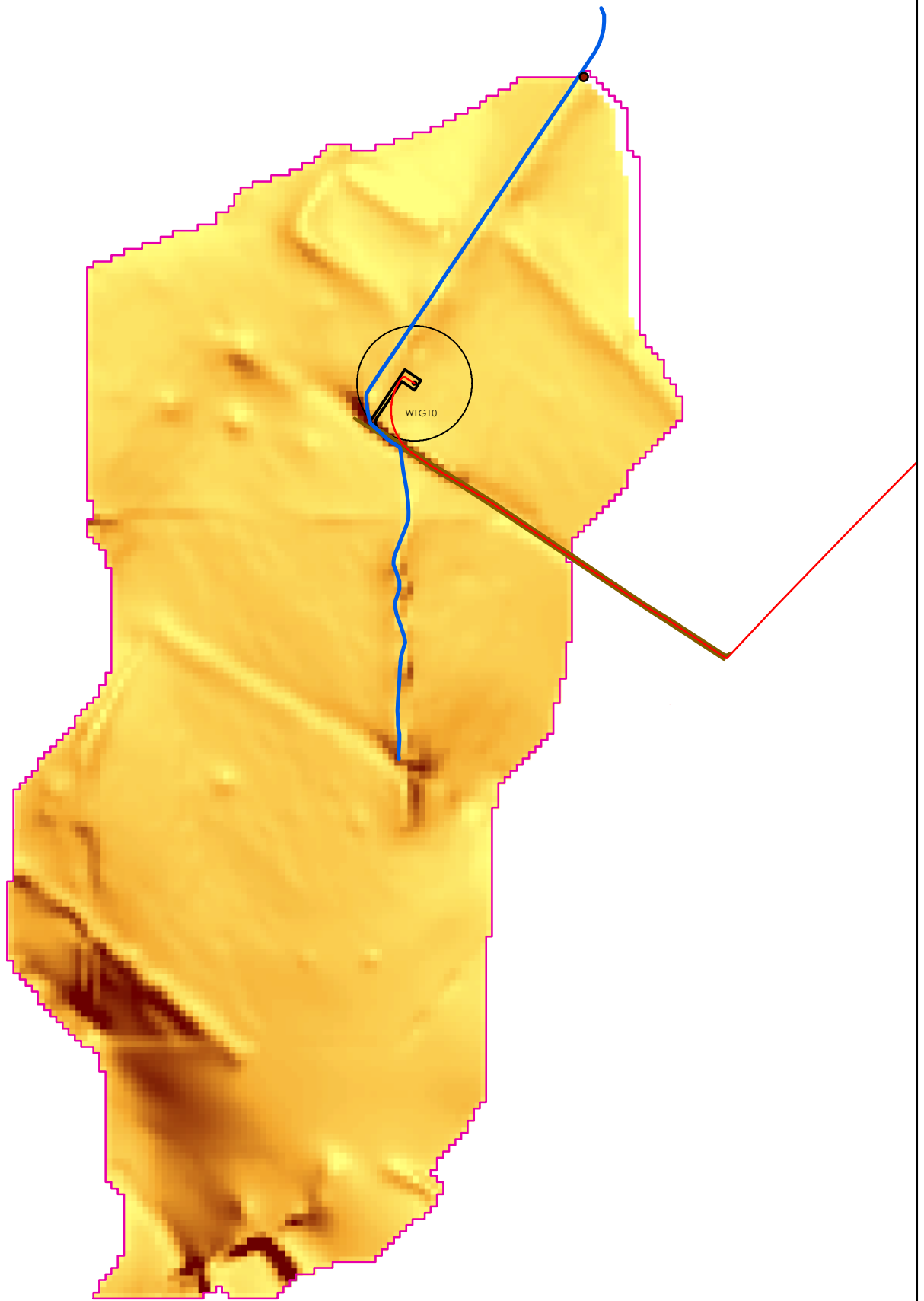
Per l'analisi idrologica è stato applicato il metodo di regionalizzazione Va.Pi. (Zona 1), determinando quindi la pioggia di progetto, con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, attraverso il metodo SCS-CN; per la trasformazione in deflussi si è utilizzato una software HEC-HMS messo a disposizione della U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center.

Si riportano di seguito i parametri morfometrici utilizzati per lo sviluppo delle metodologie di calcolo sopra citate:



CARATTERISTICHE FISIOGRAFICHE BACINO IDROGRAFICO							
Bacino	Area (kmq)	Lmax (km)	Hmax (m. s.l.m.)	Hm (m. s.l.m.)	Hmin (m. s.l.m.)	Im (%)	Lag Time (ore)
WTG10	0.893	1.639	146.4	110.9	89.2	5.4	0.87





**Legenda**

**Pendenze 8x8.tif**

**Valore**

Alto : 18.771

Basso : 0

Reticolo WTG10 CTR

Le quote del bacino variano tra i 89,2 m. e 146,4 m. s.l.m., con quota media posta a 110,9 m. s.l.m., caratterizzato da litologie medio-fini, limi e sabbie con elementi ghiaiosi intercalati, che nel complesso permettono un discreto drenaggio sotterraneo delle acque meteoriche; trattandosi di terreni adibiti ad uso agricolo estensivo, è plausibile potergli associare un valore del CN<sub>II</sub> (Curve Number) = 75.

CN (I) =	<b>57</b>
CN (II) =	<b>75</b>
CN (III) =	<b>87</b>

<b>LAG TIME</b>	<b>Ore</b>	<b>Minuti</b>
tl 1	<b>0.87</b>	<b>52.3</b>

$$\text{con } \rightarrow \text{tl} = 0.342 * (L^{0.8/i^{0.5}}) * ((1000/\text{CN}-9)^{0.7})$$

dove

L = lunghezza dell'asta principale del bacino [km] = 1.639 km

i = pendenza media percentuale del bacino (in % compresa fra 0 e 100) = 1,6 %

CN = Curve Number del Soil Conservation Service (compreso fra 0 e 100) = 87

Tipo di copertura	Tipo di copertura		Classe del suolo				
	Uso del suolo	Trattamento o pratica	Condizione idrologica	A	B	C	D
Maggesi		a solchi dritti	-	77	86	91	94
Colture a solchi		a solchi dritti	cattiva	72	81	88	91
		a solchi dritti	buona	67	78	85	89
		a reggipoggio	cattiva	70	79	84	88
		a reggipoggio	buona	65	75	82	86
		a re. e terrazze	cattiva	66	74	80	82
		a re. e terrazze	buona	62	71	78	81
Grani piccoli		a solchi dritti	cattiva	65	76	84	88
		a solchi dritti	buona	63	75	83	87
		a reggipoggio	cattiva	63	74	82	85
		a reggipoggio	buona	61	73	81	84
		a re. e terrazze	cattiva	61	72	79	82
		a re. e terrazze	buona	59	70	78	81
Legumi seminati folti o prati in rotazione		a solchi dritti	cattiva	66	77	85	89
		a solchi dritti	buona	58	72	81	85
		a reggipoggio	cattiva	64	75	83	85
		a reggipoggio	buona	55	69	78	83
		a re. e terrazze	cattiva	63	73	80	83
		a re. e terrazze	buona	51	67	76	80
Pascoli			cattiva	68	79	86	89
			discreta	49	69	79	84
			buona	39	61	74	80
		a reggipoggio	cattiva	47	67	81	88
		a reggipoggio	discreta	25	59	75	83
		a reggipoggio	buona	6	35	70	79
Prati			buona	30	58	71	78
Boschi			cattiva	45	66	77	83
			discreta	36	60	73	79
			buona	25	55	70	77
Aziende agricole		-	59	74	82	86	
Strade sterrate		-	72	82	87	89	
Str. pavimentate		-	74	84	90	92	

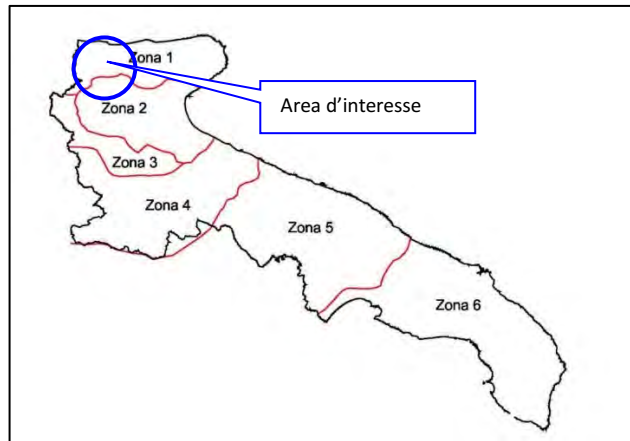
<b>A</b>	Bassa capacità di deflusso - suoli con elevata infiltrabilità anche se completamente saturi - sabbie e ghiaie profonde ben drenate - notevole conducibilità idrica
<b>B</b>	Suoli con moderata infiltrabilità se saturi - discretamente drenati e profondi - tessitura medio-grossolana - conducibilità idrica media
<b>C</b>	Suoli con bassa infiltrabilità se saturi - uno strato impedisce la percolazione verticale - suoli con tessitura medio-fine e basso infiltrabilità - conducibilità idrica bassa
<b>D</b>	Capacità di deflusso elevata - suoli con infiltrabilità ridottissima in condizioni di saturazione - suoli ricchi di argilla rigonfianti - suoli con strato argilloso superficiale - suoli poco profondi su substrato impermeabile - conducibilità idrica estremamente bassa

## 2.1. PROCEDURE REGIONALI DI VALUTAZIONE DELLA PRECIPITAZIONE

Spesso nelle applicazioni idrologiche si presenta la necessità di stimare valori di una determinata grandezza, per esempio la precipitazione in siti non strumentati oppure, come nel caso in esame, con dati misurati che si ritengono insufficienti per numero e qualità.

Le procedure di regionalizzazione, che si utilizzeranno per la definizione della pluviometria di riferimento, rispondono a tale esigenza.

La metodologia propria del progetto VAPI effettua la regionalizzazione delle piogge su sei zone omogenee, in cui è stata suddivisa la Puglia, con formulazioni diverse per ognuna di esse;



La curva di possibilità pluviometrica di base (C.P.P.) utilizzata per le valutazioni idrologiche è la seguente:

$$h(t) = K_T \cdot 26.8 \cdot t^{[(0.720+0.00503z)/3.178]}$$

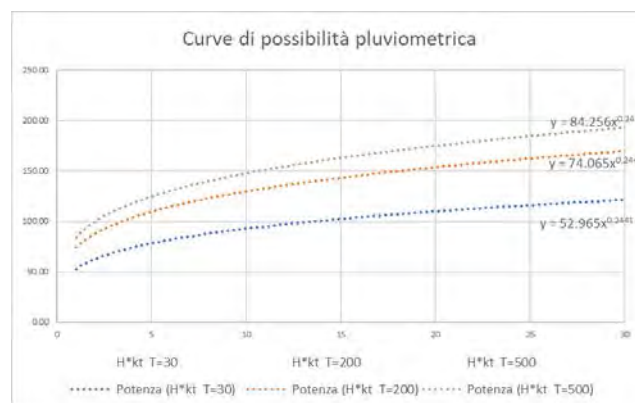
dove:

“z” è la quota assoluta sul livello del mare espressa in metri (26,8 m.);

“K<sub>T</sub>” è il fattore di crescita funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto espresso in anni che per la Puglia settentrionale vale

$$K_T = 0.5648 + 0.415 \cdot \ln T$$

Da cui si è potuto realizzare il grafico delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) per i tre tempi di ritorno 30-200-500 anni



VAPI ZONA 1		BACINO WTG 10		VAPI ZONA 1				
t (ore)	H (mm)		h (m. sul l.m.)	t (ore)	H (mm)	H*kt T=30	H*kt T=200	H*kt T=500
1	26.80		111	1	26.80	52.96	74.06	84.26
2	31.74			2	31.74	62.73	87.72	99.79
3	35.04			3	35.04	69.26	96.85	110.17
4	37.59			4	37.59	74.30	103.89	118.19
5	39.70	$K_T = 0.5648 + 0.415 \cdot \ln T$		5	39.70	78.46	109.71	124.81
6	41.51	T	Kt	6	41.51	82.03	114.70	130.49
7	43.10	30	1.98	7	43.10	85.17	119.10	135.49
8	44.52	200	2.76	8	44.52	87.99	123.05	139.98
9	45.82	500	3.14	9	45.82	90.56	126.64	144.06
10	47.02			10	47.02	92.92	129.94	147.82
11	48.12			11	48.12	95.11	133.00	151.30
12	49.16			12	49.16	97.15	135.85	154.54
13	50.13			13	50.13	99.07	138.53	157.59
14	51.04			14	51.04	100.88	141.06	160.47
15	51.91			15	51.91	102.59	143.46	163.20
16	52.73			16	52.73	104.22	145.74	165.79
17	53.52			17	53.52	105.77	147.91	168.26
18	54.27			18	54.27	107.26	149.99	170.63
19	54.99			19	54.99	108.68	151.98	172.89
20	55.69			20	55.69	110.05	153.90	175.07
21	56.35			21	56.35	111.37	155.74	177.17
22	57.00			22	57.00	112.64	157.52	179.19
23	57.62			23	57.62	113.87	159.24	181.15
24	58.22			24	58.22	115.06	160.90	183.04

## 2.2. STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

Ai fini della quantificazione delle portate massime attese alle sezioni di controllo del bacino investito dagli eventi di pioggia, di cui si sono determinate le curve di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, si è proceduto alla determinazione degli idrogrammi di piena utilizzando il software HEC-HMS della U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center ([www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil)).

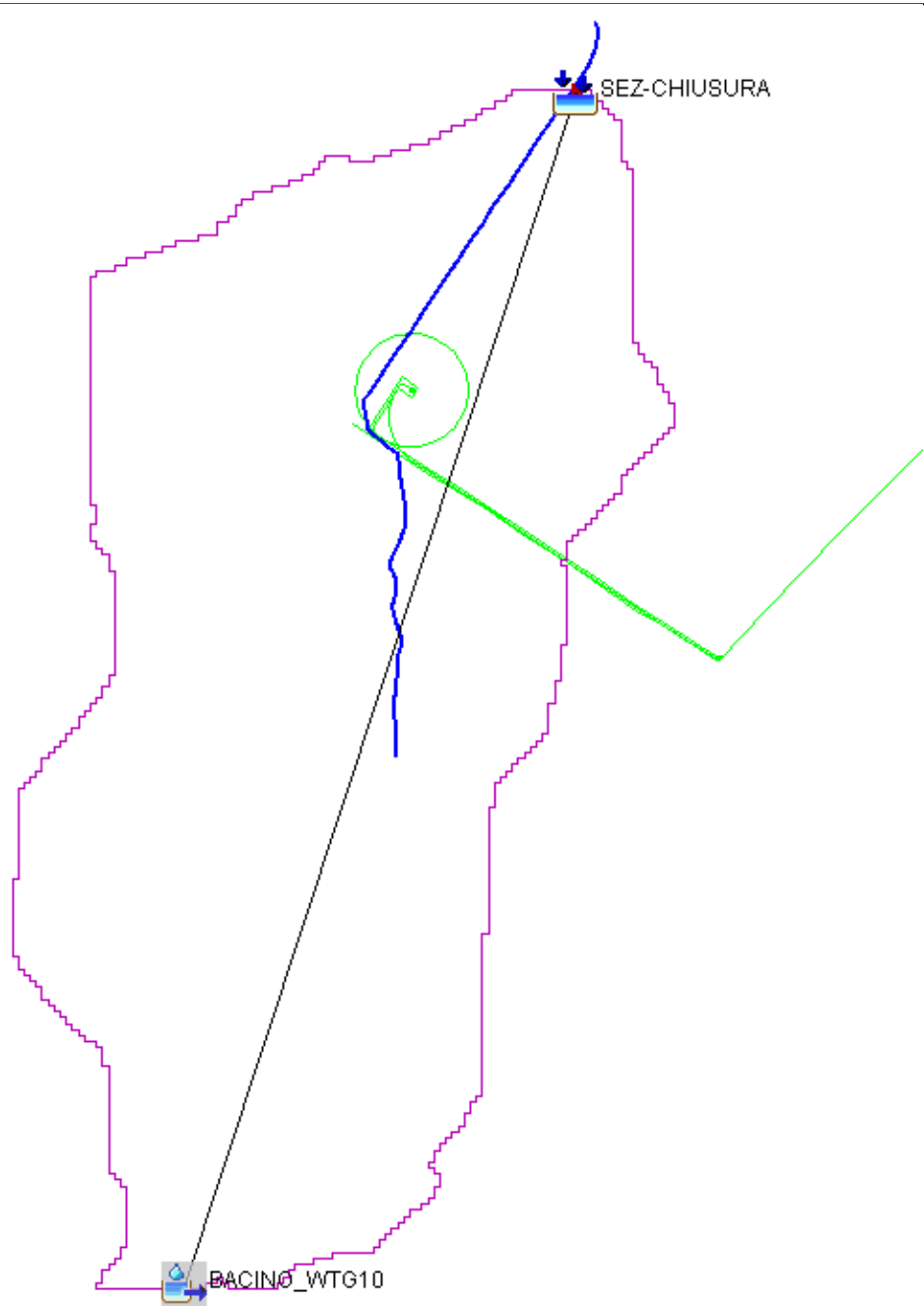
Schematicamente è stato esaminato un evento nell'arco delle 24 ore, ovvero dal 01.01.2000 alle ore 00:00 al 02.01.2000 alle ore 00:00, utilizzando i seguenti metodi per la trasformazione afflussi – deflussi:

1. Loss method = SCS curv number
2. Transform method = SCS unit hydrograph
3. Metereologic model = Specified Hyetograph
4. Routing Metod = lag time

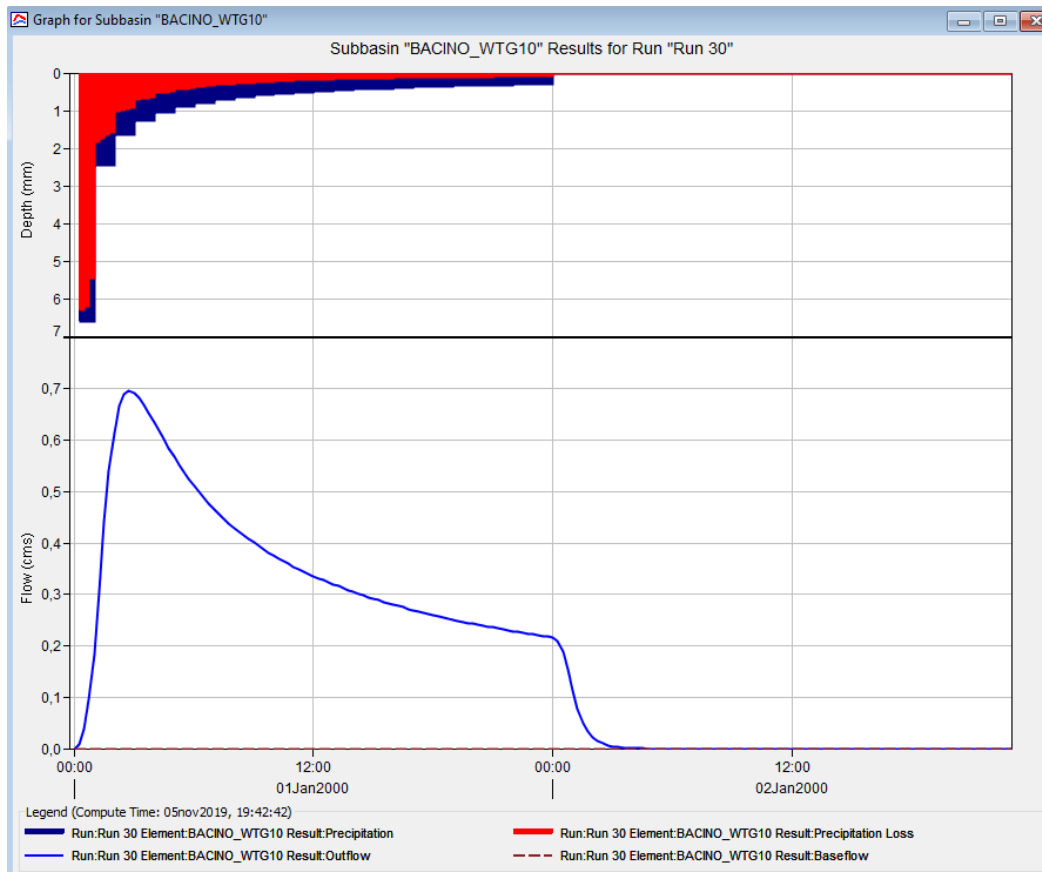
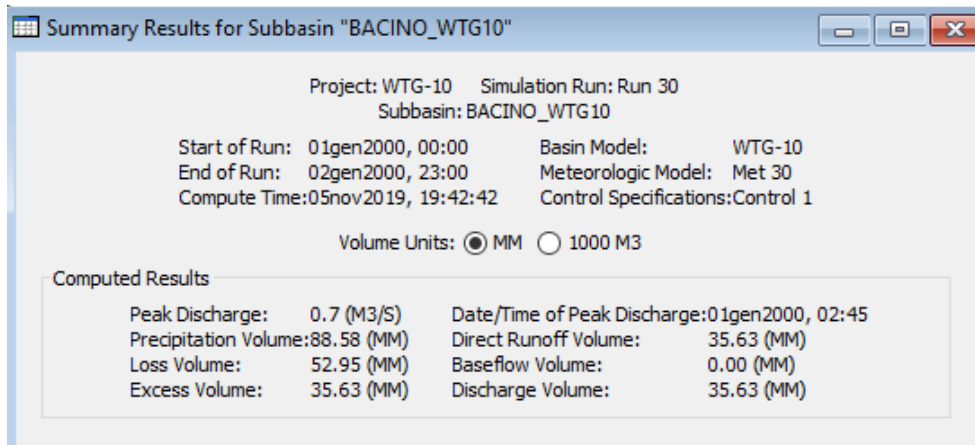
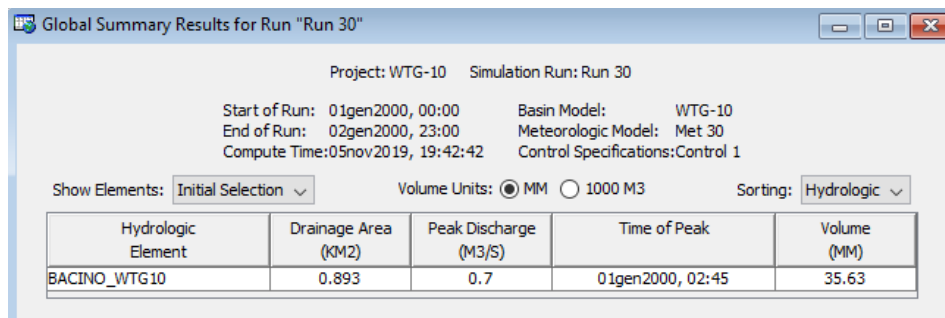
### Variabili:

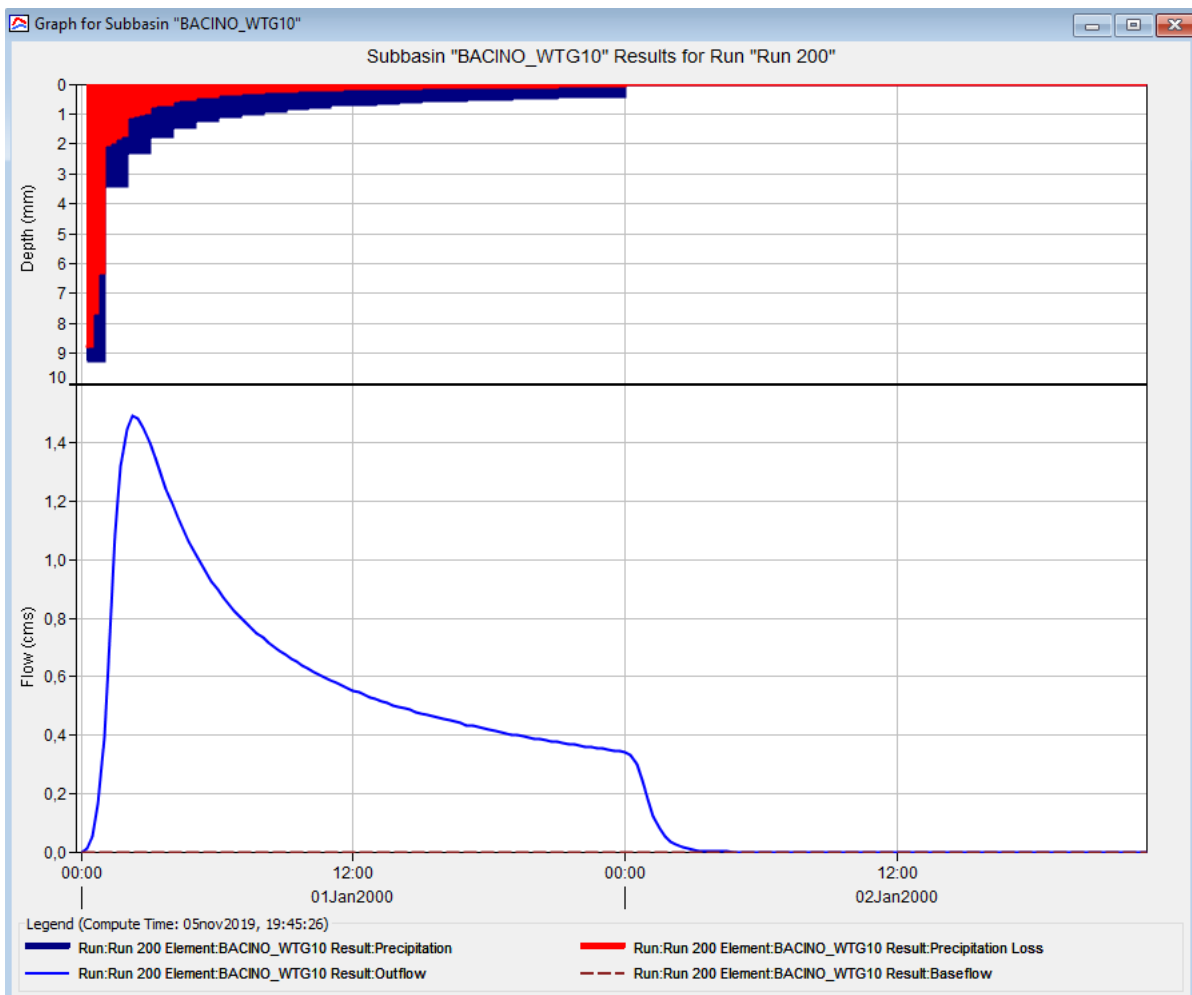
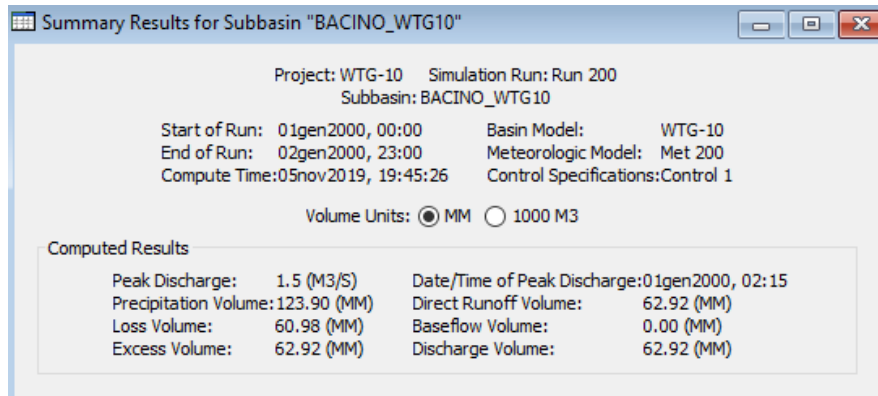
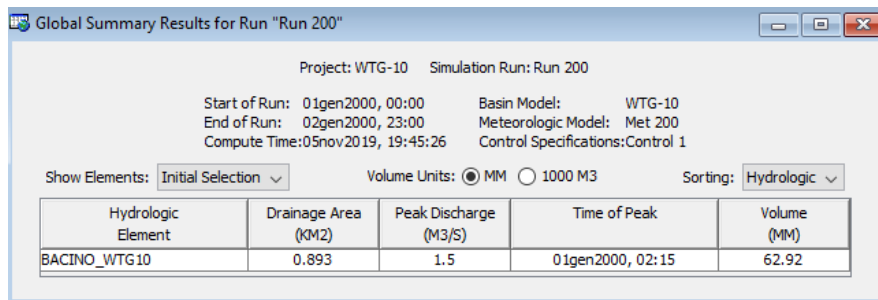
5. lag time = 52.3 minuti
6.  $CN_{II}$  = curve number = 75
7. A = area bacino = 0.893 kmq
8. valori discreti della curva di possibilità pluviometrica VAPI a Tr30-Tr200-Tr500

A seguire sono riportate le risultanze grafiche, lo schema adottato ed i valori massimi di portata ottenuti.

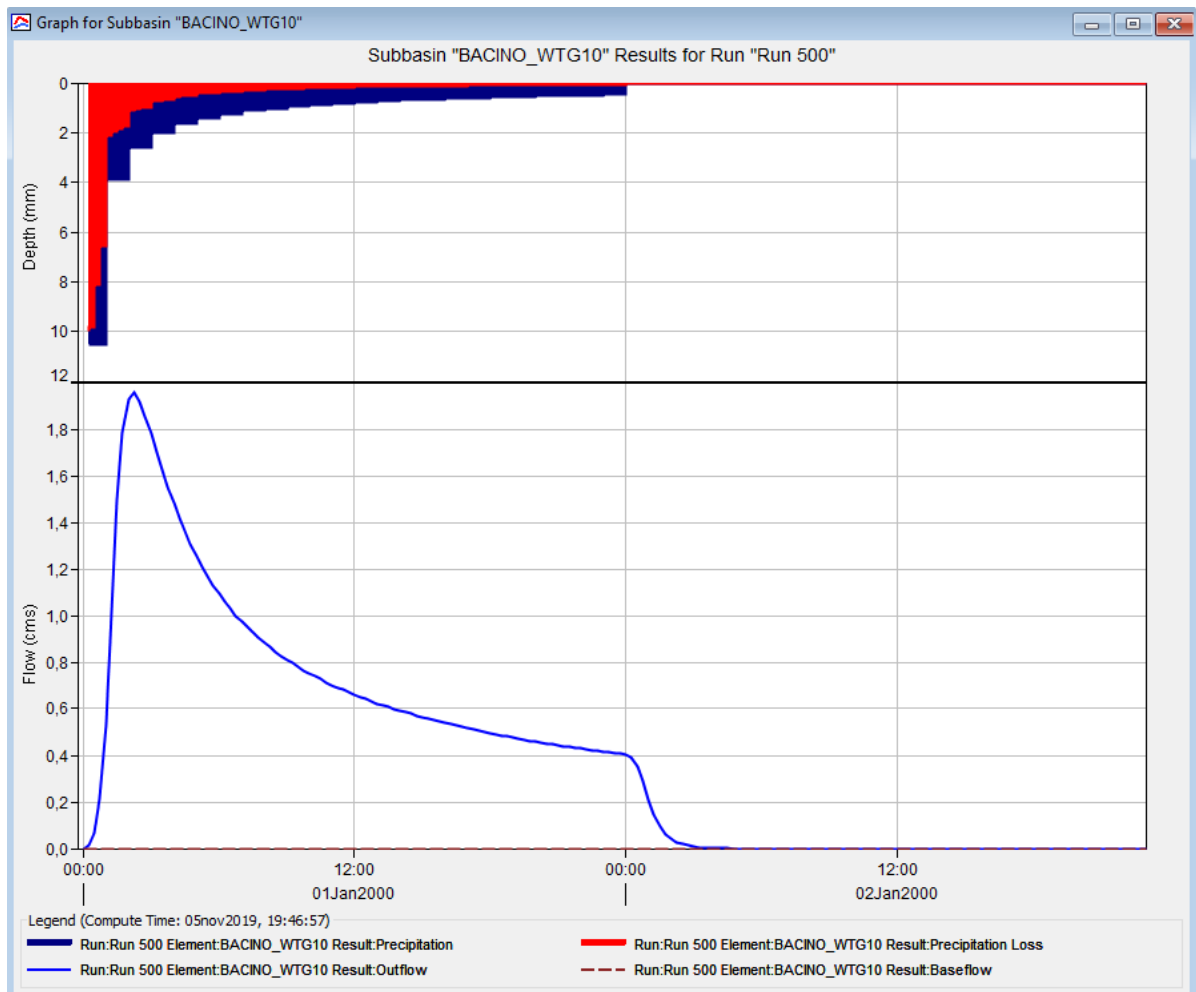
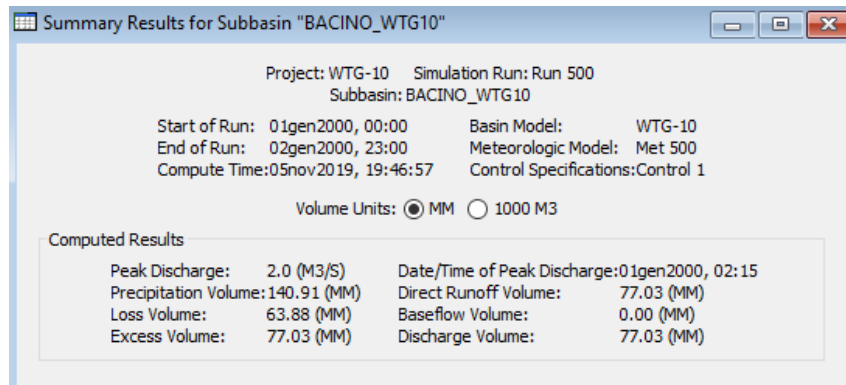
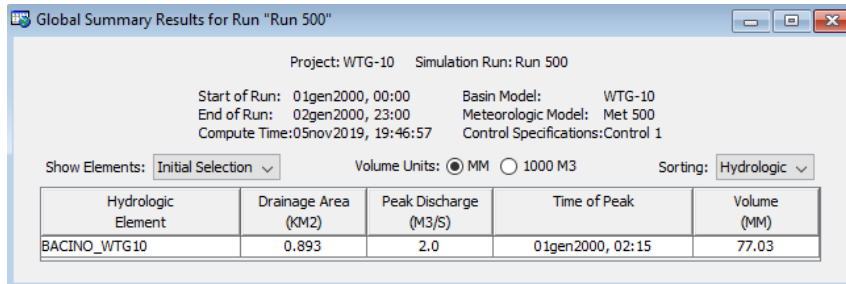








## TR 500



Dalle elaborazioni eseguite si sono ottenuti i risultati delle altezze di pioggia e delle relative porte

---

al colmo di piena per i tre tempi di ritorno TR = 30-200-500 anni.

ALTEZZE DI PIOGGIA AL COMO PER Tr = 30, 200,500 ANNI			
Bacino	h30 (mm)	h200 (mm)	h500 (mm)
WTG10	35.63	62.92	77.03

PORTATE AL COMO PER Tr = 30, 200,500 ANNI			
Bacino	Q30 (mc/sec)	Q200 (mc/sec)	Q500 (mc/sec)
WTG10	0.7	1.5	2.0

### 2.3. ANALISI IDROLOGICA PARTICOLAREGGIATA: SCALA RISOLUZIONE 0,1X01 m E VERIFICA DELLE OPERE IDRAULICHE

Determinate le altezze di pioggia e le relative portate al colmo del bacino WTG10, al fine di ottenere un maggiore dettaglio della situazione idrologica ed idraulica in prossimità del punto d'installazione dell'aerogeneratore e delle infrastrutture associate allo stesso (strada di accesso - piazzola definitiva), si è ritenuto opportuno eseguire un rilievo di dettaglio mediante volo con drone che, coprendo un'area di circa 90 ha centrata sul punto d'installazione, ha restituito un modello digitale del terreno con risoluzione 0,1x0,1 m, dalla cui analisi morfologica si è potuto ricostruire il micro-reticolo delle acque scolanti individuando in maniera realistica il percorso di scolo delle acque; si osserva che in corrispondenza del tracciato stradale (sterrato, esistente) di collegamento dalla SP e il punto d'ingresso stradina di accesso torre (sterrato, da realizzare), sono presenti due punti di afflusso, uno più a monte che attraversa il tracciato stradale e confluisce nella canalizzazione, il primo "canaletta" in cunetta lato destro stradale (esistente) che rappresenta l'aliquota maggiore, e un secondo percorso di deflusso idrico che corre in lato sinistro (di minore potenzialità idrica), che confluisce in corrispondenza di un "tubazione in cls" che permette l'attraversamento del rilevato stradale, che confluisce poi in canale naturale in lato destro.

Le dimensioni delle opere presenti sono le seguenti:

1. Canaletta (C1): Sezione Trapezoidale  
Lmax = 2 m  
Lmin = 1,0 m  
H = 1,0  
Rivest. pareti/fondo → cls  
Pend. = 1%

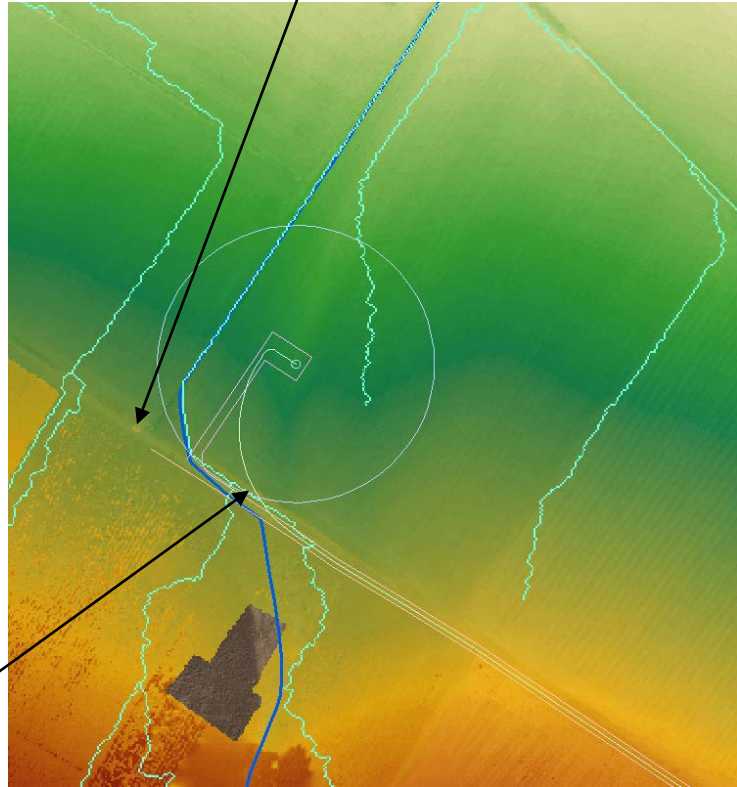


2. Tubazione bypass strada (T1): Sezione Circolare  
Diametro int. = 0,80 m  
Diametro est. = 1,10 m  
Rivestimento = cls

**(NON PARTECIPANTE A DEFLUSSO PRINCIPALE)**



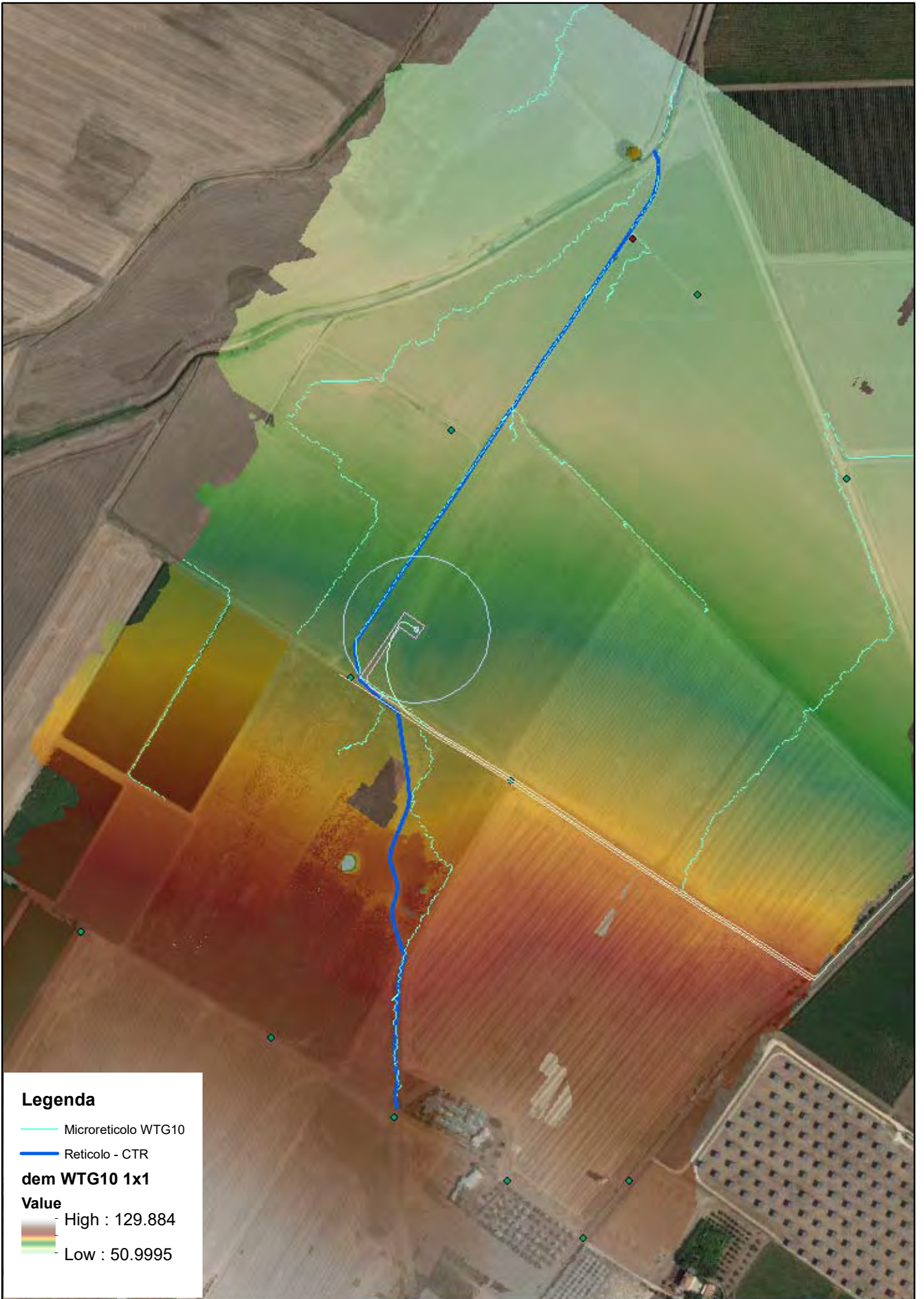
Tubazione bypass esistente (T1)



Particolare micro-reticolo scala 1:2.000



Cunetta esistente (C1)



**Legenda**

— Microreticolo WTG10

— Reticolo - CTR

**dem WTG10 1x1**

**Value**

— High : 129.884

— Low : 50.9995

0 250 500 Metri



• **VERIFICA CAPACITA' TOMBINO/TUBO BYPASS ESISTENTE (T1)**

Il tubo/tombino di byapass (**NON PARTECIPANTE A DEFLUSSO PRINCIPALE**) possiede un diametro di luce intera pari a  $\Phi = 0,80$  m, pertanto garantisce una portata di smaltimento pari a:

Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

Dati di calcolo

D  m = Diametro interno del canale

w  % = Livello percentuale riempimento del canale

i  m/m = Pendenza del canale

k  = Coefficiente di scabrezza

Q  m<sup>3</sup>/s = Portata della condotta

**Q<sub>T1</sub> = 1,46 m<sup>3</sup>/s**

Tabella diametri interni tubazioni

$v = k R^{2/3} i^{1/2}$

Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

120 Tubi Pe, PVC, PRFV  
 100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita  
 80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.  
 60 Tubi con incrostazioni e depositi  
 40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

Che rapportato alle portate attese calcolate in precedenza per l'intero reticolo, con tempi di ritorno 30-200-500, potrebbe sopprimere all'intero volume di portata per il  $Q_{500} = 1,1$  mc/s:

PORTATE AL COMO PER Tr = 30, 200,500 ANNI			
Bacino	Q30 (mc/sec)	Q200 (mc/sec)	Q500 (mc/sec)
WTG10	0.7	1.5	2.0

Per le verifiche richieste con TR<sub>200</sub>, l'opera già esiste risulta idraulicamente compatibile

**Q<sub>T1</sub> = 1,46 m<sup>3</sup>/s ± = Q<sub>200</sub> = 1,5 m<sup>3</sup>/s**



## • VERIFICA CAPACITA' CANALETTA ESISTENTE (C1)

La canaletta laterale alla stradina di penetrazione ha forma trapezoidale, rivestita in cls grezzo, larghezza di base  $L_{min} = 1,0$  m, larghezza superiore  $L_{max} = 2,0$  m, altezza  $H = 1,0$ , pendenza  $P = 1\%$ , pertanto, per un tirante pari a  $0,5$  m (50% del volume di contenimento), garantisce una portata di smaltimento pari a  $1,6$  mc/s, che rapportati alla portata massima prevista con  $Q_{200} = 0,9$  m<sup>3</sup>/s, permette un contenimento completo delle acque di deflusso.

(VERIFICA SODDISFATTA) →  $Q_{C1} = 1,63 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{200} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$

### CALCOLO MOTO UNIFORME

#### DATI GEOMETRICI

SEZIONE:  Rettangolare  
 Trapezia  
 Circolare

BASE:  m

PENDENZA SPONDE (H:V):  m/m

#### SCABREZZA

INDICE DI SCABREZZA:  Strickler  
 Manning

TIPO:

SOTTOTIPO:

Descrizione	Scabrezza	Minima	Massima
acciaio (canalette)	83.333	90.909	58.824
lamiera ondulata	40.000	47.619	33.333
legno con buon grado di finitura	83.333	100.000	66.667
legno grezzo	66.667	83.333	55.556
calcestruzzo liscio	76.923	90.909	66.667
<b>calcestruzzo grezzo</b>	<b>58.824</b>	<b>71.429</b>	<b>50.000</b>
conglomerato bituminoso liscio	76.923	76.923	76.923
conglomerato bituminoso grezzo	62.500	62.500	62.500
mattoni vetrificati	76.923	90.909	66.667
mattoni con intonaco	66.667	83.333	55.556
pietrame con giunti stilati	40.000	55.556	33.333
scogliera	31.250	43.478	28.571
gunita (sezione di scavo regolarizzata)	52.632	62.500	43.478
gunita (sezione irregolare)	45.455	55.556	40.000

Selezionare una riga dalla tabella sovrastante cliccando sul segno di spunta oppure immettere direttamente il valore di scabrezza desiderato nella casella sottostante.

SCABREZZA DI CALCOLO:



## DATI DI CALCOLO

INCOGNITA:  Altezza di moto uniforme  
 Pendenza  
 Portata

PENDENZA:  m/m \*

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:  m

Calcola

Inserire un valore numerico valido per la pendenza tra 0.0001 e 0.2

## RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:  m

PENDENZA:  m/m

PORTATA:  mc/s

VELOCITA':  m/s

ALTEZZA CINETICA:  m

ENERGIA SPECIFICA:  m

ALTEZZA CRITICA:  m

PENDENZA CRITICA:  m/m

AREA BAGNATA:  mq

CONTORNO BAGNATO:  m

RAGGIO IDRAULICO:  m

LARGHEZZA IN SUPERFICIE:  m

NUMERO DI FROUDE:

TIPO ALVEO:



• **VERIFICA CAPACITA' TOMBINO DI BYPASS (T2-T3) "DA REALIZZARE"**

Al fine di intercettare le acque scolanti e confluenti nella canaletta in destra della stradina sterrata del fondo agricolo, che attualmente confluiscono in sormonto della stradina stessa, si realizzeranno n° 2 Tombini di raccolta e bypass in sottopasso; (T2-T3) per il drenaggio in canaletta (C1); il primo (T2) da realizzarsi in corrispondenza della linea di deflusso principale ricavata dal micro-reticolo per il convogliamento in canaletta, il secondo (T3) per permettere il passaggio in bypass della stradina di accesso alla piazzola alla torre da realizzarsi.

Le dimensioni dei tombini da realizzare avranno le seguenti dimensioni e capacità idrauliche:

➤ **(T2-T3)**

I due tubi/tombini di bypass in sottopasso della stradina sterrata esistente avranno ognuno un diametro di luce intera pari a  $\Phi = 0,80$  m, per garantisce ognuno una portata di smaltimento pari a:  **$Q_{T2} = Q_{T3} = 1,34 \text{ m}^3/\text{s}$**

Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

Dati di calcolo

D  m = Diametro interno del canale

w  % = Livello percentuale riempimento del canale

i  m/m = Pendenza del canale

k  = Coefficiente di scabrezza

Q  m<sup>3</sup>/s = Portata della condotta

[Tabella diametri interni tubazioni](#)

$v = k R^{2/3} i^{1/2}$

Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

- 120 Tubi Pe, PVC, PRFV
- 100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita
- 80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.
- 60 Tubi con incrostazioni e depositi
- 40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

**$Q_{T2} = Q_{T3} = 2,65 \text{ m}^3/\text{s}$**

Che rapportato alle portate attese per l'intero reticolo calcolate in precedenza per tempi di ritorno 30-200-300, potrebbero sopperire singolarmente all'intero volume di portata anche per il  $Q_{500} = 2,0 \text{ mc/s}$ :

PORTATE AL COMO PER Tr = 30, 200,500 ANNI			
Bacino	Q30 (mc/sec)	Q200 (mc/sec)	Q500 (mc/sec)
WTG10	0.7	1.5	2.0

Per le verifiche richieste dalle NTC con  $TR_{200}$ , le opere da eseguire risultano idraulicamente compatibili.

**$Q_{T2} = Q_{T3} = 2,65 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{200} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$  (VERIFICA SODDISFATTA)**



## 2.4. VERIFICA COMPATIBILITÀ IDRAULICA TORRE-PIAZZOLA (WTG10)

Partendo dagli idrogrammi di piena con tempo di ritorno di 200 anni, si procede ora alla verifica idraulica per mezzo del software HEC-RAS della U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center, per l'area occupata dalla piazzola e dall'aerogeneratore WTG10.

Tale verifica è stata condotta utilizzando un modello monodimensionale in regime di condizioni stazionarie (steady flow), con modello base terreno DEM maglia 8x8, per i parametri delle altezze di pioggia e delle portate al colmo utilizzati sono stati quelli precedentemente ricavati:

ALTEZZE DI PIOGGIA AL COMO PER Tr = 30, 200,500 ANNI			
Bacino	h30 (mm)	h200 (mm)	h500 (mm)
WTG10	35.63	62.92	77.03

PORTATE AL COMO PER Tr = 30, 200,500 ANNI			
Bacino	Q30 (mc/sec)	Q200 (mc/sec)	Q500 (mc/sec)
WTG10	0.7	1.5	2.0

L'analisi è stata eseguita sulle sezioni comprendenti il tratto di canale rettilineo a valle del Tombino di bypass della stradina di accesso alla piazzola, avendo già eseguito verifica di funzionalità delle opere a monte, simulando i profili morfologici del terreno allo stato attuale ed allo stato di progetto (rilevato stradale e piazzola).



Per tutte le sezioni verificate, i valori di tirante idraulico non superano i 23 cm (TR 30-200-500 anni)

Per la sezione passante per la piazzola (RS 450.5442), il tirante idraulico max per il TR200 è pari 0,15 m e la sua area di espansione laterale termina a circa 11,77 m. dalla piazzola ed a 32,30 m.

dal centro torre, pertanto non interessa in alcun modo sia l'area della piazzola, né la torre eolica.



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

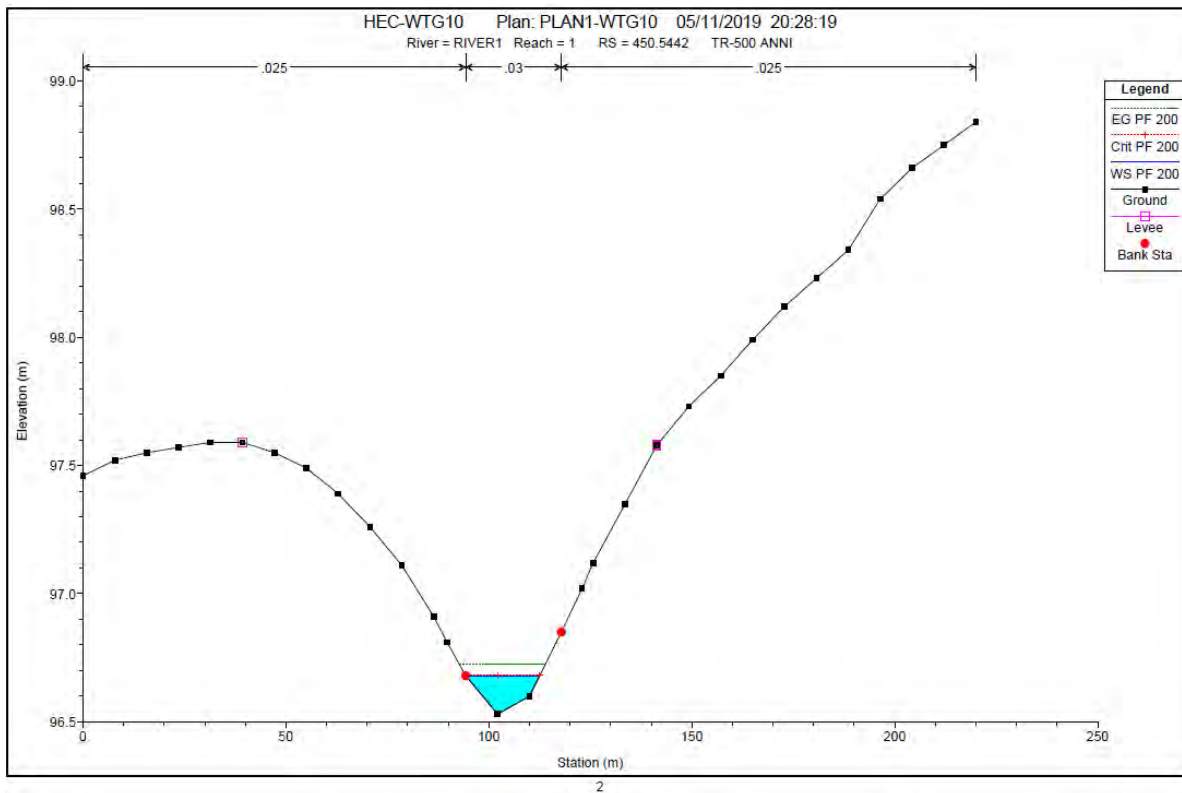
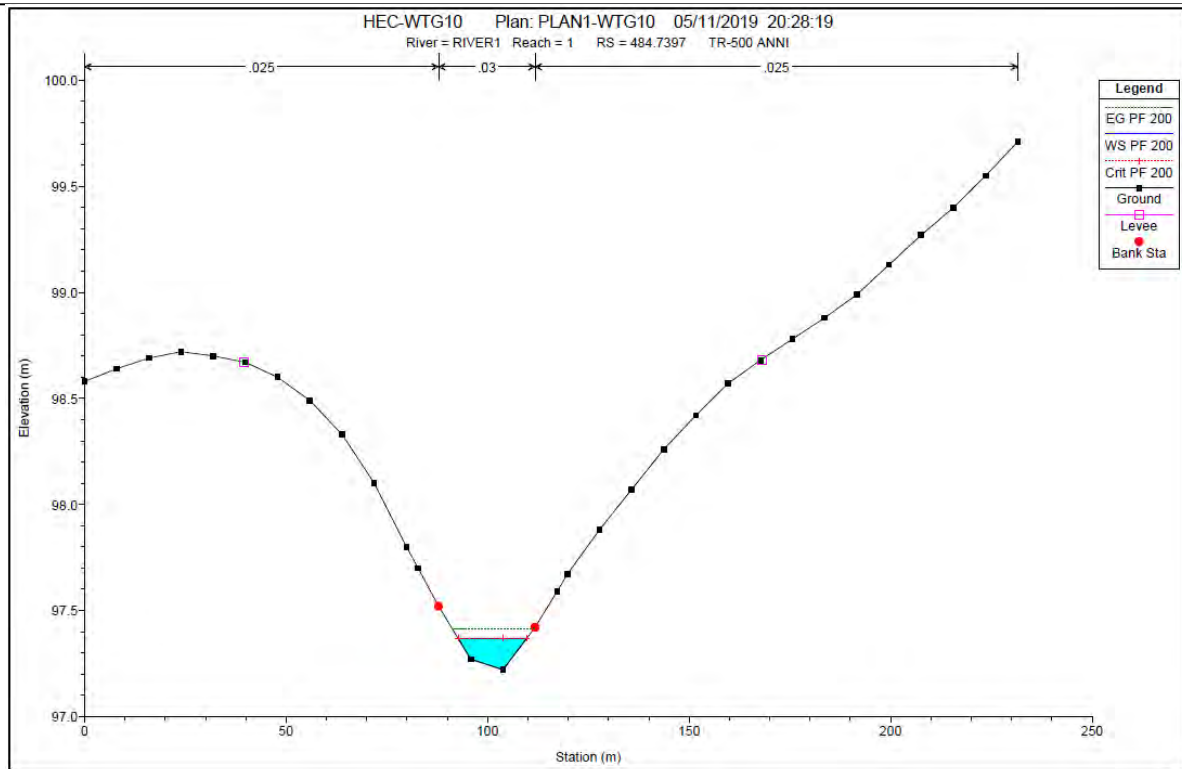
HEC-RAS Plan: 01 River: RIVER1 Reach: 1

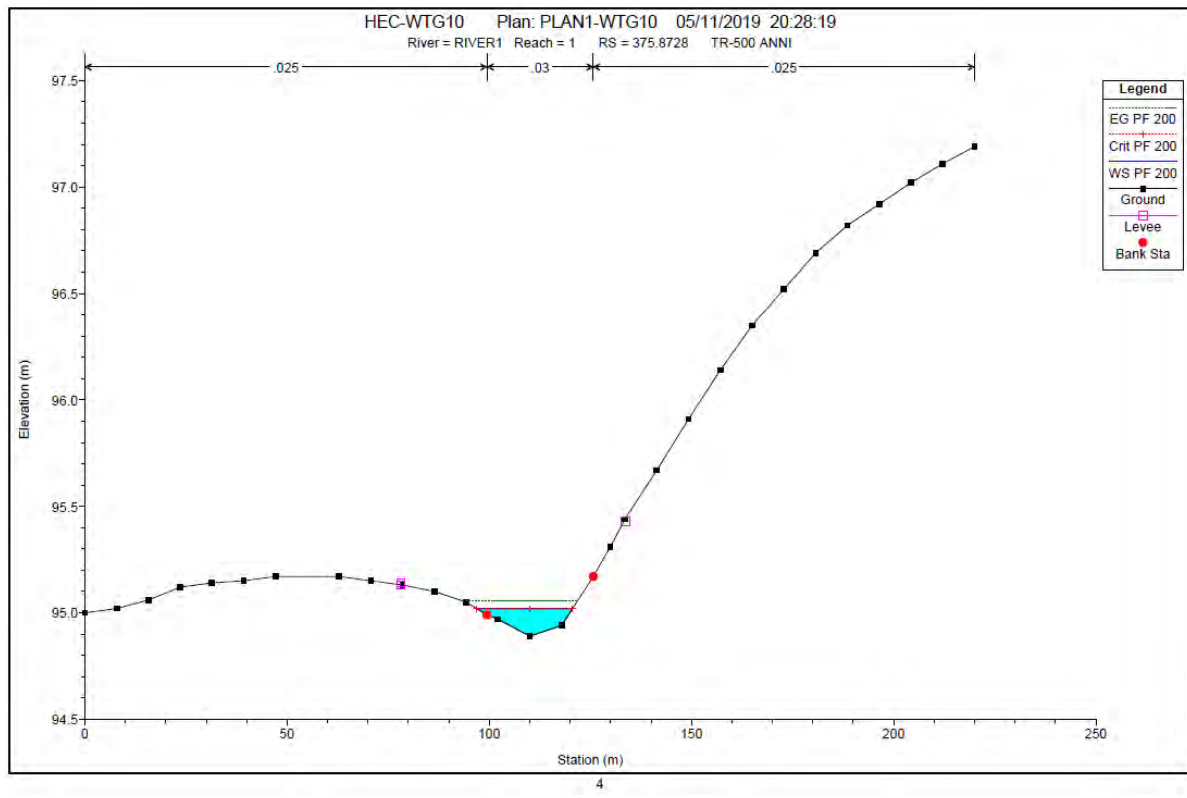
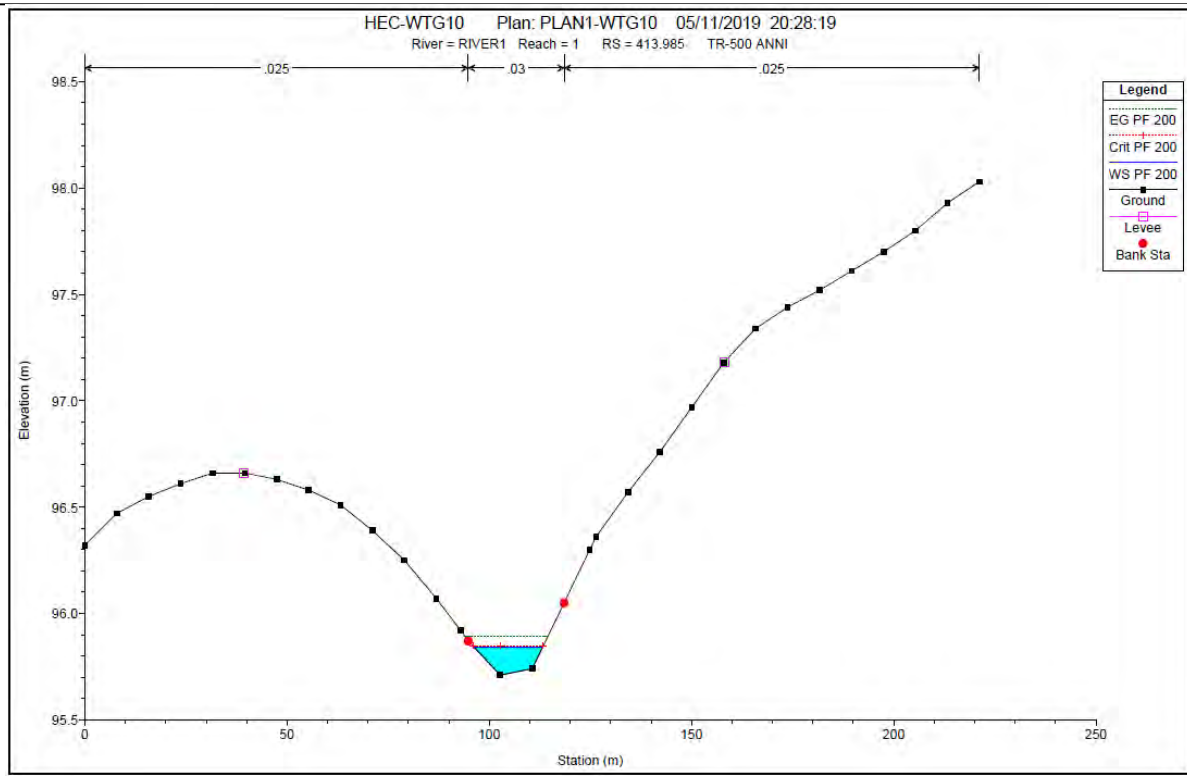
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Max Chl Dpth (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude #	Chl
1	484.7397	PF 30	0.70	97.22	97.33	97.32	97.36	0.017293	0.11	0.73	0.96	14.21	0.89	
1	484.7397	PF 200	1.50	97.22	97.37	97.37	97.41	0.019585	0.15	0.95	1.57	17.03	1.00	
1	484.7397	PF 500	2.00	97.22	97.39	97.39	97.44	0.019392	0.17	1.03	1.94	18.51	1.02	
1	450.5442	PF 30	0.70	96.53	96.64	96.64	96.67	0.023441	0.11	0.79	0.89	14.62	1.02	
1	450.5442	PF 200	1.50	96.53	96.68	96.68	96.73	0.020771	0.15	0.95	1.59	18.19	1.02	
1	450.5442	PF 500	2.00	96.53	96.70	96.70	96.75	0.020998	0.17	1.05	1.91	19.34	1.05	
1	413.985	PF 30	0.70	95.71	95.81	95.80	95.84	0.019352	0.10	0.75	0.93	14.38	0.94	
1	413.985	PF 200	1.50	95.71	95.84	95.85	95.89	0.024839	0.13	1.03	1.46	16.90	1.12	
1	413.985	PF 500	2.00	95.71	95.86	95.87	95.92	0.024603	0.15	1.11	1.80	18.34	1.13	
1	375.8728	PF 30	0.70	94.89	94.98	94.98	95.01	0.024322	0.09	0.72	0.97	18.72	1.01	
1	375.8728	PF 200	1.50	94.89	95.02	95.02	95.06	0.019443	0.13	0.87	1.74	23.49	0.98	
1	375.8728	PF 500	2.00	94.89	95.03	95.04	95.08	0.019788	0.14	0.97	2.11	25.28	1.01	
1	343.689	PF 30	0.70	93.98	94.13	94.09	94.14	0.005735	0.15	0.47	1.48	18.19	0.53	
1	343.689	PF 200	1.50	93.98	94.18	94.13	94.20	0.005526	0.20	0.59	2.54	21.82	0.55	
1	343.689	PF 500	2.00	93.98	94.20	94.15	94.22	0.005947	0.22	0.66	3.03	23.31	0.58	
1	306.5831	PF 30	0.70	93.69	93.77	93.77	93.79	0.017879	0.08	0.61	1.14	22.23	0.87	
1	306.5831	PF 200	1.50	93.69	93.80	93.80	93.84	0.021146	0.11	0.82	1.84	26.73	0.99	
1	306.5831	PF 500	2.00	93.69	93.82	93.82	93.86	0.019153	0.13	0.88	2.29	29.11	0.97	
1	268.4522	PF 30	0.70	92.90	92.98	92.98	93.00	0.024164	0.18	0.72	0.97	18.45	1.01	
1	268.4522	PF 200	1.50	92.90	93.01	93.01	93.05	0.019949	0.21	0.88	1.72	23.12	0.99	
1	268.4522	PF 500	2.00	92.90	93.03	93.03	93.08	0.021794	0.23	1.00	2.03	24.71	1.06	

Total flow in cross section.

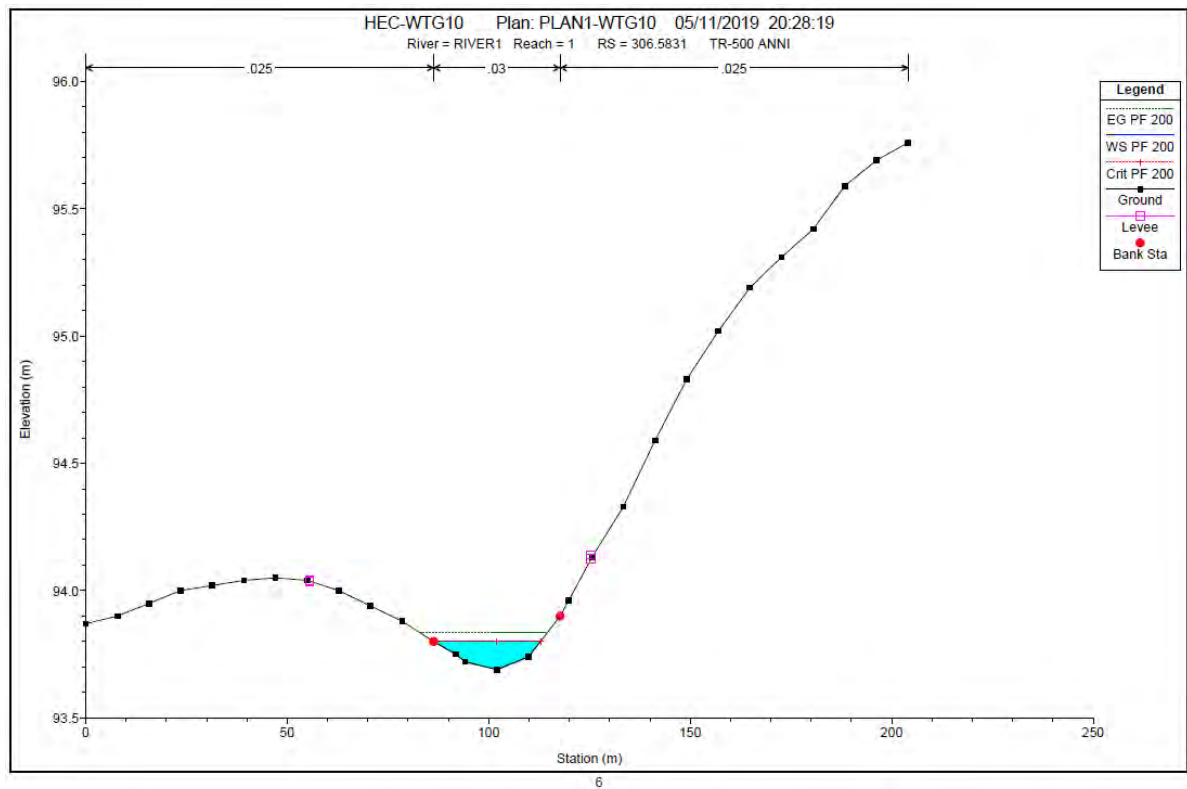
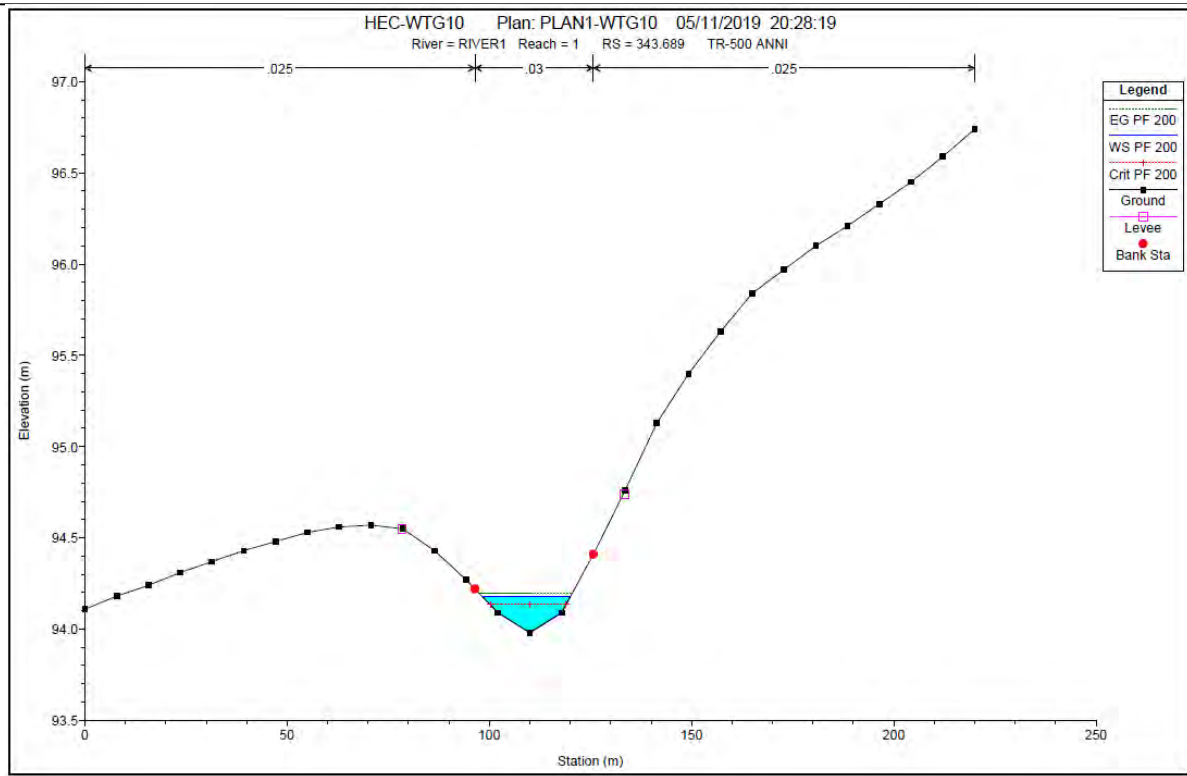
Tabella riepilogativa dati idraulici

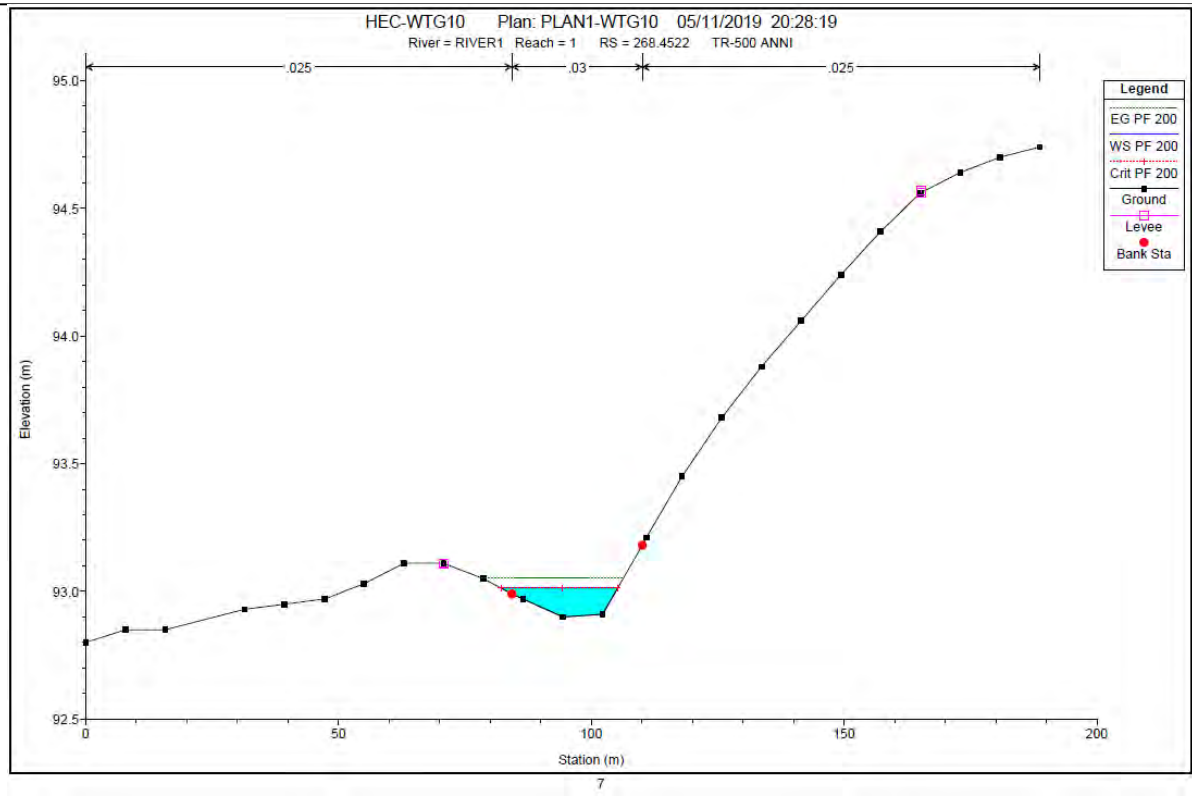










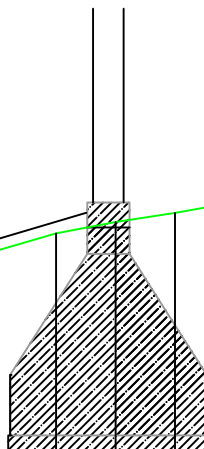


# RS 450.5442

Area di Sterro: 0.0  
Area di Riparto: 0.0

Altezze: 1:100  
Lunghezze: 1:1000

TR 200



92.0

Picchetti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Punti																																
Dist. Parziali		7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	3.3	4.6	7.9	7.9	7.9	5.1	2.8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9			
Dist. Progressive		0.0	7.9	15.7	23.6	31.4	39.3	47.1	55.0	62.9	70.7	78.6	86.4	89.7	94.3	102.1	110.0	117.9	123.0	125.7	133.6	141.4	149.3	157.1	165.0	172.9	180.7	188.6	196.4	204.3	212.1	220.0
Quote terreno		97.5	97.5	97.6	97.6	97.6	97.6	97.5	97.4	97.3	97.1	96.9	96.8	96.7	96.5	96.6	96.9	97.0	97.1	97.4	97.6	97.7	97.9	98.0	98.1	98.2	98.3	98.5	98.7	98.8	98.8	

---

### 3. CONCLUSIONI

In riferimento alla nota dalla Sottocommissione VIA con nota del 11-07-2019, e del parere dell' A. di B. Puglia, in cui si chiedeva uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica degli aerogeneratori WTG3 e WTG10, con approfondimento a maggior dettaglio relativo anche alle opere accessorie.

Per tale motivo si è proceduto ad analizzare in dettaglio il reale deflusso delle acque scolanti mediante la ricostruzione del micro-reticolo scaturito da modellazione ad analisi di un rilievo aerofotogrammetrico eseguito con drone giungendo a d ottenere un modello digitale del terreno con risoluzione fino a 0,1x0,1 m.

Si è quindi proceduto ad eseguire verifica idraulica di alcune opere idrauliche già presenti nelle aree prossime alle opere di progetto (tombini e canali di scolo) e si è proceduto ad inserire ulteriori opere funzionali (tombini e canali di scolo) per il regolare deflusso delle acque scolanti in rapporto alle opere di progetto (aerogeneratori, piazzole definitive, viabilità di accesso).

Nel presente studio si è pertanto desunto che per:

- **WTG 3:**

- L'aerogeneratore WTG3 è posto a monte del reticolo idrografico scolante (IGM-CTR), rientrando comunque nella fascia di pertinenza (<150 m);
- A valle dell'aerogeneratore e opere accessorie, in corrispondenza di una stradina secondaria comunale (asfaltata), è presente un tombino che raccoglie le acque scolanti del bacino, convogliandole nel reticolo strutturato;
- Si è eseguita verifica idraulica di funzionalità del tombino che è risultato essere sufficientemente adatto a sopportare eventi pluviometrici con tempo di ritorno di 200 anni;
- la stradina di accesso all'aerogeneratore e la piazzola definitiva sono poste in maniera parziale trasversalmente al fronte di deflusso delle acque scolanti superficiali, non ancora incanalate, pertanto si è prevista la realizzazione di una canalizzazione perimetrale alla piazzola definitiva per raccolta e convogliamento delle acque verso il tombino di cui sopra, opportunamente dimensionata per contenere l'intero volume di acqua di deflusso calcolata per un tempo di ritorno pari a 200 anni;
- in merito al posizionamento del cavidotto di collegamento elettrico in prossimità dell'aerogeneratore WTG3, questo non interseca in alcun punto il reticolo idrografico.

- **WTG 10:**

- L'aerogeneratore WTG10 (centro torre) è posto ad una distanza minima dal reticolo naturale cartografato CTR paria circa 45 m.; la piazzola definitiva circa 24 m. dal reticolo canalizzato naturale; la stradina di accesso alla piazzola interseca il reticolo canalizzato,

---

rivestito regolarizzato;

- per la ottimizzazione e regolarizzazione delle acque scolanti provenienti da monte, si intende realizzare n° 2 tombini di bypass, uno per l'attraversamento in sottopasso e convogliamento delle acque scolanti all'interno del canale regolarizzato, parallelo ad una stradina sterrata interpoderale, e un secondo in corrispondenza dell'attraversamento del canale regolarizzato per la realizzazione dell'accesso all'area piazzola;
- si è proceduto ad individuare il punto in cui ubicarne il primo in base all'analisi del micro-reticolo ottenuto dal rilievo morfometrico di dettaglio con volo drone, eseguendo verifica idraulica con dimensionamento funzionale per eventi meteorici aventi tempo di ritorno pari a 200 anni;
- si è poi proceduto ad eseguire verifica idrologica ed idraulica, con modellazione monodimensionale del retico, per il tratto più prossimo alla piazzola ed all'aerogeneratore, al fine di valutare le aree di espansione delle acque per eventi pluviometrici con tempi di ritorno di 30-200-500 anni, ed anche nel caso più estremo (500 anni), le aree di espansione non interessano in alcun modo i siti di imposta della piazzola e dell'aerogeneratore, mantenendosi una distanza minima da questi non inferiore ai 12/30 m., con tiranti massimi registrati che non superano in asse i 23 cm, quindi del tutto irrilevanti.
- in merito al posizionamento del cavidotto di collegamento elettrico a servizio dell'aerogeneratore WTG10, in corrispondenza degli attraversamenti idraulici si procederà con tecnica TOC, ove non si possa eseguire scavo sottoposto per un franco di non meno di 2 m. al di sotto della quota inferiore del reticolo idrografico e/o di opera idraulica.

In virtù di quanto analizzato nel presente studio idrologico-idraulico di dettaglio ed approfondimento, si ritiene di aver dimostrato la compatibilità idrologica ed idraulica per le opere di progetto relative alla realizzazione degli aerogeneratori WTG3 e WTG10.

Lesina, Novembre 2019



Il Tecnico incaricato

Geol. N. Di Lella