

# **RU**



**Comune di  
Castiglione d'Orcia  
Provincia di Siena  
Regolamento  
Urbanistico**

Progetto  
e coordinamento generale:

Dr.Arch. Gianni Neri

Collaboratore per  
gli aspetti urbanistici:

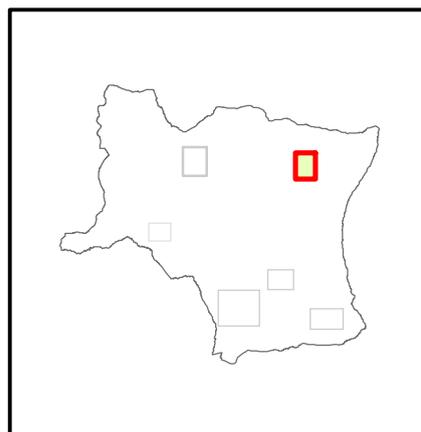
Dr Arch. Fabrizio Milesi

Consulente per  
gli aspetti geologici:

Dr.Geol. Daniele Nenci

Garante per l'informazione:

Geom. Stefano Pecci



***U.T.O.E. Gallina:  
Valutazione rischio idraulico  
Torrente Vellora***

***RELAZIONE***

## **1. PREMESSA**

Nel presente lavoro si riferisce sulle risultanze di un'indagine geologica ed idrologica su di un'area, ricadente all'interno dell'U.T.O.E. di Gallina, dove, nell'ambito della redazione del Regolamento Urbanistico, si intende definire il limite dell'esonabilità per tempi di ritorno pari a 200 anni così da distinguere le aree a pericolosità idraulica elevata o molto elevata da quelle a pericolosità media o bassa. In base al D.P.G.R. 26/R/2007 infatti, la possibilità di realizzare nuove edificazioni ed infrastrutture all'interno delle U.T.O.E. è condizionata alla definizione del rischio idraulico per tempi di ritorno di 200 anni, in quanto a valle di tale limite gli interventi non sono ammessi, mentre a monte di esso gli interventi sono consentiti.

L'area in esame è ubicata lungo la S.S. 2 Cassia, all'interno dell'U.T.O.E. del Centro abitato di Gallina ed occupa una zona a debole acclività al margine della pianura alluvionale del Torrente Vellora, ad una quota di circa 294 metri s.l.m.. La porzione del bacino che sta a monte dell'area di studio presenta una forma piuttosto compatta con allungamento prevalente in direzione **sudvest-nord** ed ha una **superficie di circa 31 km<sup>2</sup>**. L'altimetria è compresa tra i 974 metri s.l.m. di Capanna Palloni, nei pressi di Campiglia d'Orcia, ed i 290 metri s.l.m. della valle del Vellora in località Gallina, nel punto di chiusura del bacino.

Si riportano in appendice:

- Carta del bacino idrografico del Torrente Vellora in scala 1:28.000;
- Curve di probabilità pluviometrica dei sub-bacini del T. Vellora;
- Analisi statistica dei dati pluviografici;
- Calcoli delle portate di massima piena dei sub-bacini del T. Vellora;
- Planimetria in scala 1:2.000 della pianura alluvionale del T. Vellora con indicazione delle tracce di sezione;

- Sezioni A-A' e B-B' della pianura alluvionale;
- Carta della Pericolosità Idraulica in scala 1:2.000;

## 2. CLIMATOLOGIA

Necessaria premessa ad una corretta interpretazione del meccanismo di formazione dei deflussi, al fine di applicare le metodologie di previsione, è una approfondita conoscenza del **regime delle piogge intense**. Queste informazioni divengono indispensabili allorché non si disponga di rilievi diretti di portata; nei bacini imbriferi di limitata estensione, caratterizzati quindi da piccoli tempi di corrivazione, le piogge di forte intensità costituiscono infatti sia la principale causa dei maggiori deflussi nella rete idrografica e dei fenomeni di erosione superficiale, che una importante concausa dei processi erosivi accelerati o di massa.

**Le indagini sulle piogge intense sono dirette alla determinazione del legame che intercorre tra l'altezza della precipitazione verificatasi in una data stazione pluviometrica, la sua durata e la frequenza probabile con cui tale altezza può verificarsi.** Per il territorio in esame è stata considerata la stazione pluviometrica di **Campiglia d'Orcia**, l'unica interna al bacino. Lo scarso numero di stazioni presenti nella zona ha influito naturalmente sulla esatta determinazione dei valori di massima precipitazione calcolati, ma è da tenere presente che tale risultato rappresenta il limite massimo raggiungibile con i dati reperibili dagli Annali Idrologici. Nella **Tabella 1** sono riportati i valori a nostra disposizione che riguardano i maggiori eventi di piogge intense per le durate di **1, 3, 6, 12 e 24 ore**.

Tabella 1 - Regime delle piogge intense

| STAZIONE PLUVIOMETRICA DI CAMPIGLIA D'ORCIA |        |        |        |               |         |  |
|---|--------|--------|--------|---------------|---------|--|
| Anno  | DURATA |        |        | PIOGGIA (ore) |         |  |
|   | 1      | 3      | 6      | 12            | 24      |  |
| 1968  | 23,0   | 34,4   | 34,4   | 34,4          | 36,2    |  |
| 1969  | 22,6   | 30,4   | 30,8   | 33,0          | 33,2    |  |
| 1970  | 12,8   | 13,8   | 17,8   | 18,2          | 30,0    |  |
| 1971  | 19,4   | 20,6   | 30,6   | 39,6          | 40,4    |  |
| 1972  | 32,4   | 35,8   | 38,2   | 51,2          | 82,8    |  |
| 1973  | 16,6   | 17,8   | 29,2   | 53,6          | 77,2    |  |
| 1974  | 22,4   | 31,0   | 42,8   | 64,4          | 89,4    |  |
| 1975  | 32,4   | 35,0   | 44,0   | 86,0          | 96,4    |  |
| 1976  | 23,4   | 40,6   | 54,0   | 66,8          | 83,6    |  |
| 1977  | 35,0   | 38,2   | 40,4   | 57,2          | 63,0    |  |
| 1978  | 16,0   | 30,0   | 62,8   | 107,6         | 125,2   |  |
| 1979  | 30,2   | 47,0   | 51,8   | 82,8          | 95,7    |  |
| 1980  | 20,2   | 29,8   | 50,8   | 60,4          | 75,0    |  |
| 1981  | 50,0   | 52,4   | 53,0   | 58,6          | 81,2    |  |
| 1982  | 21,0   | 38,0   | 56,0   | 86,0          | 144,4   |  |
| 1983  | 14,6   | 30,2   | 34,0   | 35,2          | 41,0    |  |
| 1984  | 21,0   | 37,8   | 58,8   | 73,6          | 76,4    |  |
| Dimensione del campione                     | 17     | 17     | 17     | 17            | 17      |  |
| Media M                                     | 24,294 | 33,106 | 42,906 | 59,329        | 74,771  |  |
| Scarto medio S                              | 9,244  | 9,715  | 12,459 | 23,280        | 32,000  |  |
| $u = M - 0,450 S$                           | 20,134 | 28,734 | 37,299 | 48,853        | 60,371  |  |
| $\text{alfa} = 1,283/S$                     | 0,139  | 0,132  | 0,103  | 0,055         | 0,040   |  |
| h per TR = 200 [mm]                         | 58,284 | 68,828 | 88,719 | 144,933       | 192,437 |  |

Si è **proceduto** quindi all'elaborazione, tramite metodi statistici, dei dati in nostro possesso definendo un campione costituito dai massimi annuali delle precipitazioni di differente durata per tempi di ritorno **TR pari a 200 anni<sup>1</sup>** (ai sensi dell'all. A del Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. 1/2005). Si è adottata la **distribuzione di Gumbel**:

<sup>1</sup>Il valore della pioggia critica per un tempo di ritorno pari a 200 anni rappresenta il valore della precipitazione che mediamente viene uguagliata o superata una volta in 200 anni.

$$h = u - \frac{1}{\alpha} \ln\left(\ln \frac{T}{T-1}\right)$$

dove:  $h$  = precipitazione

$T$  = tempo di ritorno = 200 anni

$u$  ed  $\alpha$  parametri definiti nella Tabella 1

Si sono così individuati i valori delle massime altezze di precipitazione connessi con i particolari tempi di durata nella stazione di Campiglia d'Orcia (**ultima riga in Tabella 1**); perciò abbiamo:

- ✓ per una durata di pioggia  $t$  di 1 ora,  $h = 58,284$  mm
- ✓ per una durata di pioggia  $t$  di 3 ore,  $h = 68,828$  mm
- ✓ per una durata di pioggia  $t$  di 6 ore,  $h = 88,719$  mm
- ✓ per una durata di pioggia  $t$  di 12 ore,  $h = 144,933$  mm
- ✓ per una durata di pioggia  $t$  di 24 ore,  $h = 192,437$  mm

Questi dati sono stati posti in un **diagramma logaritmico  $\log h - \log t$** . Si è verificato il buon allineamento dei punti attorno ad una retta del tipo:  $h = at^n$  dove il parametro  $a$  è il valore di  $h$  corrispondente a  $t = 1$  ora ed  $n$  la pendenza della retta; nel nostro caso  $h = 50,86 \cdot t^{0,39}$ .

Tale retta, che prende il nome di "**Curva di possibilità pluviometrica**", è quella che **regola, in funzione della durata di precipitazione, l'altezza di pioggia massima** - per un tempo di ritorno pari a 200 anni - **prevedibile nel bacino del Torrente Vellora**.

Calcolando l'altezza di precipitazione (in mm) per un evento di durata pari al tempo di corrivazione di ogni singolo bacino, avremo **l'altezza di pioggia critica del bacino**.

### 3. CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE E IDROLOGICHE DEL BACINO DEL VELLORA

Il bacino in oggetto è stato suddiviso (vedi **Carta del bacino idrografico del T. Vellora** allegata in appendice) in 4 sub-bacini di secondo ordine: quello del **Torrente Vellora p.p.**, quello del **Torrente Rofanello**, quello del **Fosso delle Vigne** e quello formato dai **tributari diretti del Torrente Vellora**, il cui punto di inizio è stato fissato per convenzione alla confluenza del Torrente Vellora con il Torrente Rofanello. Per ognuno di essi sono stati misurati e calcolati parametri fondamentali per la stima della massima portata affluente (vedi **Tabella 2**).

Il **tempo di corrivazione**  $\tau$  è stato calcolato per ogni sottobacino con metodo automatico utilizzando la **Formola di Giandotti** correntemente usata per i bacini montani italiani:

$$\tau = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_m - H_0}}$$

essendo:

S = superficie del bacino [km<sup>2</sup>]

L = lunghezza dell'asta fluviale [km]

H<sub>m</sub> = quota media del bacino [m s.l.m.]

H<sub>0</sub> = quota del punto di chiusura del bacino [m s.l.m.]

Per quanto riguarda la determinazione del **coefficiente di deflusso medio** nei diversi bacini, sono stati utilizzati i valori ricavati sperimentalmente, attraverso un congruo numero di prove infiltrometriche, in un lavoro commissionato dalla Comunità Montana del Monte Amiata ("**Piano integrato di intervento forestale e di sistemazione idraulico-forestale: la valle del Vellora**").

L'**altezza di pioggia critica** di ogni bacino è stata calcolata a partire dalla "Curva di probabilità pluviometrica" media dell'intero bacino  $h = 50,86 \cdot t^{0,39}$ , calcolando tale altezza per una durata di precipitazione **t** uguale al tempo di corrivazione tipico del bacino.

**Tabella 2 - Principali caratteristiche morfometriche e idrologiche dei 4 sub-bacini del Torrente Vellora**

|                                   | <b>T. VELLORA P.P.</b> | <b>T. ROFANELLO</b> | <b>F. D. VIGNE</b> | <b>TRIB. DIRETTI</b> |
|-----------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| Superficie [kmq]                  | 13,8478                | 14,30667            | 1,5368             | 2,16                 |
| Quota massima [m s.l.m.]          | 925                    | 974                 | 428                | 360                  |
| Quota minima [m s.l.m.]           | 306                    | 306                 | 298                | 290                  |
| Quota media [m s.l.m.]            | 615,5                  | 640                 | 363                | 325                  |
| Lunghezza asta fluviale [km]      | 8,664                  | 8,892               | 2,979              | 2,062                |
| Alt. pioggia critica (T=200) [mm] | 66,34                  | 66,14               | 59,05              | 66,41                |
| Tempo di corrivazione [ore]       | 1,96                   | 1,95                | 1,46               | 1,97                 |
| Coeff. di deflusso medio          | 0,68                   | 0,78                | 0,83               | 0,83                 |
| Portata massima [mc/sec]          | 88,41                  | 105,26              | 14,27              | 16,82                |

#### 4. CALCOLO DELLA MASSIMA PORTATA AFFLUENTE

Il calcolo della massima portata affluente in corrispondenza dell'area in oggetto è stato realizzato sommando le diverse portate dei singoli sub-bacini che compongono il bacino del Vellora chiuso in corrispondenza dell'U.T.O.E. di Gallina.

La portata massima affluente  $Q_{\max}^{aff}$  per ogni bacino è stata calcolata con la formula:

$$Q_{\max}^{aff} = \frac{k \cdot h_c \cdot S}{\tau}$$

dove  $k$  è il coefficiente di deflusso medio del bacino

$h_c$  è l'altezza di pioggia critica (con  $t$  pari al tempo di corrivazione del bacino)

$S$  è l'area del bacino

$\tau$  è il tempo di corrivazione

I valori delle portate massime affluenti, riportati anche in Tabella 2, sono i seguenti:

- TORRENTE VELLORA P.P. 88,41 m<sup>3</sup>/sec
- TORRENTE ROFANELLO 105,26 m<sup>3</sup>/sec
- FOSSO DELLE VIGNE 14,27 m<sup>3</sup>/sec
- TRIBUTARI DIRETTI 16,82 m<sup>3</sup>/sec

Il valore totale della portata massima affluente del Torrente Vellora in corrispondenza delle sezioni individuate all'interno della pianura alluvionale del Vellora in prossimità dell'U.T.O.E. di Gallina, con un tempo di ritorno di 200 anni, è di 224,76 m<sup>3</sup>/sec.

## 5. CALCOLO DELLA MASSIMA PORTATA AMMISSIBILE

A partire da una base topografica in scala 1:2.000 sono state tracciate due sezioni (rispettivamente indicate con A – A' e B – B' in appendice alla presente relazione) dell'alveo del Vellora in corrispondenza dell'U.T.O.E. di Gallina. Da queste risulta chiaro come il Vellora scorra, nei periodi di morbida, in un alveo di larghezza intorno ai 13 metri, all'interno del quale il canale principale assume un andamento debolmente sinuoso ("low sinuosity stream"), con formazione di "barre" allungate longitudinalmente all'asta fluviale ed attaccate alternativamente sulla sponda sinistra e destra dell'alveo.

La profondità del canale principale è estremamente variabile sia in senso laterale che longitudinale, presentando la caratteristica successione a "pool" e "riffle" tipica dei fiumi a bassa sinuosità della Toscana meridionale (Orcia, Formone). Le barre fluviali, che sono formate per la maggior parte da ghiaie e ciottoli e hanno un'altezza massima di pochi decimetri, vengono periodicamente sommerse durante le piene del corso d'acqua che va ad occupare anche quei canali (detti per l'appunto "di piena") distanti diverse decine di metri dal canale principale.

Allo scopo di definire il limite della fascia di terreno soggetta ad esondazione per piene con tempi di ritorno pari a 200 anni (aree a pericolosità idraulica elevata o molto elevata), sono stati realizzati calcoli attraverso un foglio elettronico ipotizzando diverse altezze raggiunte dal pelo dell'acqua lungo le due sezioni considerate.

E' stato utilizzato il metodo di **Gaukler-Strickler**:

**Formula di Gaukler-Strickler:** 
$$Q_{\max}^{am} = k \cdot S \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{i}$$

dove **k**, **coefficiente di scabrezza** del canale, è assunto cautelativamente = **30**

**S** è la sezione dell'alveo [m<sup>2</sup>]

**R** è il raggio idraulico = sezione bagnata/perimetro bagnato

**i** è la pendenza dell'alveo nel tratto considerato

Per quanto riguarda la **sezione A-A'**, ipotizzando una quota massima di **296,8 metri sul livello del mare**, abbiamo i seguenti dati:

$$R = 0,589$$

$$S = 148,67 \text{ m}^2$$

$i = 0,007$  in un tratto di 100 m a monte ed a valle della sezione

**Dalla F. di Gaukler-Strickler:  $Q_{\max}^{am} = 260,25 \text{ m}^3/\text{sec}$**

Ricordando che la portata massima affluente in questa area è stata calcolata pari a  $224,76 \text{ m}^3/\text{sec}$ , allora  $Q_{\max}^{am} > Q_{\max}^{aff}$  **per la sezione A-A'**. Di conseguenza alla quota di 296,8 m lungo la sezione è stato posto il limite della esondabilità per piene con tempi di ritorno pari a 200 anni, cioè il limite dell'area a Pericolosità Idraulica Elevata all'interno dell'U.T.O.E..

Per quanto riguarda la **sezione B-B'**, posta a valle della sezione A-A', ipotizzando una quota massima di **292,3 metri sul livello del mare**, abbiamo i seguenti dati:

$$R = 0,587$$

$$S = 126,69 \text{ m}^2$$

$i = 0,007$  in un tratto di 100 m a monte ed a valle della sezione

**Dalla F. di Gaukler-Strickler:  $Q_{\max}^{am} = 245,21 \text{ m}^3/\text{sec}$**

Ricordando che la portata massima affluente in questa area è stata calcolata pari a  $224,76 \text{ m}^3/\text{sec}$ , allora  $Q_{\text{max}}^{\text{am}} > Q_{\text{max}}^{\text{aff}}$  **per la sezione A-A'**. Di conseguenza alla quota di 292,3 m lungo la sezione è stato posto il limite della esondabilità per piene con tempi di ritorno pari a 200 anni, cioè il limite dell'area a Pericolosità Idraulica Elevata all'interno dell'U.T.O.E..

Interpolando i due punti sopra definiti, tenendo presente l'andamento morfologico della pianura alluvionale desunto dalla base cartografica, si è giunti alla definizione e al tracciamento del limite dell'area a Pericolosità Idraulica Elevata all'interno dell'U.T.O.E. di Gallina relativamente alla presenza del Torrente Vellora.

Tale determinazione va a ridefinire la Pericolosità Idraulica in quel tratto.

## **6. CONCLUSIONI**

Nel presente studio si è definito il limite della fascia di terreno soggetta ad esondazione per piene con tempi di ritorno pari a 200 anni all'interno della pianura alluvionale del T. Vellora in corrispondenza del centro abitato di Gallina, allo scopo di distinguere le aree a pericolosità idraulica elevata o molto elevata da quelle a pericolosità media o bassa.

Tale limite è stato posto grazie allo studio delle massime portate affluenti ed ammissibili lungo due sezioni prossime a zone interessate da previsioni del Regolamento Urbanistico del Comune di Castiglione d'Orcia.

Alla luce di quanto determinato e più sopra riferito, risulta che le due aree risultano completamente esterne alle aree a P.I.E. e P.I.M.E., per cui, in sede di Classificazione della Fattibilità degli interventi, **alle due previsioni è stata attribuita una Classe 2 di Fattibilità per quanto riguarda le problematiche idrauliche.**

**CASTIGLIONE D'ORCIA, Giugno 2011**

## **APPENDICE**

- ***Carta del bacino idrografico del Torrente Vellora in scala 1:28.000***
- ***Curve di probabilità pluviometrica dei sub-bacini del T. Vellora***
- ***Analisi statistica dei dati pluviografici***
- ***Calcoli delle portate di massima piena dei sub-bacini del T. Vellora***
- ***Planimetria in scala 1:2.000 della pianura alluvionale del T. Vellora con indicazione delle tracce di sezione***
- ***Sezioni A-A' e B-B' della pianura alluvionale***
- ***Carta della Pericolosità Idraulica in scala 1:2.000***

# **RU**



**Comune di  
Castiglione d'Orcia  
Provincia di Siena  
Regolamento  
Urbanistico**

Progetto  
e coordinamento generale:

Dr.Arch. Gianni Neri

Collaboratore per  
gli aspetti urbanistici:

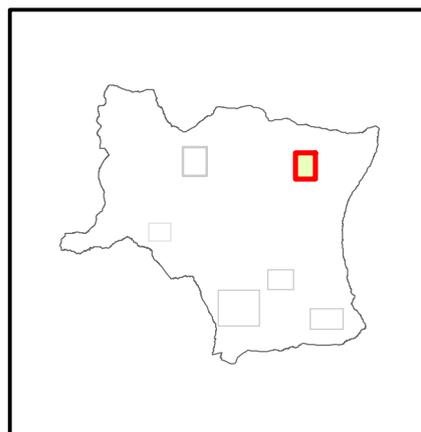
Dr Arch. Fabrizio Milesi

Consulente per  
gli aspetti geologici:

Dr.Geol. Daniele Nenci

Garante per l'informazione:

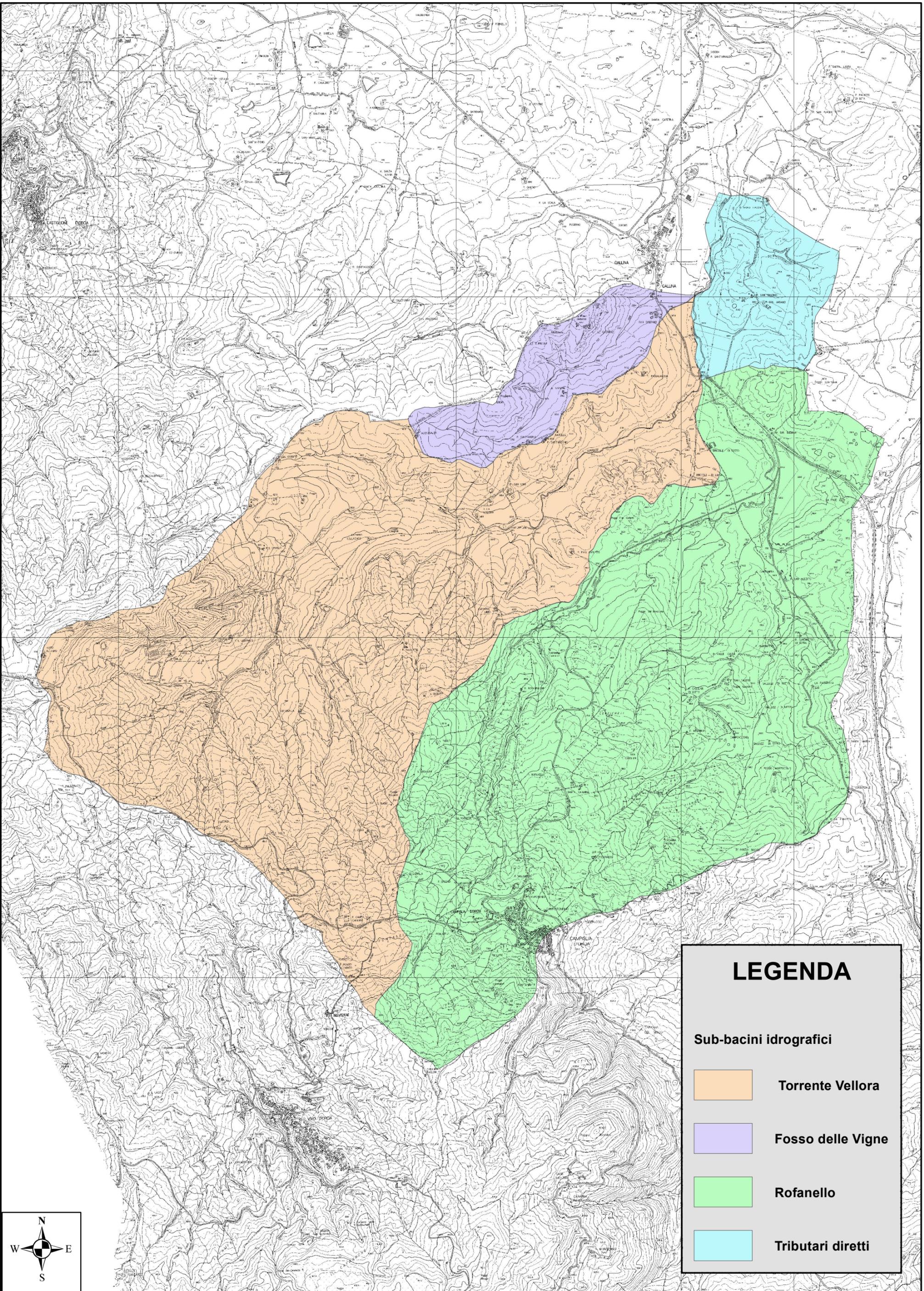
Geom. Stefano Pecci



***U.T.O.E. Gallina:  
Valutazione rischio idraulico  
Torrente Vellora***

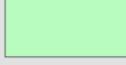
***CARTA DEL BACINO IDROGRAFICO  
DEL T. VELLORA***

**Scala 1:28.000**



## LEGENDA

### Sub-bacini idrografici

-  **Torrente Vellora**
-  **Fosso delle Vigne**
-  **Rofanello**
-  **Tributari diretti**

# Torrente Vellora

T 10  $y = 33,085x^{0,3806}$

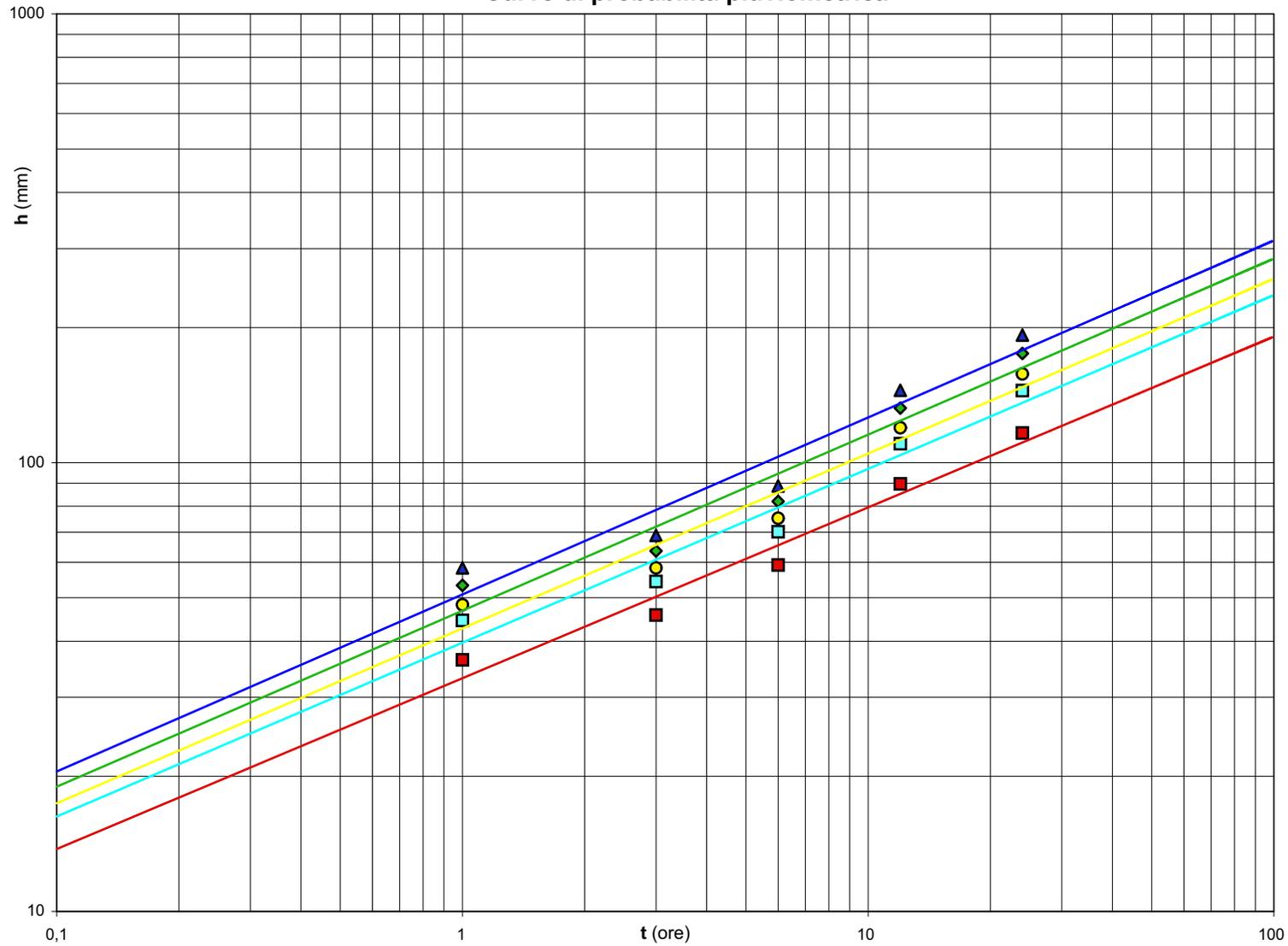
T 30  $y = 39,705x^{0,3873}$

T 50  $y = 42,726x^{0,3897}$

T 100  $y = 46,8x^{0,3923}$

T 200  $y = 50,859x^{0,3944}$

Curve di probabilità pluviometrica



# Torrente Rofanello

$$T\ 10\ y = 33,085x^{0,3806}$$

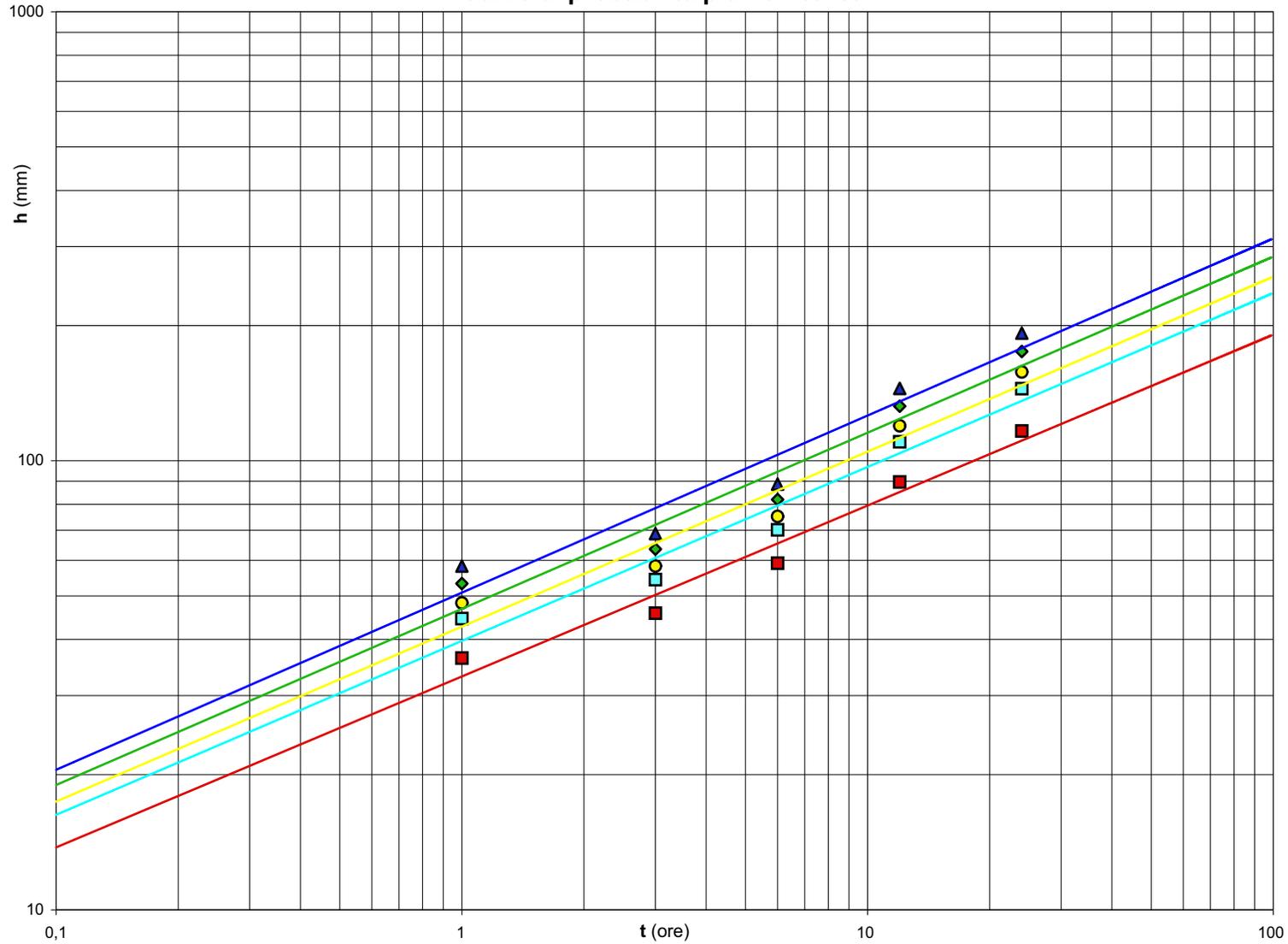
$$T\ 30\ y = 39,705x^{0,3873}$$

$$T\ 50\ y = 42,726x^{0,3897}$$

$$T\ 100\ y = 46,8x^{0,3923}$$

$$T\ 200\ y = 50,859x^{0,3944}$$

Curve di probabilità pluviometrica



# Tributari diretti

$$T 10 \quad y = 33,085x^{0,3806}$$

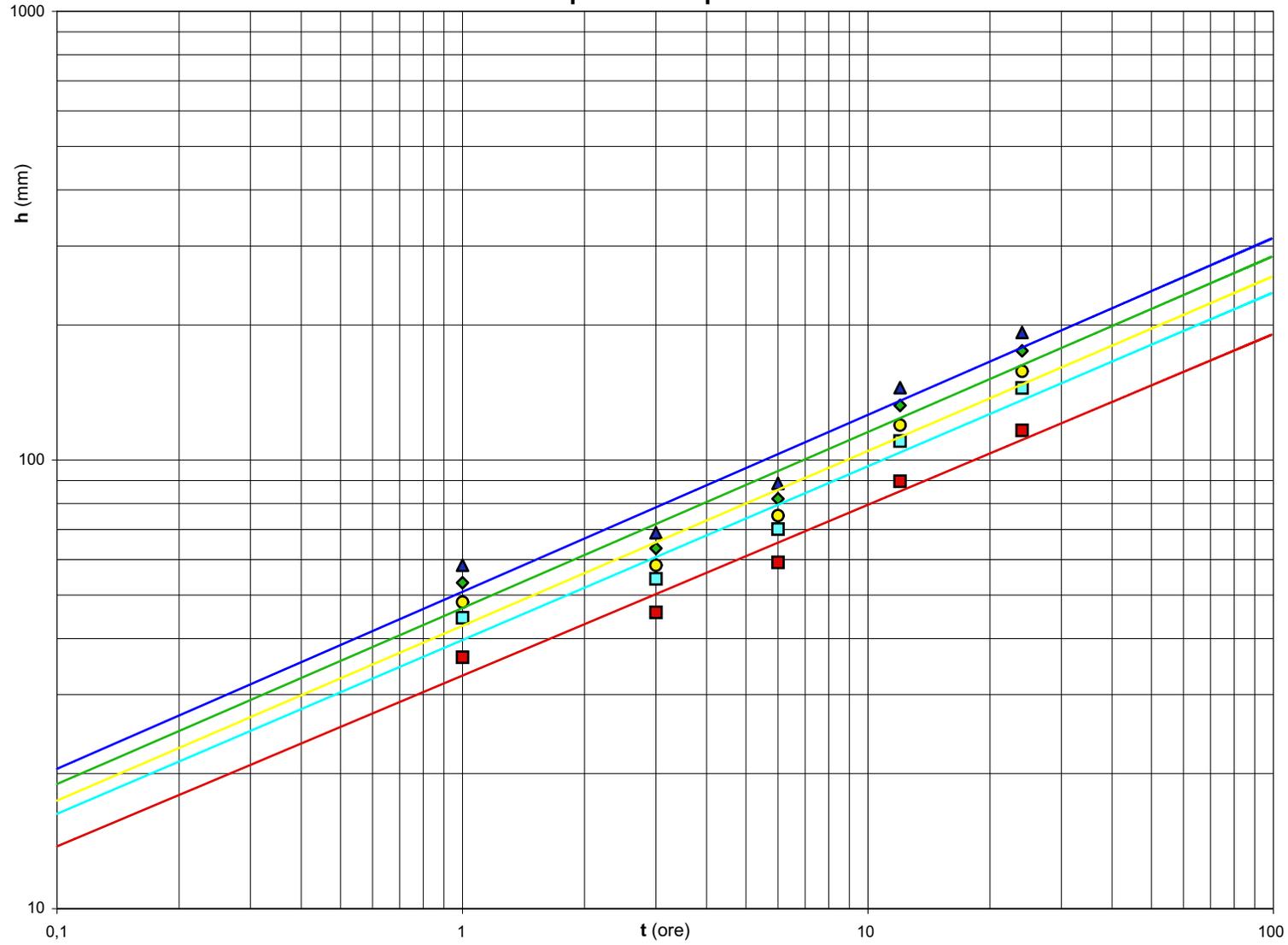
$$T 30 \quad y = 39,705x^{0,3873}$$

$$T 50 \quad y = 42,726x^{0,3897}$$

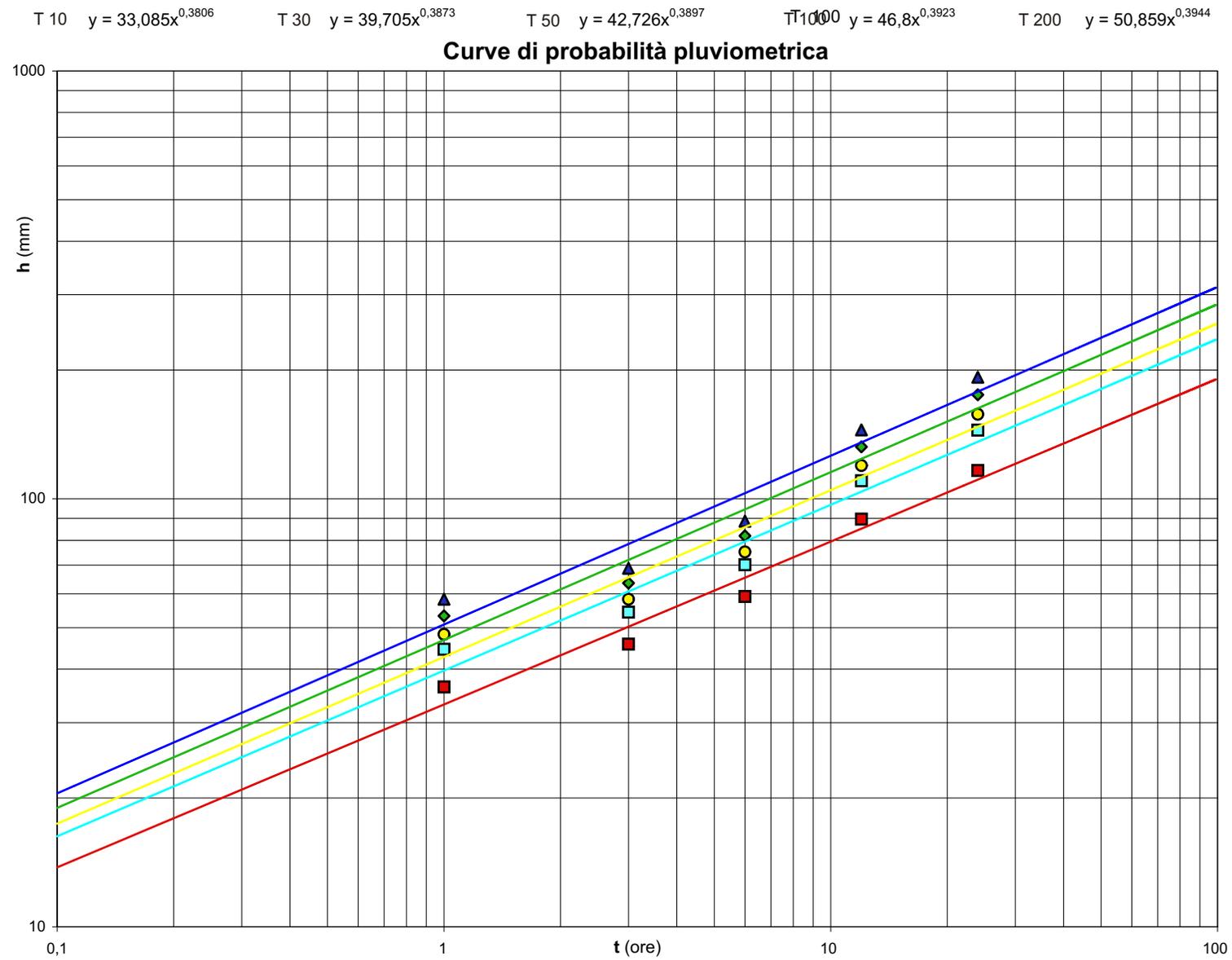
$$T 100 \quad y = 46,8x^{0,3923}$$

$$T 200 \quad y = 50,859x^{0,3944}$$

Curve di probabilità pluviometrica



# Fosso delle Vigne



**ANALISI STATISTICA DEI DATI PLUVIOGRAFICI  
( Metodo di Gumbel )**

**Tabella 1 -** Valori per ciascuna durata  $t$ , della media  $\mu(h_t)$ , dello scarto quadratico medio  $\sigma(h_t)$  e dei due parametri  $\alpha_t$  e  $u_t$  della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

| N =                                | 17 | t = 1 ora | t = 3 ore | t = 6 ore | t = 12 ore | t = 24 ore |
|------------------------------------|----|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| $\mu(h_t)$                         |    | 24,29     | 33,11     | 42,91     | 59,33      | 74,77      |
| $\sigma(h_t)$                      |    | 9,24      | 9,71      | 12,46     | 23,28      | 32,00      |
| $\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$     |    | 0,14      | 0,13      | 0,10      | 0,06       | 0,04       |
| $u_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$ |    | 20,13     | 28,73     | 37,30     | 48,85      | 60,37      |

**Tabella 2 -** Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

| Tr       |             | t = 1 ora | t = 3 ore | t = 6 ore | t = 12 ore | t = 24 ore |
|----------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 10 anni  | $h_{max} =$ | 36,35     | 45,77     | 59,15     | 89,69      | 116,50     |
| 30 anni  | $h_{max} =$ | 44,52     | 54,36     | 70,16     | 110,26     | 144,78     |
| 50 anni  | $h_{max} =$ | 48,25     | 58,28     | 75,19     | 119,66     | 157,69     |
| 100 anni | $h_{max} =$ | 53,28     | 63,57     | 81,97     | 132,32     | 175,11     |
| 200 anni | $h_{max} =$ | 58,29     | 68,83     | 88,73     | 144,95     | 192,46     |

**Tabella 3 -**

| Tr       | LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$ |                       |
|----------|-------------------------------------|-----------------------|
| 10 anni  | →                                   | $h=33,085xt^{0,3806}$ |
| 30 anni  | →                                   | $h=39,705xt^{0,3873}$ |
| 50 anni  | →                                   | $h=42,726xt^{0,3897}$ |
| 100 anni | →                                   | $h=46,8xt^{0,3923}$   |
| 200 anni | →                                   | $h=50,859xt^{0,3944}$ |

| DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO<br>ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA |  |                              | TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)   |
|--|--|------------------------------|---|
| Superficie del Bacino  | <b>S =</b>                             | <b>13,84</b> Km <sup>2</sup> | Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} = 1,96$                       |
| Lunghezza percorso idraulico principale  | <b>L =</b>                             | <b>8,66</b> Km               |   |
| Altitudine max percorso idraulico  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>900,00</b> m (s.l.m.)     | { Kirpich, Watt-<br>Chow, Pezzoli $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} =$ |
| Altitudine min percorso idraulico  | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>294,00</b> m (s.l.m.)     |   |
| Pendenza media percorso idraulico  | <b>P =</b>                             | <b>0,07</b> (m/m)            |   |
| Altitudine max bacino  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>925,00</b> m (s.l.m.)     |   |
| Altitudine sezione considerata   | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>294,00</b> m (s.l.m.)     |   |
| Altitudine media bacino  | <b>H<sub>m</sub> =</b>                 | <b>609,50</b> m (s.l.m.)     |   |
| Dislivello medio bacino  | <b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> =</b> | <b>315,50</b> m              |   |

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO  
( FORMULA del METODO RAZIONALE )

$$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$

con :

- c** = coefficiente di deflusso
- h<sub>(t,T)</sub>** = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S** = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)
- t<sub>c</sub>** = tempo di corrivazione (ore)
- 3,6** = fattore di conversione che permette di ottenere la Q<sub>max</sub> in m<sup>3</sup>/sec

RISULTATI

|                     |             |                               |              |                              |             |
|---------------------|-------------|-------------------------------|--------------|------------------------------|-------------|
| Deflusso <b>c</b> = | <b>0,68</b> | <b>S</b> (km <sup>2</sup> ) = | <b>13,84</b> | <b>t<sub>c</sub></b> (ore) = | <b>1,96</b> |
|---------------------|-------------|-------------------------------|--------------|------------------------------|-------------|

| Tr (anni) | <b>a</b> | <b>n</b> | <b>t<sub>c</sub></b> (ore) | <b>h<sub>(t,T)</sub></b> (mm) | <b>Q<sub>max</sub></b> (m <sup>3</sup> /sec) |
|-----------|----------|----------|----------------------------|-------------------------------|--|
| 10        | 33,0851  | 0,3806   | 1,96                       | 42,76                         | <b>56,98</b>                                 |
| 30        | 39,7047  | 0,3873   | 1,96                       | 51,55                         | <b>68,69</b>                                 |
| 50        | 42,7257  | 0,3897   | 1,96                       | 55,56                         | <b>74,03</b>                                 |
| 100       | 46,8000  | 0,3923   | 1,96                       | 60,96                         | <b>81,23</b>                                 |
| 200       | 50,8589  | 0,3944   | 1,96                       | 66,34                         | <b>88,41</b>                                 |

| DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO<br>ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA |  |                             | TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)   |
|--|--|-----------------------------|---|
| Superficie del Bacino  | <b>S =</b>                             | <b>2,16</b> Km <sup>2</sup> | Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} = 1,97$                       |
| Lunghezza percorso idraulico principale  | <b>L =</b>                             | <b>2,06</b> Km              |   |
| Altitudine max percorso idraulico  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>360,00</b> m (s.l.m.)    | { Kirpich, Watt-<br>Chow, Pezzoli $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} =$ |
| Altitudine min percorso idraulico  | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>295,00</b> m (s.l.m.)    |   |
| Pendenza media percorso idraulico  | <b>P =</b>                             | <b>0,03</b> (m/m)           |   |
| Altitudine max bacino  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>360,00</b> m (s.l.m.)    |   |
| Altitudine sezione considerata   | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>295,00</b> m (s.l.m.)    |   |
| Altitudine media bacino  | <b>H<sub>m</sub> =</b>                 | <b>327,50</b> m (s.l.m.)    |   |
| Dislivello medio bacino  | <b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> =</b> | <b>32,50</b> m              |   |

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO  
( FORMULA del METODO RAZIONALE )

$$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$

con :

- c** = coefficiente di deflusso
- h<sub>(t,T)</sub>** = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S** = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)
- t<sub>c</sub>** = tempo di corrivazione (ore)
- 3,6** = fattore di conversione che permette di ottenere la Q<sub>max</sub> in m<sup>3</sup>/sec

RISULTATI

|                     |             |                               |             |                              |             |
|---------------------|-------------|-------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|
| Deflusso <b>c</b> = | <b>0,83</b> | <b>S</b> (km <sup>2</sup> ) = | <b>2,16</b> | <b>t<sub>c</sub></b> (ore) = | <b>1,97</b> |
|---------------------|-------------|-------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|

| Tr (anni) | <b>a</b> | <b>n</b> | <b>t<sub>c</sub></b> (ore) | <b>h<sub>(t,T)</sub></b> (mm) | <b>Q<sub>max</sub></b> (m <sup>3</sup> /sec) |
|-----------|----------|----------|----------------------------|-------------------------------|--|
| 10        | 33,0851  | 0,3806   | 1,97                       | 42,80                         | <b>10,84</b>                                 |
| 30        | 39,7047  | 0,3873   | 1,97                       | 51,59                         | <b>13,07</b>                                 |
| 50        | 42,7257  | 0,3897   | 1,97                       | 55,61                         | <b>14,08</b>                                 |
| 100       | 46,8000  | 0,3923   | 1,97                       | 61,02                         | <b>15,45</b>                                 |
| 200       | 50,8589  | 0,3944   | 1,97                       | 66,41                         | <b>16,82</b>                                 |

| DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO<br>ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA |  |                              | TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)   |
|--|--|------------------------------|---|
| Superficie del Bacino  | <b>S =</b>                             | <b>14,30</b> Km <sup>2</sup> | Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} = 1,95$                       |
| Lunghezza percorso idraulico principale  | <b>L =</b>                             | <b>8,89</b> Km               |   |
| Altitudine max percorso idraulico  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>950,00</b> m (s.l.m.)     | { Kirpich, Watt-<br>Chow, Pezzoli $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} =$ |
| Altitudine min percorso idraulico  | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>306,00</b> m (s.l.m.)     |   |
| Pendenza media percorso idraulico  | <b>P =</b>                             | <b>0,07</b> (m/m)            |   |
| Altitudine max bacino  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>974,00</b> m (s.l.m.)     |   |
| Altitudine sezione considerata   | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>306,00</b> m (s.l.m.)     |   |
| Altitudine media bacino  | <b>H<sub>m</sub> =</b>                 | <b>640,00</b> m (s.l.m.)     |   |
| Dislivello medio bacino  | <b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> =</b> | <b>334,00</b> m              |   |

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO  
( FORMULA del METODO RAZIONALE )

$$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$

con :

- c** = coefficiente di deflusso
- h<sub>(t,T)</sub>** = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S** = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)
- t<sub>c</sub>** = tempo di corrivazione (ore)
- 3,6** = fattore di conversione che permette di ottenere la Q<sub>max</sub> in m<sup>3</sup>/sec

RISULTATI

|                     |             |                               |              |                              |             |
|---------------------|-------------|-------------------------------|--------------|------------------------------|-------------|
| Deflusso <b>c</b> = | <b>0,78</b> | <b>S</b> (km <sup>2</sup> ) = | <b>14,30</b> | <b>t<sub>c</sub></b> (ore) = | <b>1,95</b> |
|---------------------|-------------|-------------------------------|--------------|------------------------------|-------------|

| Tr (anni) | <b>a</b> | <b>n</b> | <b>t<sub>c</sub></b> (ore) | <b>h<sub>(t,T)</sub></b> (mm) | <b>Q<sub>max</sub></b> (m <sup>3</sup> /sec) |
|-----------|----------|----------|----------------------------|-------------------------------|--|
| 10        | 33,0851  | 0,3806   | 1,95                       | 42,63                         | <b>67,85</b>                                 |
| 30        | 39,7047  | 0,3873   | 1,95                       | 51,39                         | <b>81,79</b>                                 |
| 50        | 42,7257  | 0,3897   | 1,95                       | 55,39                         | <b>88,15</b>                                 |
| 100       | 46,8000  | 0,3923   | 1,95                       | 60,78                         | <b>96,72</b>                                 |
| 200       | 50,8589  | 0,3944   | 1,95                       | 66,14                         | <b>105,26</b>                                |

| DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO<br>ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA |  |                             | TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)  |
|--|--|-----------------------------|--|
| Superficie del Bacino  | <b>S =</b>                             | <b>1,53</b> Km <sup>2</sup> | Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} = 1,46$<br><br>{ Kirpich, Watt- $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$<br>Chow, Pezzoli |
| Lunghezza percorso idraulico principale  | <b>L =</b>                             | <b>2,98</b> Km              |  |
| Altitudine max percorso idraulico  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>410,00</b> m (s.l.m.)    |  |
| Altitudine min percorso idraulico  | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>298,00</b> m (s.l.m.)    |  |
| Pendenza media percorso idraulico  | <b>P =</b>                             | <b>0,04</b> (m/m)           |  |
| Altitudine max bacino  | <b>H<sub>max</sub> =</b>               | <b>428,00</b> m (s.l.m.)    |  |
| Altitudine sezione considerata   | <b>H<sub>0</sub> =</b>                 | <b>298,00</b> m (s.l.m.)    |  |
| Altitudine media bacino  | <b>H<sub>m</sub> =</b>                 | <b>363,00</b> m (s.l.m.)    |  |
| Dislivello medio bacino  | <b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> =</b> | <b>65,00</b> m              |  |

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO  
( FORMULA del METODO RAZIONALE )

$$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$

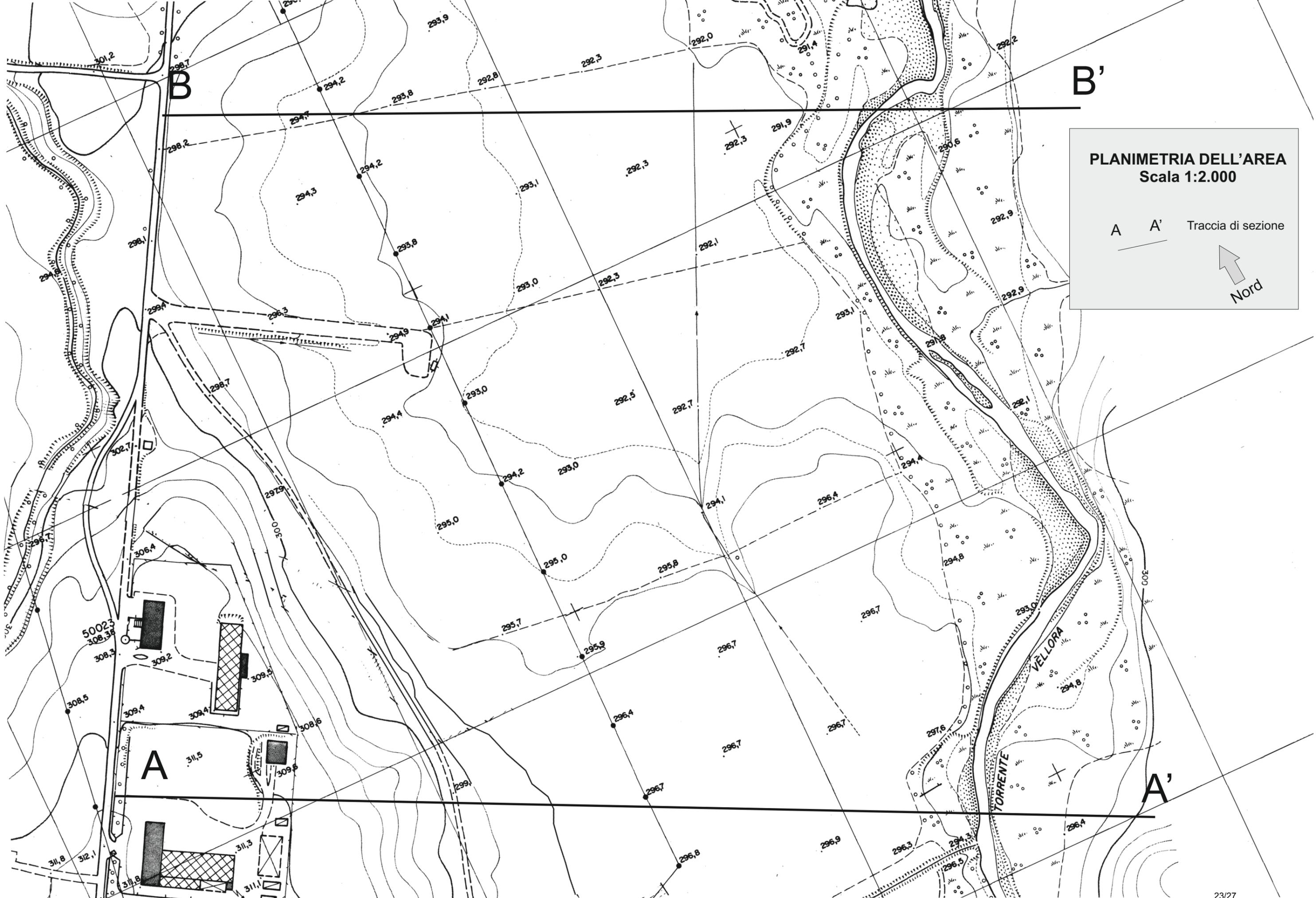
con :

- c** = coefficiente di deflusso
- h<sub>(t,T)</sub>** = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S** = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)
- t<sub>c</sub>** = tempo di corrivazione (ore)
- 3,6** = fattore di conversione che permette di ottenere la Q<sub>max</sub> in m<sup>3</sup>/sec

RISULTATI

|                     |             |                               |             |                              |             |
|---------------------|-------------|-------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|
| Deflusso <b>c</b> = | <b>0,83</b> | <b>S</b> (km <sup>2</sup> ) = | <b>1,53</b> | <b>t<sub>c</sub></b> (ore) = | <b>1,46</b> |
|---------------------|-------------|-------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|

| Tr (anni) | <b>a</b> | <b>n</b> | <b>t<sub>c</sub></b> (ore) | <b>h<sub>(t,T)</sub></b> (mm) | <b>Q<sub>max</sub></b> (m <sup>3</sup> /sec) |
|-----------|----------|----------|----------------------------|-------------------------------|--|
| 10        | 33,0851  | 0,3806   | 1,46                       | 38,21                         | <b>9,23</b>                                  |
| 30        | 39,7047  | 0,3873   | 1,46                       | 45,97                         | <b>11,11</b>                                 |
| 50        | 42,7257  | 0,3897   | 1,46                       | 49,52                         | <b>11,96</b>                                 |
| 100       | 46,8000  | 0,3923   | 1,46                       | 54,29                         | <b>13,12</b>                                 |
| 200       | 50,8589  | 0,3944   | 1,46                       | 59,05                         | <b>14,27</b>                                 |



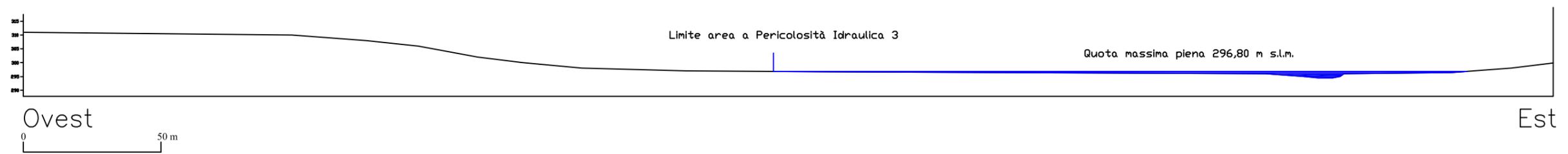
**PLANIMETRIA DELL'AREA**  
Scala 1:2.000

A A' Traccia di sezione

Nord

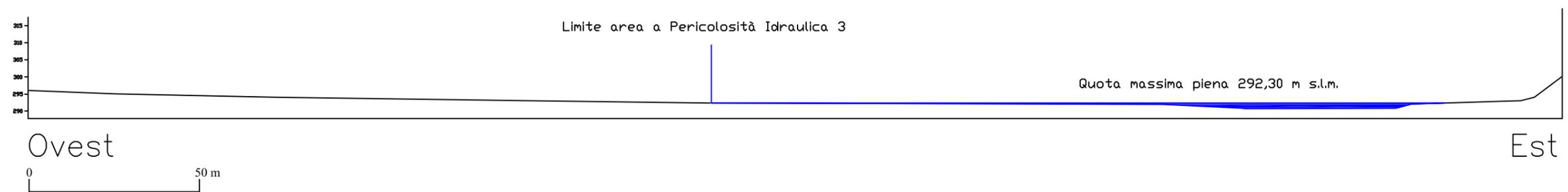
*Sezioni dell'alveo del Torrente Vellora nei pressi di Gallina*

Sezione A – A'



# *Sezioni dell'alveo del Torrente Vellora nei pressi di Gallina*

## Sezione B – B'





**Comune di  
Castiglione d'Orcia  
Provincia di Siena  
Regolamento  
Urbanistico**

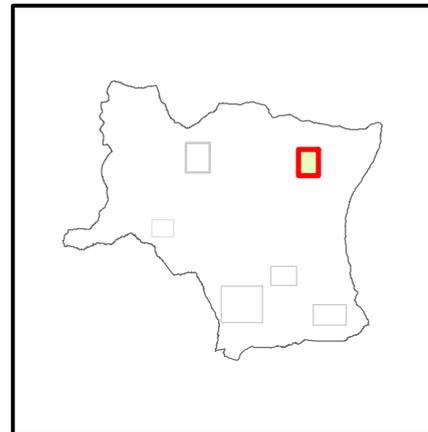
**RU**

Progetto  
e coordinamento generale: Dr.Arch. Gianni Neri

Collaboratore per  
gli aspetti urbanistici: Dr Arch. Fabrizio Milesi

Consulente per  
gli aspetti geologici: Dr.Geol. Daniele Nenci

Garante per l'informazione: Geom. Stefano Pecci



***U.T.O.E. Gallina:  
Valutazione rischio idraulico  
Torrente Vellora***

***CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA***  
**Scala 1:2.000**

**Legenda**

**— Limite area a Pericolosità Idraulica 3 da studio idraulico**

**PERICOLOSITA' IDRAULICA DA PIANO STRUTTURALE**  
**Classi di Pericolosità**

 Classe 3: Pericolosità elevata

 Classe 4: Pericolosità molto elevata

 PERIMETRO\_UTOE

