

«COMUNE DI CHIANCIANO - STUDIO AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA<sup>[1]</sup> »

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLA MODELLAZIONE NUMERICA CONDOTTA NELLA PERIMETRATURA DELLE AREE ALLAGABILI PER TEMPI DI RITORNO DI 30 100 200 E 500 ANNI

□ INDICE

1.1	ESTREMI DI PROGETTO .....	3
1.2	OGGETTO .....	3
<b>2</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA.....</b>	<b>4</b>
	Figura 2-1 Massimo annuale della precipitazione di durata $t_c$ e tempo di ritorno $T_R$ espressa con la "TCEV" .....	4
	Figura 2-2.....	4
	Figura 2-3 Stazione 680 (Chianciano terme) Parametri (a, n,m) della Linea segnalatrice di probabilità pluviometrica per durate di scroscio massimo annuale inferiore ad 1h. Stima pubblicata da Regione Toscana e PIN-Università di Firenze. ....	5
	Figura 2-4 Stazione 680 (Chianciano terme) Parametri (a, n,m) della Linea segnalatrice di probabilità pluviometrica per durate di scroscio massimo annuale superiore ad 1h. Stima pubblicata da Regione Toscana e PIN-Università di Firenze. ....	5
2.1	OSS: .....	5
2.2	CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI AFFLUSSO "k" .....	6
2.3	CALCOLO DELLE PORTATE DI COLMO $Q_{Tr}$ .....	7
2.4	PERIMETRATURA DEI BACINI TRIBUTARI .....	7

<sup>1)</sup> EX B.4 E C.2 ALL. A della DPGR. 26/R 2007 per attuazione Art. 62 L. R. 1-2005 e come modificato dalla DPGR 53R-2011 e dalle relative direttive tecniche contenute nell'Allegato A della medesima dalla DPGR 53R-2011.

A questo proposito si ricorda che il C2 dell'allegato A della DPGR 53R-2011 definisce le aree di pericolosità idraulica attraverso: PI MOLTO ELEVATA (I4)

Nelle UTOE sono aree allagabili da eventi  $T_r$  non superiori a 30 anni.

PI ELEVATA (I3)

Nelle UTOE sono aree allagabili da eventi  $T_r$  30-200

PI MEDIA (I2)

Nelle UTOE sono aree allagabili da eventi  $T_r$  200-500

PI BASSA (I1)

Sono aree collinari prossime al corso d'acqua.

Oppure sono aree montane prossime ai corsi d'acqua.

In ogni caso queste debbono :

- Non esser state storicamente inondate;
- Essere in ALTO MORFOLOGICO

2.5	MODELLAZIONE .....	7
<b>3</b>	<b>CONSIDERAZIONI FINALI.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>9</b>
4.1	ASTE FLUVIALI E PERIMETRATURA SOTTOBACINI TRIBUTARI DETERMINATA SU CTR 1:2'000 .....	10
4.2	SCHEMA DEI SOTTOBACINI CONSIDERATI .....	11
4.3	CALCOLO DELLE PORTATE DEL RAMO Ruoti 1 .....	12
4.4	CALCOLO DELLE PORTATE DEL RAMO Ruoti 2-3.....	13
4.5	CALCOLO DELLE PORTATE DEL RAMO Ruoti 4 .....	14
4.6	CALCOLO DELLE PORTATE DEL RAMO MEZZOMIGLIO-1 .....	15
4.7	CALCOLO DELLE PORTATE DEL RAMO MEZZOMIGLIO-2-3 .....	16
4.8	SINTESI DELLE PORTATE TRIBUTATE DAI SINGOLI SOTTOBACINI .....	17
4.9	SINTESI DELLE PORTATE ATTRIBUITE AL MOTO PERMANENTE NEI RAMI MODELLATI IN HEC RAS 4.1.0.....	18
4.10	TRACCIATO DEI FOSSI E DEI RAMI E SEZIONI TRASVERSALI SU SISTEMA GIS.....	19
4.11	TRACCIATO DEI FOSSI E DEI RAMI E SEZIONI TRASVERSALI SU SISTEMA GIS CON DTM 1:2000 .....	20
4.12	DETTAGLI SUL RAMO RUOTI URBANO TOMBINATO .....	21
4.13	DETTAGLI SUL RAMO MEZZOMIGLIO URBANO TOMBINATO.....	22
4.14	RESISTENZE AL MOTO APPLICATE NELLA MODELLAZIONE.....	23
4.15	GEOMETRIA MODELLO HEC RAS 4.1.0 IMPIEGATA PER DETERMINARE LE PORTATE TRACIMANTI DALLE TOMBINATURE DEI TRATTI URBANI DEL RUOTI (RAMO RUOTI-2) E DEL MEZZOMIGLIO (RAMO MEZZOMIGLIO-2). 26	
4.16	GEOMETRIA MODELLO HEC RAS 4.1.0 IMPIEGATA PER DEFINIRE LE AREE DI FLUSSO IDRAULICO SUPERIFICIALE IN MOTO PERMANENTE: FOSSI RUOTI E FOSSO MEZZOMIGLIO.....	27
4.17	DETERMINAZIONE SULLA GEOMETRIA TOMBINATA DELLE PORTATE TRACIMANTI IN AMBITO URBANO. ..	28
4.18	PORTATE TRACIMATE NEI RAMI DI AMBITO URBANO. ....	29
4.19	QUADRO GENERALE DELLA MODELLAZIONE DI MOTO PERMANENTE DEL SISTEMA FLUVIALE RUOTI MEZZOMIGLIO CONESCLUSIONE DELLE PORTATE CONVOGLIATE NEI TRATTI URBANI TOMBATI .....	30
4.20	VISTE TRIDIMENSIONALI DELLE PORTATE MODELLATE NEL MOTO PERMANENTE DEI RAMI DEL SISTEMA IDRICO.....	31
4.21	RISULTATO DELLA FLOODPLAIN DI MOTO PERMANENTE DELLA PORTATA CON TR=10.....	32
4.22	RISULTATO DELLA FLOODPLAIN DI MOTO PERMANENTE DELLA PORTATA CON TR=500.....	33
4.23	VISTE AEREE DI ALCUNE DELLE SEZIONI RILEVATE .....	34

## 1.1 ESTREMI DI PROGETTO

Pratica ai sensi di:

Elaborazione Piano Strutturale del Comune di Chianciano Terme (SI). Determinazione analitica e perimetrazione cartografica su carta 1:10'000 della pericolosità idraulica delle aree in ambito UTOE secondo la DPGR 53R-2011, Allegato A, C.2 (aggiornamento della DPGR 26R-2007, Allegato A, C.) per attuazione della LR 1-2005, Art. 62.

## 1.2 OGGETTO

Illustrazione metodologia di studio per la determinazione delle aree interessate da allagamenti con tempi di ritorno  $T_r$  di 30, 100, 200 e 500 anni.

Si studiano 3 aste fluviali appartenenti a territorio comunale di Chianciano Terme:

- Asta principale del **torrente Monaco** <sup>[2]</sup> ;
- Asta principale del **fosso Mezzomiglio** (corso d'acqua interessato da **tombinatura**);
- Asta principale del **fosso Ruoti** (corso d'acqua interessato da **tombinatura**).

Una quarta asta è quella posta a valle della Diga sull'**Astrone**. Il sistema fluviale dell'omonimo corso d'acqua non viene numericamente esaminato in questo studio. La diga dell'Astrone, infatti, è stata oggetto nel 1996 di uno studio di dettaglio dell'Ing. Renzo Patacca di Assisi, elaborata per conto del CIGAF (Consorzio Intercomunale per la gestione dei servizi Acquedotto e Fognatura). Lo studio, intitolato "Calcolo dell'Onda di Sommersione conseguente all'ipotetico collasso dell'opera", viene adoperato per la tracciatura del perimetro allagabile all'interno dell'UTOE di competenza.

Operando in questa maniera, ed attribuendo arbitrariamente al perimetro allagabile un tempo di ritorno  $T_r$  30 anni, si opera senz'altro a vantaggio di sicurezza ma allo stesso tempo, considerata l'elevata incisione della sezione d'alveo, l'area a rischio idraulico non risulta sovrastimata.

Il compromesso fra tutela della sicurezza civile e volume di calcolo è quindi accettabile, fermo restando che, laddove si rendesse necessario, un esame analogo a quello condotto per i precedenti 3 bacini, potrà essere comunque condotto.

<sup>21</sup> L'area extraurbana del Monaco viene descritta e analizzata ma non allegata perché non interessata da UTOE. Resta comunque disponibile il materiale documentale a corredo della sua analisi.

## 2 ANALISI IDROLOGICA

Considerata il deficit di misurazioni di portata, si stimano le portate al colmo massime annuali partendo dai dati di pioggia con un modello afflussi-deflussi.

I dati di **precipitazione massimi annuali** derivano da un'inferenza statistica in cui la distribuzione del massimo annuale di portata, di fissato **tempo di ritorno**  $T_R$  e **durata** pari al tempo di corrivazione  $t_c$  di bacino, è tratta dalla c.d. "TCEV" (Gumbel bi-parametrica) come parametrata dal PAI-REG TOSC – PIN.

Figura 2-1 Massimo annuale della precipitazione di durata  $t_c$  e tempo di ritorno  $T_R$  espressa con la "TCEV"

$$\text{Massimo annuale di precipitazione: } h_{[mm]} = a \cdot \tau_c^n \text{ [ore]} \cdot T_R^m \text{ [anni]}$$

Figura 2-2

# LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

## ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE DELLE STAZIONI DEL COMPARTIMENTO DI PISA

COLLABORAZIONE SCIENTIFICA  
CON PIN-CENTRO STUDI INGEGNERIA (UNIVERSITÀ DI FIRENZE) E REGIONE TOSCANA

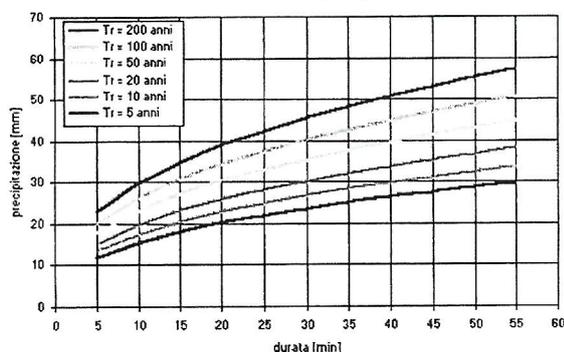
**Figura 2-3 Stazione 680 (Chianciano terme) Parametri (a, n,m) della Linea segnalatrice di probabilità pluviometrica per durate di scroscio massimo annuale inferiore ad 1h. Stima pubblicata da Regione Toscana e PIN-Università di Firenze.**

**Stazione: CHIANCIANO TERME - [680]**

Durata inferiore a 1 ora: altezza di precipitazione in funzione di durata e tempo di ritorno

Coefficienti		5'	10'	15'	20'	30'		
<i>a</i>	23.195	11.8	15.5	18.1	20.2	23.6	mm	
<i>n</i>	0.385	10 anni	13.4	17.5	20.4	22.8	26.7	mm
<i>m</i>	0.177	20 anni	15.1	19.8	23.1	25.8	30.2	mm
		50 anni	17.8	23.2	27.2	30.4	35.5	mm
		100 anni	20.1	26.3	30.7	34.3	40.1	mm
		200 anni	22.7	29.7	34.7	38.8	45.4	mm

**CHIANCIANO TERME [680] - t < 1 hr**

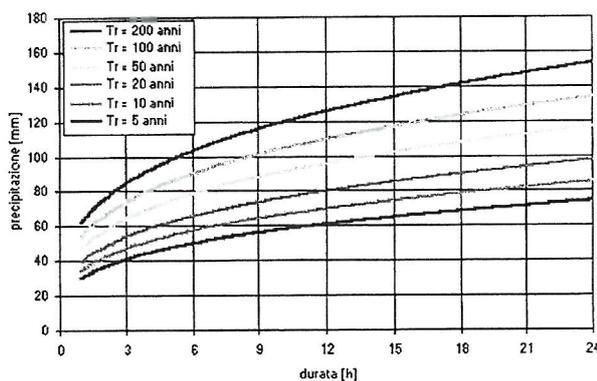


**Figura 2-4 Stazione 680 (Chianciano terme) Parametri (a, n,m) della Linea segnalatrice di probabilità pluviometrica per durate di scroscio massimo annuale superiore ad 1h. Stima pubblicata da Regione Toscana e PIN-Università di Firenze.**

Durata superiore a 1 ora: altezza di precipitazione in funzione di durata e tempo di ritorno

Coefficienti		1 h	3 h	6 h	12 h	24 h		
<i>a</i>	21.782	29.9	40.9	49.9	60.9	74.3	mm	
<i>n</i>	0.287	10 anni	34.2	46.9	57.2	69.8	85.1	mm
<i>m</i>	0.196	20 anni	39.2	53.7	65.5	79.9	97.5	mm
		50 anni	47.0	64.3	78.5	95.7	116.7	mm
		100 anni	53.8	73.7	89.9	109.7	133.8	mm
		200 anni	61.7	84.5	103.0	125.7	153.3	mm

**CHIANCIANO TERME [680] - t > 1 hr**



Elaborazione dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa. Ultimo aggiornamento: Ottobre 1998

**2.1 OSS:**

Considerata la ridotta dimensione dei bacini imbriferi in esame (39; 60 e 120 ha), non si reputa necessario il ragguglio del dato di pioggia alla superficie.

Il calcolo così condotto assicura comunque la tutela della sicurezza.

## 2.2 CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI AFFLUSSO "K"

Dal dato di precipitazione netta "P" si attinge la "precipitazione efficace" seguendo la metodologia suggerita dal Soil Conservation Service e indicata col termine di "**Metodo CN del SCS**".

La metodologia, di comune impiego, può così sintetizzarsi:

Si individuano la geomorfologia e la permeabilità del terreno.

Si definisce la categoria d'uso del suolo.

Con la tabella del CN si stima il parametro CN medesimo.

Si fissano le condizioni "AMC" di stato vegetativo individuando così il parametro CNI o CNII o CNIII da impiegare effettivamente.

Si stima il massimo assorbimento potenziale S nella condizione AMC.

Una frazione  $\alpha$  di S viene decurtata dalla pioggia per "**infiltrazione all'inizio dell'evento piovoso**".

Per un dato tempo di ritorno  $T_R$  e per una precipitazione di durata  $\tau_c$  (assunto pari al tempo di corrivazione di bacino) si trova il "**coefficiente di afflusso  $k = P_e/P$** " che permette di computare la **precipitazione efficace** che effettivamente concorre alla formazione della portata di piena.

$$k = \frac{P_e}{P} = \frac{1}{P} \cdot \frac{P^2 \cdot \left(1 - \alpha \cdot \frac{S}{P}\right)^2}{P \cdot \left[1 + (1 - \alpha) \cdot \frac{S}{P}\right]} = \frac{\left(1 - \alpha \cdot \frac{S}{P}\right)^2}{1 + (1 - \alpha) \cdot \frac{S}{P}}$$

## 2.3 CALCOLO DELLE PORTATE DI COLMO $Q_{TR}$

Per il prefissato tempo di ritorno si passa al calcolo delle portate di colmo  $Q_{TR}$ .

Si assume che il coefficiente di afflusso "k" coincida col coefficiente di deflusso "φ"

Si conclude il calcolo stimando la portata massima annuale alla sezione di chiusura del bacino, per un dato tempo di ritorno e per uno scroscio di durata pari al tempo di corrivazione (criterio validato dalla cosiddetta "formula razionale del metodo della corrivazione"):

$$Q_{Max} = 0.278 \cdot \varphi \cdot \frac{h \cdot S}{T_c}$$

φ = Coefficiente di DEFLUSSO che si fa coincidere con quello k di AFFLUSSO

$$Q_{Max} = \left[ \frac{m^3}{s} \right] \text{ Dipende dal Tr}$$

h = [mm] Dipende dal Tr e dalla durata di scroscio  $\tau_c$

$$S = [km^2]$$

$\tau_c$  = [ore] Per la formula razionale lo scroscio dura come il tempo di corrivazione.

Nei paragrafi successivi la sintesi dell'indagine.

Per la stima delle portate si vedano i prospetti allegati

ASTE FLUVIALI E PERIMETRATURA SOTTOBACINI TRIBUTARI DETERMINATA SU CTR 1:2'000

SCHEMA DEI SOTTOBACINI CONSIDERATI

CALCOLO DELLE PORTATE DEL RAMO Ruoti 1

CALCOLO DELLE PORTATE DEL RAMO Ruoti 2-3

e successivi.

## 2.4 PERIMETRATURA DEI BACINI TRIBUTARI

Individuati su base cartografica 1 a 2000 sono raffigurati in § 4.1 e § 4.2.

## 2.5 MODELLAZIONE

Attraverso il software ArcGIS 10.0 con l'applicativo HEC GEO RAS 10 sono stati tracciati i corsi d'acqua su modello digitale del terreno 1 a 2000. Ne sono state dedotte le sezioni trasversali.

Attraverso il software HEC RAS 4.1.0 è stata condotta una simulazione di moto permanente unidimensionale.

Una prima modellazione si è resa necessaria per definire le portate necessarie alla modellazione dei tratti urbani: una frazione delle portate attribuite è stata sottratta perché convogliata dalle tombature presenti (cfr. § 4.18). Impiegando le portate tracciate è stato così possibile rieseguire la modellazione completa § 4.19.

Dalla modellazione (visivamente osservabile in §4.20) è stato possibile intercettare le superficie idriche col modello di terreno ottenendo, per esempio, le aree allagabili §4.21 e §4.22

### 3 CONSIDERAZIONI FINALI

L'esito delle modellazioni pone in evidenza l'inadeguatezza delle sezioni impiegate nelle 2 tombature presenti. Il dato numerico trova peraltro conferma nel repertorio storico di tracimazioni che, sebbene in misura più contenuta, hanno luogo in corrispondenza degli imbocchi.

Segnalata quindi la **necessità di adeguare i due collettori** e la manutenzione fluviale necessaria alle sezioni di imbocco, si è provveduto comunque ad una tracciatura dei perimetri allagabili che si possono ipoteticamente trarre dalla modellazione. Detti perimetri, collocati in un ambito fortemente urbanizzato (quali sono quelli a valle di Via Moro e di S Elena), scontano manifeste incongruenze numeriche e sono da interpretarsi come semplici speculazioni che non pretendono di esaurire in modo compiuto lo studio del moto (eminentemente tridimensionale) con cui l'onda di piena, non convogliata e tracimante, si distribuisce.

L'individuazione del pericolo idraulico che ne consegue, e la definizione del deficit di capacità drenante, si ritiene tuttavia che completino sufficientemente gli scopi di questo tipo di trattato.

**Si segnala che la visione planimetrica che ne scaturisce sovente non manifesta, tra le aree allagate con differenti tempi di ritorno, una differenza cartografabile alla scala di restituzione; pertanto la pericolosità idraulica viene rappresentata tracciando un'unica fascia che massimizzi la sicurezza (ovvero attribuendo pericolosità idraulica più conservativa).**

Chianciano Terme, domenica 21 aprile 2013

Il tecnico

Ing. Jacopo Svetoni

(n. 728 Ord. Ingg. Siena)

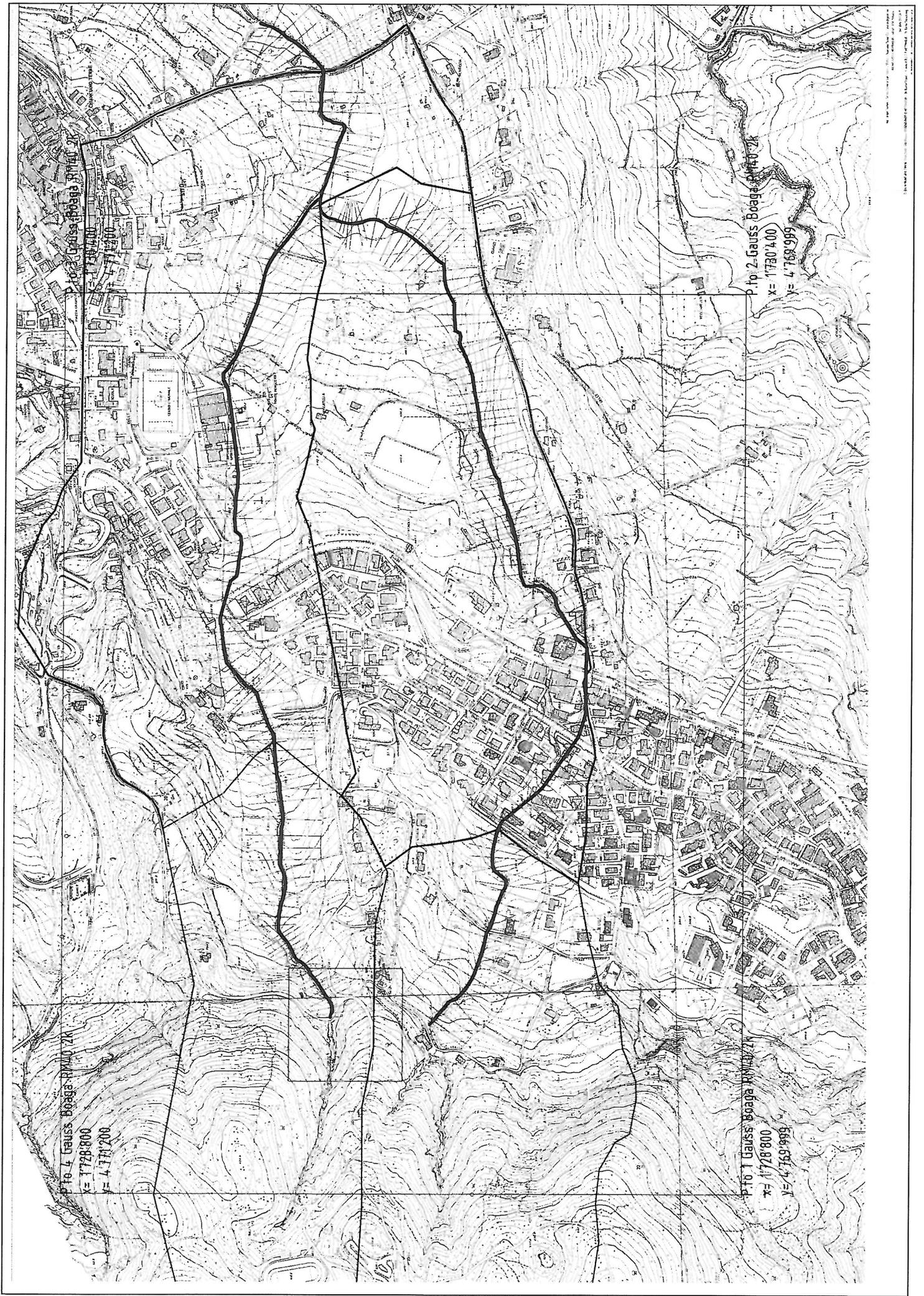
## 4 ALLEGATI

---

## 4.1 ASTE FLUVIALI E PERIMETRATURA SOTTOBACINI TRIBUTARI DETERMINATA SU CTR 1:2'000

---



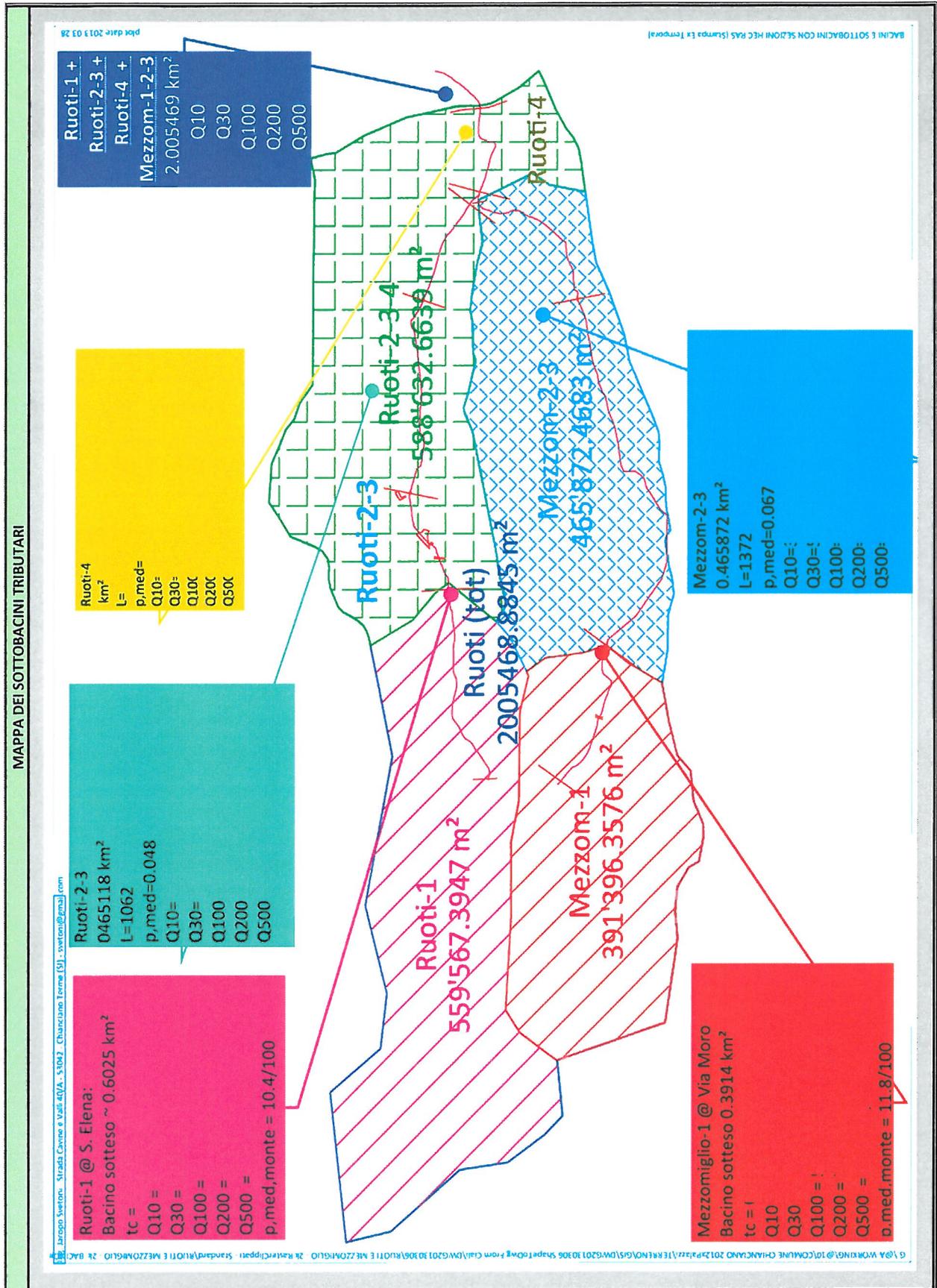


Pto 1 Gauss Boaga RM140 2K  
x= 1728.800  
y= 4.771.200

Pto 2 Gauss Boaga RM140 2K  
x= 1730.400  
y= 4.769.999

Pto 3 Gauss Boaga RM140 2K  
x= 1730.400  
y= 4.769.999

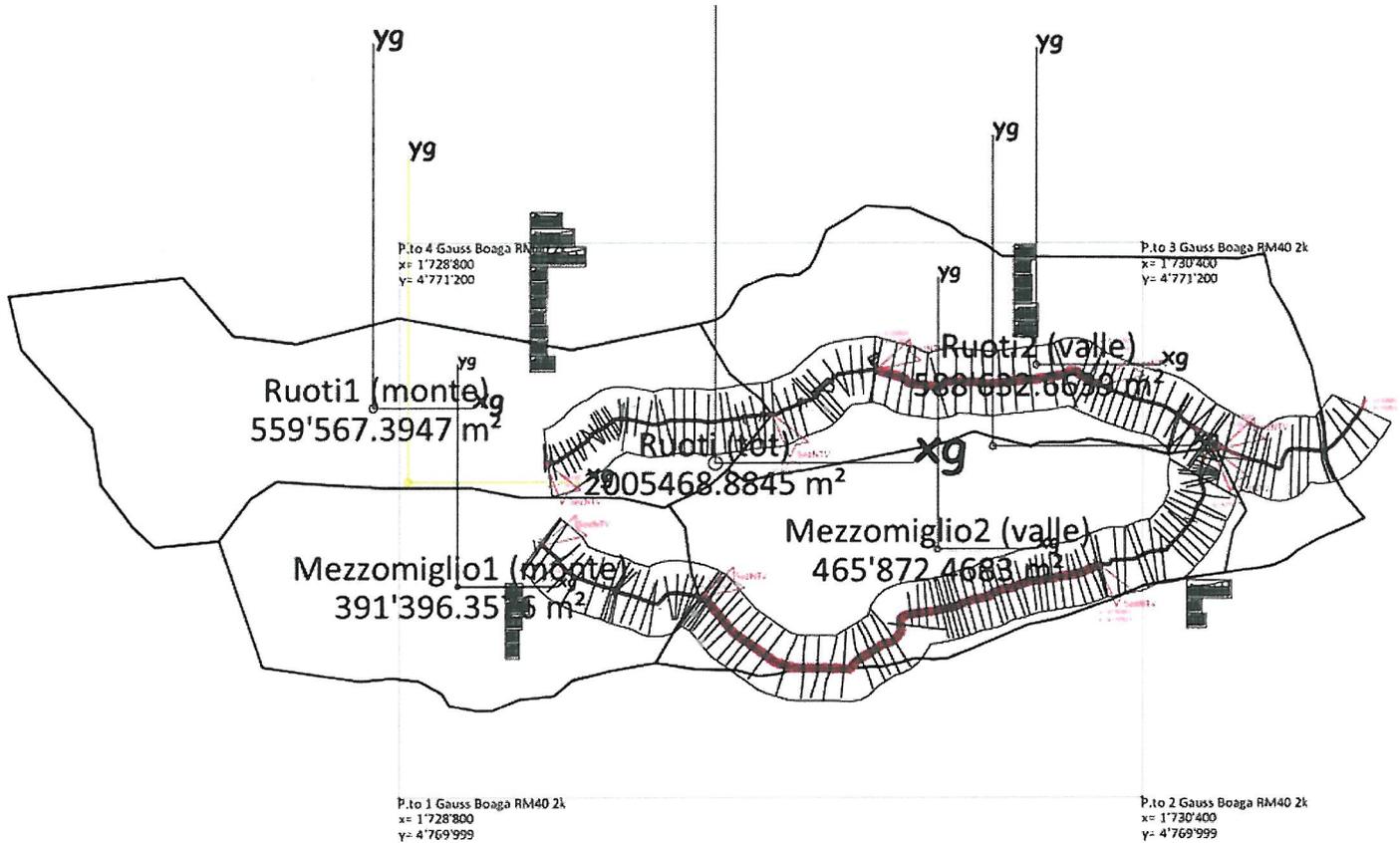
## 4.2 SCHEMA DEI SOTTOBACINI CONSIDERATI



### 4.3 CALCOLO DELLE PORTATE DEL RAMO RUOTI 1

---





$CN_{I} = CN / (23 - 0.013 * CN)$  per il caso umidità antecedente I.  
 $CN_{II} = CN$  per il caso umidità antecedente II (si prende il valore di tabella).  
 $CN_{III} = CN / (0.43 + 0.0057 * CN)$  per il caso umidità antecedente III.

**INTRODUCO UNA VARIANTE: ADOPERO UNA CORREZIONE: INTRODUCO IL TEMPO DI CORRIVAZIONE E CONSIDERO LO SCROSCIO SU QUEL TEMPO**

Time To Peak $T_p$ Alternativo Adoperano il tempo di corrivazione calcolato secondo Kirpich						
$T_p$ [ore]						
Tempo compreso tra inizio onda di piena e portata al colmo						
$T_p = 1.11 * T_c$						
$T_p = 0.374 * T_b$						
$T_b = 2.937 * T_c$ Tempo di base pari alla durata dell'onda di piena $T_b$ . $T_c$ è il tempo di concentrazione						
$T_c = 0.0195 * (L / (H/L)^{0.5})^{0.77}$ Tempo di concentrazione secondo Kirpich. $T_c$ in minuti, L in metri ed H in metri.						
Hmax	Hmin	$\Delta H$	L	$T_c$	$T_c$	
(m)	(m)	(m)	(m)	(min)	(ore)	
542.304	457.44	84.864	816	8.1373	0.1356	

<b>Lag Time t1</b>						
t1 [ore]						
$t1 = L^{0.8} * (2540 - 22.86 * CN)^{0.7} / (1410.4 * CN^{0.7} * i^{0.5})$						
L = Lunghezza corso d'acqua principale						
L [m]						
i = Pendenza media del bacino						
i [%]						
<b>Time To Peak Tp</b>						
Tp [ore]						
Tempo compreso tra inizio onda di piena e portata al colmo						
$Tp = 1.854 * t1$						
<b>Infiltrazione potenziale I</b>						
I [mm]						
$I = 25400 / CN - 254$						
<b>Perdita iniziale P</b>						
P [mm]						
Le perdite d'acqua che ritardano l'inizio del deflusso.						
Acqua ritenuta in depressioni o evaporata o infiltrata o intercettata dalla vegetazione.						
$P = 0.2 * I$						
<b>Runoff D</b>						
D [mm]						
Scorrimento superficiale						
$D = (h24 - P)^2 / (h24 + 0.8 * I)$						
<b>Precipitazione di 24 ore h24</b>						
h24 [mm]						
Precipitazione per uno scroscio durato 24 ore e con tempo di ritorno Tr prestabilito.						
<b>Area di bacino A</b>						
A [km <sup>2</sup> ]						
<b>Portata di piena Q</b>						
Q [m <sup>3</sup> /s]						
Portata di piena con prefissato tempo di ritorno (il Tr rileva nel calcolo di h24)						
$Q = (0.2081 * A * D) / Tp$						
<b>Curve Number CN</b>						
Parametro tabellato per suoli di categoria A\B\C\D						
Il valore dipende dalle condizioni di umidità antecedente I\II\III						
Il valore tabellato si riferisce alla condizione AMC=II dell'umidità antecedente AMC.						
AMC = Antecedent Moisture Condition.						
$CN_I = CN / (23 - 0.013 * CN)$ per il caso umidità antecedente I.						
$CN_{II} = CN$ per il caso umidità antecedente II (si prende il valore di tabella).						
$CN_{III} = CN / (0.43 + 0.0057 * CN)$ per il caso umidità antecedente III.						
<b>INTRODUCO UNA VARIANTE: ADOPERO UNA CORREZIONE: INTRODUCO IL TEMPO DI CORRIVAZIONE E CONSIDERO LO SCROSCIO SU QUEL TEMPO</b>						
<b>Time To Peak Tp Alternativo Adoperano il tempo di corrvazione calcolto secondo Kirpich</b>						
Tp [ore]						
Tempo compreso tra inizio onda di piena e portata al colmo						
$Tp = 1.11 * Tc$						
$Tp = 0.374 * Tb$						
$Tb = 2.937 * Tc$ Tempo di base pari alla durata dell'onda di piena Tb. Tc è il tempo di concentrazione						
$Tc = 0.0195 * (L / (H/L)^{0.5})^{0.77}$ Tempo di concentrazione secondo Kirpich. Tc in minuti, L in metri ed H in metri.						
Hmax	Hmin	ΔH	L	Tc	Tc	
(m)	(m)	(m)	(m)	(min)	(ore)	
542.304	457.44	84.864	816	8.1373	0.1356	

Portata di piena calcolata col metodo cinematico e con il Tc di Kirpich							
Progr. 6.1 Calcolo della portata di piena con il metodo del Soil Conservation Service (SCS)							
Terreni boscosi o forestati: sottile, sottobosco povero, senza foglie : CN,II (D) = 83							
AMC (Umidità antecedente) III (I=poca pioggia antecedente, III=Molta pioggia antecedente)							
Terreni boscosi o forestati: sottile, sottobosco povero, senza foglie : CN,III (D) = 91.5							
«RUOTI-1» Q10 = 3.08 m <sup>3</sup> /s					CN DI RIF. =83.0 → CN CORRETTO =91.9		
A	CN	L	i	h10 (0.15 ore)	Tr		
Area del bacino	Numero di Curva	Lunghezza dell'asta	Pendenza del	Precipitazione di Tc ore con	10		
	Secondo	principale	bacino	Tr prefissato			
(km <sup>2</sup> )	Tab. 6.5 e 6.6	(km)	(%)	(mm)			
input	input	input	input	input			
0.559567	91.9	0.816	10.4	16.12			
I	P	Tc	Tp	D	Q10	q	
Infiltrazione potenziale	Perdita iniziale	Tempo Corrivazione (Kirpich)	Time to peak	Scorrimento superficiale	Portata di piena	Portata specifica di piena	
(mm)	(mm)	(ore)	1.11*Tc = 0374*2.937*Tc (ore)	(mm)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s*km <sup>2</sup> )	
output	output	output	output	output	output	output	
22.39	4.48	0.14	0.1505	3.99	3.08	5.51	
«RUOTI-1» Q30 = 4.71 m <sup>3</sup> /s					CN DI RIF. =83.0 → CN CORRETTO =91.9		
A	CN	L	i	h30 (0.15 ore)	Tr		
Area del bacino	Numero di Curva	Lunghezza dell'asta	Pendenza del	Precipitazione di Tc ore con	30		
	Secondo	principale	bacino	Tr prefissato			
(km <sup>2</sup> )	Tab. 6.5 e 6.6	(km)	(%)	(mm)			
input	input	input	input	input			
0.559567	91.9	0.816	10.4	19.59			
I	P	Tc	Tp	D	Q30	q	
Infiltrazione potenziale	Perdita iniziale	Tempo Corrivazione (Kirpich)	Time to peak	Scorrimento superficiale	Portata di piena	Portata specifica di piena	
(mm)	(mm)	(ore)	1.11*Tc = 0374*2.937*Tc (ore)	(mm)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s*km <sup>2</sup> )	
output	output	output	output	output	output	output	
22.39	4.48	0.14	0.1505	6.09	4.71	8.42	
«RUOTI-1» Q100 = 7.17 m <sup>3</sup> /s					CN DI RIF. =83.0 → CN CORRETTO =91.9		
A	CN	L	i	h100 (0.15 ore)	Tr		
Area del bacino	Numero di Curva	Lunghezza dell'asta	Pendenza del	Precipitazione di Tc ore con	100		
	Secondo	principale	bacino	Tr prefissato			
(km <sup>2</sup> )	Tab. 6.5 e 6.6	(km)	(%)	(mm)			
input	input	input	input	input			
0.559567	91.9	0.816	10.4	24.24			
I	P	Tc	Tp	D	Q100	q	
Infiltrazione potenziale	Perdita iniziale	Tempo Corrivazione (Kirpich)	Time to peak	Scorrimento superficiale	Portata di piena	Portata specifica di piena	
(mm)	(mm)	(ore)	1.11*Tc = 0374*2.937*Tc (ore)	(mm)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s*km <sup>2</sup> )	
output	output	output	output	output	output	output	
22.39	4.48	0.14	0.1505	9.26	7.17	12.81	
«RUOTI-1» Q200 = 8.97 m <sup>3</sup> /s					CN DI RIF. =83.0 → CN CORRETTO =91.9		
A	CN	L	i	h200 (0.15 ore)	Tr		
Area del bacino	Numero di Curva	Lunghezza dell'asta	Pendenza del	Precipitazione di Tc ore con	200		
	Secondo	principale	bacino	Tr prefissato			
(km <sup>2</sup> )	Tab. 6.5 e 6.6	(km)	(%)	(mm)			
input	input	input	input	input			
0.559567	91.9	0.816	10.4	27.40			
I	P	Tc	Tp	D	Q200	q	
Infiltrazione potenziale	Perdita iniziale	Tempo Corrivazione (Kirpich)	Time to peak	Scorrimento superficiale	Portata di piena	Portata specifica di piena	
(mm)	(mm)	(ore)	1.11*Tc = 0374*2.937*Tc (ore)	(mm)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s*km <sup>2</sup> )	
output	output	output	output	output	output	output	
22.39	4.48	0.14	0.1505	11.60	8.97	16.03	
«RUOTI-1» Q500 = 11.88 m <sup>3</sup> /s					CN DI RIF. =83.0 → CN CORRETTO =91.9		
A	CN	L	i	h500 (0.15 ore)	Tr		
Area del bacino	Numero di Curva	Lunghezza dell'asta	Pendenza del	Precipitazione di Tc ore con	500		
	Secondo	principale	bacino	Tr prefissato			
(km <sup>2</sup> )	Tab. 6.5 e 6.6	(km)	(%)	(mm)			
input	input	input	input	input			
0.559567	91.9	0.816	10.4	32.23			
I	P	Tc	Tp	D	Q500	q	
Infiltrazione potenziale	Perdita iniziale	Tempo Corrivazione (Kirpich)	Time to peak	Scorrimento superficiale	Portata di piena	Portata specifica di piena	
(mm)	(mm)	(ore)	1.11*Tc = 0374*2.937*Tc (ore)	(mm)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s*km <sup>2</sup> )	
output	output	output	output	output	output	output	
22.39	4.48	0.14	0.1505	15.36	11.88	21.23	

#### 4.4 CALCOLO DELLE PORTATE DEL RAMO RUOTI 2-3

---



**Lag Time t1**

t1 [ore]  
 $t1 = L^{0.8} * (2540 - 22.86 * CN)^{0.7} / (1410.4 * CN^{0.7} * i^{0.5})$   
 L = Lunghezza corso d'acqua principale  
 L [m]  
 i = Pendenza media del bacino  
 i [%]

**Time To Peak Tp**

Tp [ore]  
 Tempo compreso tra inizio onda di piena e portata al colmo  
 $Tp = 1.854 * t1$

**Infiltrazione potenziale I**

I [mm]  
 $I = 25400 / CN - 254$

**Perdita iniziale P**

P [mm]  
 Le perdite d'acqua che ritardano l'inizio del deflusso  
 Acqua ritenuta in depressioni o evaporata o infiltrata o intercettata dalla vegetazione  
 $P = 0.2 * I$

**Runoff D**

D [mm]  
 Scorrimento superficiale  
 $D = (h24 - P)^2 / (h24 + 0.8 * I)$

**Precipitazione di 24 ore h24**

h24 [mm]  
 Precipitazione per uno scroscio durato 24 ore e con tempo di ritorno Tr prestabilito.

**Area di bacino A**

A [km<sup>2</sup>]

**Portata di piena Q**

Q [m<sup>3</sup>/s]  
 Portata di piena con prefissato tempo di ritorno (il Tr rileva nel calcolo di h24)  
 $Q = (0.2081 * A * D) / Tp$

**Curve Number CN**

Parametro tabellato per suoli di categoria A\B\C\D  
 Il valore dipende dalle condizioni di umidità antecedente I\II\III  
 Il valore tabellato si riferisce alla condizione AMC=II dell'umidità antecedente AMC.  
 AMC = Antecedent Moisture Condition.  
 $CN_{I} = CN / (23 - 0.013 * CN)$  per il caso umidità antecedente I.  
 $CN_{II} = CN$  per il caso umidità antecedente II (si prende il valore di tabella).  
 $CN_{III} = CN / (0.43 + 0.0057 * CN)$  per il caso umidità antecedente III.

**INTRODUCO UNA VARIANTE: ADOPERO UNA CORREZIONE: INTRODUCO IL TEMPO DI CORRIVAZIONE E CONSIDERO LO SCROSCIO SU QUEL TEMPO**

**Time To Peak Tp Alternativo Adoperano il tempo di corrivazione calcolato secondo Kirpich**

Tp [ore]  
 Tempo compreso tra inizio onda di piena e portata al colmo  
 $Tp = 1.11 * Tc$   
 $Tp = 0.374 * Tb$   
 $Tb = 2.937 * Tc$  Tempo di base pari alla durata dell'onda di piena Tb. Tc è il tempo di concentrazione  
 $Tc = 0.0195 * (L / (H/L)^{0.5})^{0.77}$  Tempo di concentrazione secondo Kirpich. Tc in minuti, L in metri ed H in metri.

Hmax (m)	Hmin (m)	ΔH (m)	L (m)	Tc (min)	Tc (ore)
431.818	394.09	37.728	786	20.6471	0.3441

Portata di piena calcolata col metodo cinematico e con il Tc di Kirpich							
Progr. 6.1 Calcolo della portata di piena con il metodo del Soil Conservation Service (SCS)							
Aree residenziali con copertura media del: 65%: CN,II (D) = 92							
AMC (Umidità antecedente) <input type="text" value="III"/> (I=poca pioggia antecedente, III=Molta pioggia antecedente)							
Aree residenziali con copertura media del: 65%: CN,III (D) = 96.4							
«RUOTI-2-3» Q10 = 3.71 m³/s					CN DI RIF. =92.0 → CN CORRETTO =96.4		
A	CN	L	i	h10 (0.38 ore)	Tr		
Area del bacino	Numero di Curva	Lunghezza dell'asta	Pendenza del	Precipitazione di Tc ore con	10		
	Secondo	principale	del bacino	Tr prefissato			
(km²)	Tab. 6.5 e 6.6	(km)	(%)	(mm)			
input	input	input	input	input			
0.465118	96.4	0.786	4.8	23.08			
I	P	Tc	Tp	D	Q10	q	
Infiltrazione potenziale	Perdita iniziale	Tempo Corrivazione (Kirpich)	Time to peak	Scorrimento superficiale	Portata di piena	Portata specifica di piena	
(mm)	(mm)	(ore)	1.11*Tc = 0374*2.937*Tc (ore)	(mm)	(m³/s)	(m³/s*km²)	
output	output	output	output	output	output	output	
9.49	1.90	0.34	0.3820	14.63	3.71	7.97	
«RUOTI-2-3» Q30 = 4.86 m³/s					CN DI RIF. =92.0 → CN CORRETTO =96.4		
A	CN	L	i	h30 (0.38 ore)	Tr		
Area del bacino	Numero di Curva	Lunghezza dell'asta	Pendenza del	Precipitazione di Tc ore con	30		
	Secondo	principale	del bacino	Tr prefissato			
(km²)	Tab. 6.5 e 6.6	(km)	(%)	(mm)			
input	input	input	input	input			
0.465118	96.4	0.786	4.8	28.03			
I	P	Tc	Tp	D	Q30	q	
Infiltrazione potenziale	Perdita iniziale	Tempo Corrivazione (Kirpich)	Time to peak	Scorrimento superficiale	Portata di piena	Portata specifica di piena	
(mm)	(mm)	(ore)	1.11*Tc = 0374*2.937*Tc (ore)	(mm)	(m³/s)	(m³/s*km²)	
output	output	output	output	output	output	output	
9.49	1.90	0.34	0.3820	19.17	4.86	10.45	
«RUOTI-2-3» Q100 = 6.44 m³/s					CN DI RIF. =92.0 → CN CORRETTO =96.4		
A	CN	L	i	h100 (0.38 ore)	Tr		
Area del bacino	Numero di Curva	Lunghezza dell'asta	Pendenza del	Precipitazione di Tc ore con	100		
	Secondo	principale	del bacino	Tr prefissato			
(km²)	Tab. 6.5 e 6.6	(km)	(%)	(mm)			
input	input	input	input	input			
0.465118	96.4	0.786	4.8	34.69			
I	P	Tc	Tp	D	Q100	q	
Infiltrazione potenziale	Perdita iniziale	Tempo Corrivazione (Kirpich)	Time to peak	Scorrimento superficiale	Portata di piena	Portata specifica di piena	
(mm)	(mm)	(ore)	1.11*Tc = 0374*2.937*Tc (ore)	(mm)	(m³/s)	(m³/s*km²)	
output	output	output	output	output	output	output	
9.49	1.90	0.34	0.3820	25.43	6.44	13.86	
«RUOTI-2-3» Q200 = 7.54 m³/s					CN DI RIF. =92.0 → CN CORRETTO =96.4		
A	CN	L	i	h200 (0.38 ore)	Tr		
Area del bacino	Numero di Curva	Lunghezza dell'asta	Pendenza del	Precipitazione di Tc ore con	200		
	Secondo	principale	del bacino	Tr prefissato			
(km²)	Tab. 6.5 e 6.6	(km)	(%)	(mm)			
input	input	input	input	input			
0.465118	96.4	0.786	4.8	39.22			
I	P	Tc	Tp	D	Q200	q	
Infiltrazione potenziale	Perdita iniziale	Tempo Corrivazione (Kirpich)	Time to peak	Scorrimento superficiale	Portata di piena	Portata specifica di piena	
(mm)	(mm)	(ore)	1.11*Tc = 0374*2.937*Tc (ore)	(mm)	(m³/s)	(m³/s*km²)	
output	output	output	output	output	output	output	
9.49	1.90	0.34	0.3820	29.76	7.54	16.21	
«RUOTI-2-3» Q500 = 9.23 m³/s					CN DI RIF. =92.0 → CN CORRETTO =96.4		
A	CN	L	i	h500 (0.38 ore)	Tr		
Area del bacino	Numero di Curva	Lunghezza dell'asta	Pendenza del	Precipitazione di Tc ore con	500		
	Secondo	principale	del bacino	Tr prefissato			
(km²)	Tab. 6.5 e 6.6	(km)	(%)	(mm)			
input	input	input	input	input			
0.465118	96.4	0.786	4.8	46.12			
I	P	Tc	Tp	D	Q500	q	
Infiltrazione potenziale	Perdita iniziale	Tempo Corrivazione (Kirpich)	Time to peak	Scorrimento superficiale	Portata di piena	Portata specifica di piena	
(mm)	(mm)	(ore)	1.11*Tc = 0374*2.937*Tc (ore)	(mm)	(m³/s)	(m³/s*km²)	
output	output	output	output	output	output	output	
9.49	1.90	0.34	0.3820	36.41	9.23	19.84	

## 4.5 CALCOLO DELLE PORTATE DEL RAMO RUOTI 4

---

