

Software per analisi idrologiche ed idrauliche di bacini idrografici ed urbani

Manuale utente V 1.2

Maggio 2016



## Sommario

1. HydroFlood .....	5
2. Modellazioni.....	6
3. Utilizzo del software .....	8
3.1. Primo utilizzo.....	8
3.2. Comando del software .....	9
3.2.1. Schermata del form principale.....	9
3.2.2. Toolbar di Zoom.....	10
3.2.3. Toolbar di info .....	11
3.3. I Menu .....	12
3.3.1. Menu File .....	12
3.3.2. Menu Aste.....	13
3.3.3. Menu Nodi.....	14
3.3.4. Menu Sez/Vasche.....	15
3.3.5. Menu Calcolo .....	16
3.3.6. Menu Visualizza.....	17
3.3.7. Menu Info (?).....	18
3.4. Tasti di scelta rapida .....	19
3.5. I Form.....	20
3.5.1. Form Input_Bacino.....	20
3.5.2. Form Configura Colori .....	21
3.5.3. Form Sezioni.....	25
3.5.4. Form Vasche.....	33
3.5.5. Proprietà delle aste .....	34
3.5.6. Inserimento di un nodo.....	40
3.5.7. Cancellazione di un nodo .....	41
3.5.8. Spostamento di un nodo .....	42
4. Algoritmo .....	43
4.1. Elementi lineari.....	43
4.1.1. Bacini idrografici.....	43
4.1.2. Nodi .....	43
4.2. Elementi lineari.....	45
4.2.1. Aste.....	45
4.2.2. Derivatori .....	46
4.2.3. Partitori .....	46
4.2.4. Vasche di laminazione .....	46
5. Legge di pioggia .....	47
5.1. Copertura del territorio nazionale .....	48
5.2. Utilizzo del software .....	50
5.2.1. Inserimento di una nuova legge di pioggia .....	50
5.2.2. Selezione di una legge di pioggia pre-caricata .....	51
5.2.3. Il menu .....	53

5.2.4. Tasti di scelta rapida .....	54
<b>5.3. Leggi di pioggia precaricate.....</b>	<b>55</b>
5.3.1. Autorità di Bacino del PO .....	55
5.3.2. VAPI comparto Parma e Genova .....	57
5.3.3. VAPI comparto Roma e Pescara.....	58

# 1. HydroFlood

HydroFlood è un software finalizzato allo studio idrologico dei bacini idrografici ed al relativo studio idraulico di verifica delle canalizzazioni.

Il software si compone di una serie di moduli tutti facenti parte dello stesso pacchetto.

I moduli sono:

- **HydroFlood**: un'interfaccia grafica di pre-processing e post-processing per l'inserimento e la verifica dei dati;
- **H\_Analysis**: l'algoritmo di calcolo idrologico ed idraulico;
- **H\_Sezioni**: interfaccia per l'inserimento delle sezioni, per il tracciamento delle scale di deflusso e per la visualizzazione della sezione inserita;
- **H\_Vasche**: interfaccia per l'inserimento della geometria delle vasche e per il tracciamento delle scale di deflusso delle luci di scarico;
- **L\_Pioggia**: inserimento della legge di pioggia o selezionata tra un set di leggi di pioggia a disposizione;
- **H\_out**: algoritmo di stampa della relazione di output comprendente i grafici degli idrogrammi e della geometria del sistema analizzato.

## 2. Modellazioni

Il software si compone di una parte di modellazione idrologica ed una parte idraulica.

### Analisi idrologica

Idrologicamente il software combina gli idrogrammi dei vari bacini (in funzione dei rispettivi tempi di percorrenza che vengono calcolati automaticamente) riportando i vari contributi procedendo automaticamente da monte verso valle.

Lo schema seguente riporta l'operazione effettuata per 2 bacini **A** e **B**:

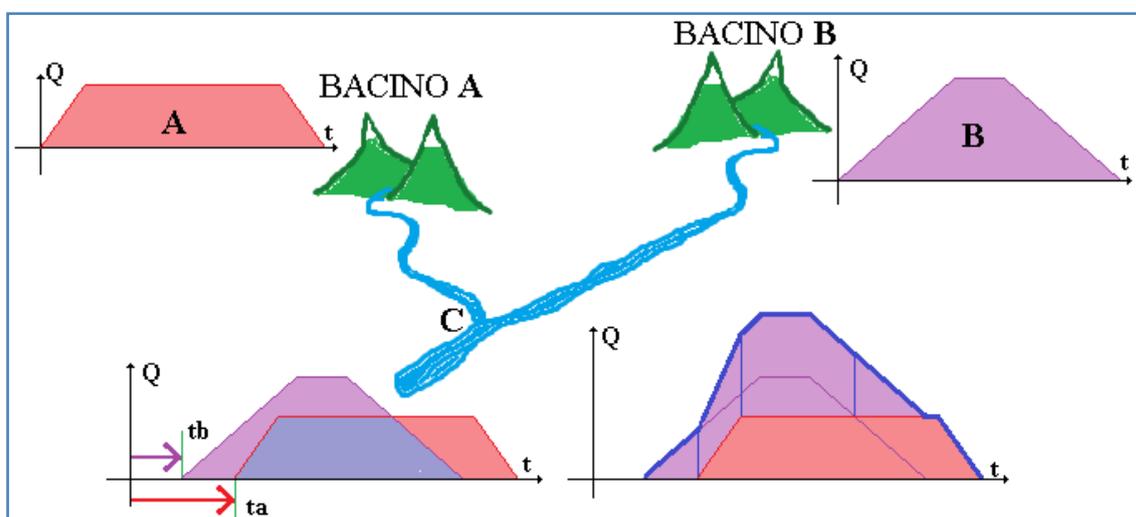


Figura 1 – Schema di studio

L'idrogramma del Bacino A, nel passare dal punto A al punto B percorre un tratto di lunghezza  $L_a$  alla velocità  $v$ ; pertanto giunto al punto C l'idrogramma sarà traslato di  $t_a = L_a / v$ .

Similmente l'idrogramma del bacino B per il tratto BC.

Giunti in C i due idrogrammi si fondono in un unico idrogramma costituito dalla somma dei precedenti.

### Analisi idraulica

I contributi dei vari bacini passano attraverso i canali, il software verifica la capacità degli stessi e separa gli idrogrammi in caso di esondazione.

Sono inseribili elementi quali derivatori (che separano la portata al di sopra di una certa soglia), partitori (che dividono la portata in 2 aliquote), vasche di

laminazione (che laminano gli idrogrammi in funzione della geometria assegnata).

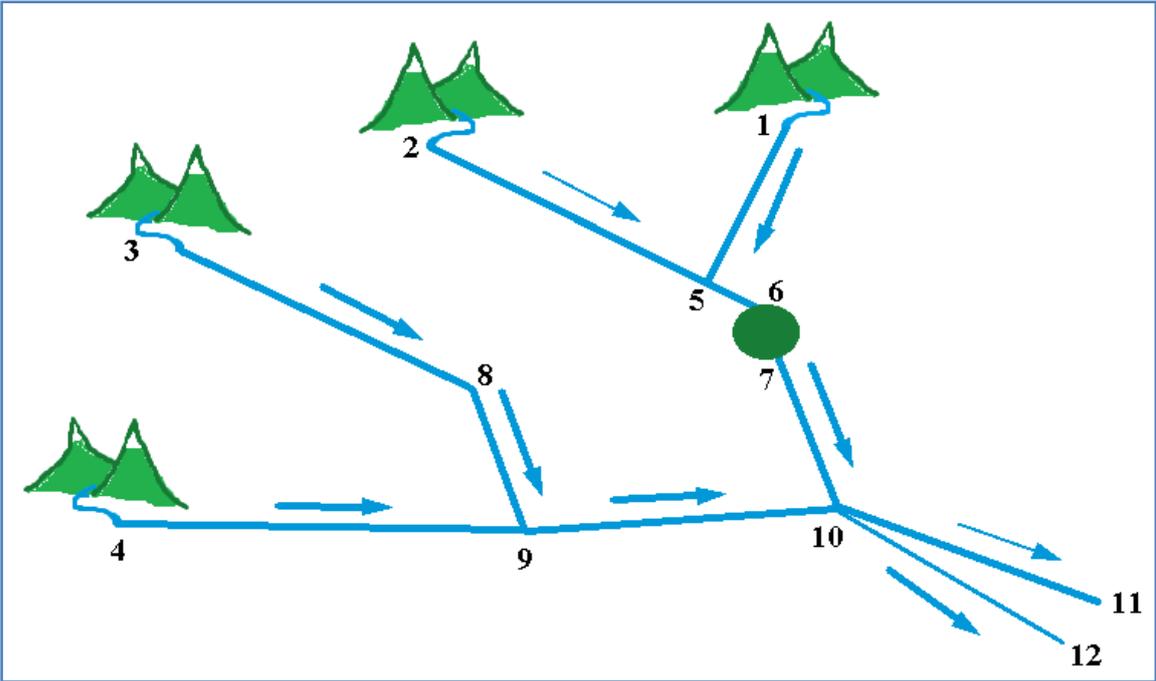


Figura 2 - Schema modellato

# 3. Utilizzo del software

## 3.1. Primo utilizzo

L'utilizzo del programma avviene in modo semplice attraverso i pochi passaggi di seguito descritti:

### 1. Inserimento delle aste

Menu Aste > Inserisci - Cliccare sulla finestra in un punto e lasciare nel punto finale dell'asta; il procedimento prosegue per altre aste fino a che non si preme il tasto destro del mouse;

### 2. Assegnazione di: TIPO, sezione, lunghezza, pendenza

Dal menu Aste si possono modificare i valori di TIPO asta, indice della sezione (da definire nel form Sezioni), lunghezza, velocità e pendenza. La velocità viene calcolata automaticamente dal software pertanto è inutile modificarla.

### 3. Inserimento dei Bacini idrografici

Dal Menu Nodi > Inserisci bacino si inseriscono i dati dei bacini idrografici.

### 4. Geometria delle Sezioni

Dal menu Sez/Vasche > Sezioni si inseriscono le proprietà delle sezioni.

### 5. Calcolo

Dal menu Calcolo si inseriscono: il tempo di pioggia e la legge di pioggia, successivamente si verificano i dati con Verifica dati di input e si preme Calcola.

## 3.2. Comando del software

### 3.2.1. Schermata del form principale

Il software si presenta con un menubar di zoom sulla sinistra, 5 tasti di stop/info ed un menu suddiviso in 7 classi.

Le classi del menu sono: File, Aste, Nodi, Sez/Vasche, Calcolo, Visualizza, ?.

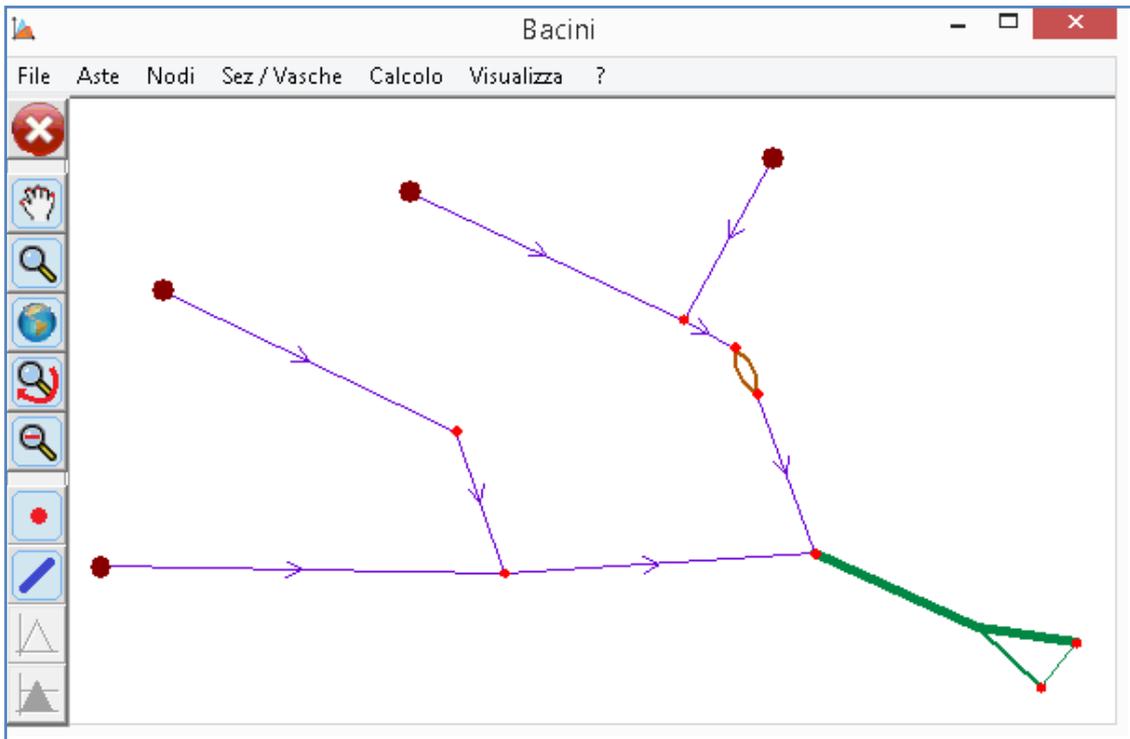


Figura 3 - Schermata del form principale

### 3.2.2. Toolbar di Zoom

	<b>Comando PAN</b> consente di spostarsi all'interno del disegno tenendo premuto il tasto sinistro del mouse.
	<b>Comando Zoom</b> Ingrandisce una parte dello schermo digitando una finestra con il mouse (ovvero cliccando in un punto e lasciando il tasto del mouse in un punto differente dello schermo).
	<b>Zoom Estensione</b> Ingrandisce alle reali dimensioni del disegno.
	<b>Zoom precedente</b> Si riporta alla precedente visualizzazione.
	<b>Zoom meno</b> Rimpicciolisce le dimensioni di visualizzazione.

### 3.2.3. Toolbar di info

	<b>Fine Comando</b> Chiude il comando attivo (cliccare sul disegno con il tasto destro del mouse ha lo stesso risultato).
	<b>Info nodo</b> Muovendosi con il mouse vengono visualizzate in un riquadro le informazioni relative al nodo più vicino al mouse.
	<b>Info asta</b> Muovendosi con il mouse vengono visualizzate in un riquadro le informazioni relative all'asta più vicina al mouse.
	<b>Idrogramma nodo</b> Disegna l'idrogramma nel nodo riportando il volume totale dell'idrogramma e la portata massima.
	<b>Idrogramma asta</b> Disegna l'idrogramma che entra nell'asta (o nella vasca, derivatore o partitore) e l'eventuale quota che esonda oltre a riportare il volume totale dell'idrogramma e la portata massima.

## 3.3. I Menu

### 3.3.1. Menu File

<b>New</b>	Crea un nuovo progetto di lavoro (chiede conferma prima).
<b>Open</b>	Apri un progetto salvato.
<b>Save</b>	QuickSave ovvero salva i progressi sullo stesso file.
<b>Save as</b>	Salva il progetto in un nuovo file.
<b>Importa da Autocad</b>	Aggiungo al progetto nuove aste importate da Autocad, non si cancella l'esistente, può farsi manualmente premendo New.
<b>Configura &gt; Visualizzazione input</b>	Apri il form <u>CFG Color</u> per modificare i colori e gli spessori dei vari elementi del programma.
<b>Salva immagine</b>	Salva su file, con estensione .BMP, l'immagine visualizzata nella schermata principale.
<b>Salva immagine di destra</b>	Salva su file, con estensione .BMP, l'immagine visualizzata nella schermata di destra (legge di pioggia, idrogramma, scala di deflusso o forma della sezione).
<b>End</b>	Esce dal programma (chiede conferma prima).

### 3.3.2. Menu Aste

<b>Inserisci</b>	Inserisce un'asta.
<b>Inverti verso</b>	cambia il verso di percorrenza dell'asta selezionata.
<b>Elimina</b>	elimina l'asta e verifica se eliminare i relativi nodi.
<b>Dividi in due</b>	Separa l'asta in due.
<b>Nome asta</b>	Inserisce/modifica il nome dell'asta.
<b>TIPO</b>	Seleziona la tipologia di asta (0 - ASTA; 1 - DERIVATORE, 2 - PARTITORE, 3 - VASCA).
<b>Sezione asta - n° Vasca</b>	Inserisce il progressivo che indica il numero di sezione o il numero della vasca.
<b>Lunghezza</b>	Modifica la lunghezza dell'asta.
<b>Velocita'</b>	Modifica la velocita' dell'asta.
<b>Pendenza</b>	Modifica la pendenza dell'asta.
<b>TIPO = 'Asta' per tutte</b>	Modifica la tipologia di tutte le aste.
<b>Sezione per tutte</b>	Modifica il progressivo di sezione di tutte le aste (tranne che per il tipo vasca).
<b>Lunghezza per tutte</b>	Modifica la lunghezza di tutte le aste.
<b>Velocita' per tutte</b>	Modifica la velocita' di tutte le aste.
<b>Pendenza per tutte</b>	Modifica la pendenza di tutte le aste.

### 3.3.3. Menu Nodi

<b>Inserisci Bacino</b>	Apri il Form Input_Bacino dal quale si inseriscono le proprietà del bacino idrografico.
<b>Cancella Bacino</b>	Cancella il bacino idrografico dal nodo.
<b>Sposta Nodo</b>	Per spostare un nodo cliccarci con il mouse e lasciare il tasto nella posizione finale in cui si desidera ubicare il nodo.

### 3.3.4. Menu Sez/Vasche

<b>Sezioni</b>	Aprire il Form Sezioni dal quale si inseriscono le proprietà geometriche dei canali.
<b>Vasche</b>	Aprire il Form Vasche dal quale si inseriscono le proprietà geometriche delle vasche di laminazione.
<b>Scala di deflusso</b>	Consente di visualizzare la scala di deflusso di una sezione (quella cliccata con il mouse).

### 3.3.5. Menu Calcolo

<b>Tempo di pioggia</b>	Imposta la durata della pioggia.
<b>Legge di pioggia</b>	Richiama il software Legge di pioggia per definire la legge di pioggia a base del calcolo.
<b>Verifica dati di input</b>	Effettua una serie di verifiche sui dati di input al fine di verificarne la congruita'.
<b>Calcola</b>	Effettua il calcolo.
<b>Fine Calcolo</b>	Cancella i dati di output.
<b>Relazione</b>	Crea un file di Word con la relazione contenente sia gli schemi dei nodi e delle aste, sia gli idrogrammi di input ed output dei nodi e delle aste. Riporta inoltre le scale di deflusso delle sezioni e gli idrogrammi di vasche, derivatori e partitori.

### 3.3.6. Menu Visualizza

<b>Aste: Altezza massima</b>	Visualizza l'altezza massima del pelo libero dell'acqua nelle aste.
<b>Aste: Qmax,IN</b>	Visualizza la portata massima entrante nelle aste.
<b>Aste: Qmax,OUT</b>	Visualizza la portata massima uscente nelle aste.
<b>Aste: Qm,a (smaltibile)</b>	Visualizza la portata massima smaltibile dalle aste.
<b>Assi e Griglia</b>	Permette di visualizzare la griglia e gli assi oltre a stampare i valori con il n° di cifre decimali prescelto.
<b>Legge di pioggia</b>	Apri il programma Legge di pioggia.
<b>Sezione</b>	Visualizza la sezione dell'asta selezionata.

### 3.3.7. Menu Info (?)

<b>Sommario</b>	Aprire la guida del software.
<b>HydroFlood sul web</b>	Si connette al sito web del software.
<b>forum sul web</b>	Si connette al forum dedicato al software.
<b>Informazioni su HydroFlood</b>	Riepilogo sul software HydroFlood
<b>n° nodi, aste, ...</b>	Visualizza il numero di nodi, di aste, di sezioni e di vasche.
<b>Relazione</b>	Crea un file di Word con la relazione contenente sia gli schemi dei nodi e delle aste, sia gli idrogrammi di input ed output dei nodi e delle aste. Riporta inoltre le scale di deflusso delle sezioni e gli idrogrammi di vasche, derivatori e partitori.

### 3.4. Tasti di scelta rapida

<b>Combinazione</b>	<b>Funzione del menu</b>
<b>CTRL + A</b>	Inserisci asta
<b>CTRL + B</b>	Inserisci Bacino
<b>CTRL + C</b>	Calcola
<b>CTRL + D</b>	Elimina asta
<b>CTRL + E</b>	End
<b>CTRL + F</b>	Fine Calcolo
<b>CTRL + I</b>	Indice Sezione
<b>CTRL + L</b>	Lunghezza asta
<b>CTRL + M</b>	Sposta nodo
<b>CTRL + N</b>	Nome asta
<b>CTRL + P</b>	Pendenza asta
<b>CTRL + Q</b>	Visualizza/nascondi assi e griglia
<b>CTRL + S</b>	Salva
<b>CTRL + T</b>	TIPO asta
<b>CTRL + V</b>	Inverti verso dell'asta
<b>F1</b>	Form Sezione
<b>F2</b>	Form Vasche
<b>F3</b>	Disegna la scala di deflusso
<b>F4</b>	Disegna la sezione
<b>F5</b>	Disegna la legge di pioggia

## 3.5. I Form

### 3.5.1. Form Input\_Bacino

Il form consente l'inserimento dei seguenti parametri del bacino idrografico: nome, Area, coefficiente d'afflusso e tempo di corrivazione.

Dati del Bacino

Nome del Bacino: 3

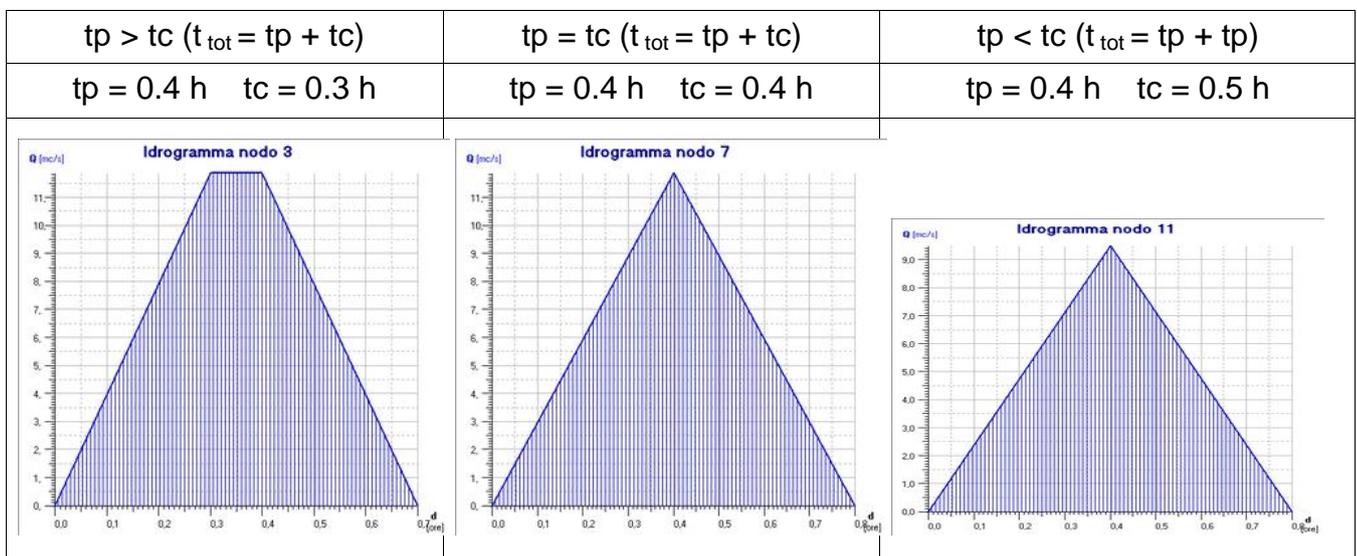
Area del Bacino: 200 ha

Coefficiente di afflusso: 0.3

Tempo di corrivazione: 0.5 ore

Inserisci

Nel nodo viene automaticamente generato un idrogramma che, a seconda che il tempo di pioggia è maggiore, uguale o minore del tempo di corrivazione ha la seguente forma:



I bacini non vengono inseriti se l'area del bacino è nulla.

Il form è utilizzabile anche per inserire solo il nome del nodo.

### 3.5.2. Form Configura Colori

Il form permette di configurare i colori dei nodi, delle aste, delle vasche, dei partitori e derivatori.

#### Modifica dei nodi

Dal menu selezionare: Visualizza > Nodi (o premere il tasto F1) si otterrà la seguente schermata:

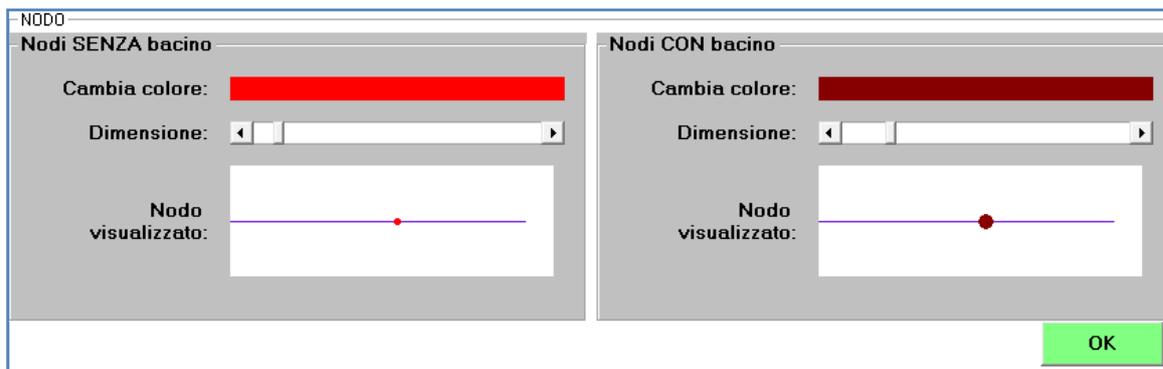


Figura 4 - Colore nodi

Da qui è possibile modificare il colore e la dimensione dei nodi senza bacino (sulla sinistra) e di quelli con bacino (sulla destra).

Si ricorda che i nodi con bacino sono quelli cui si è inserito un bacino idrografico attraverso il Form Input\_Bacino.

Per cambiare il colore basta cliccare sulla banda che indica il colore corrente (a destra di "Cambia colore:") e selezionarne uno dal seguente menu che appare automaticamente:

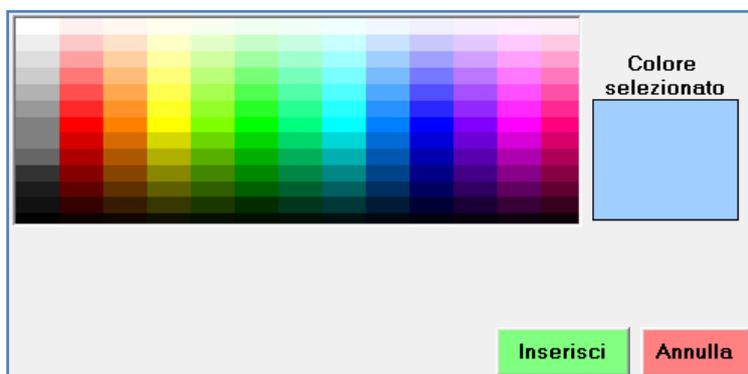


Figura 5 - Ventaglio di colori

Per modificare la dimensione basta muovere a sinistra o a destra la progress bar (a destra di "Dimensione:").

## Modifica delle aste

Dal menu selezionare: Visualizza > Aste (o premere il tasto F2) si otterrà la seguente schermata:

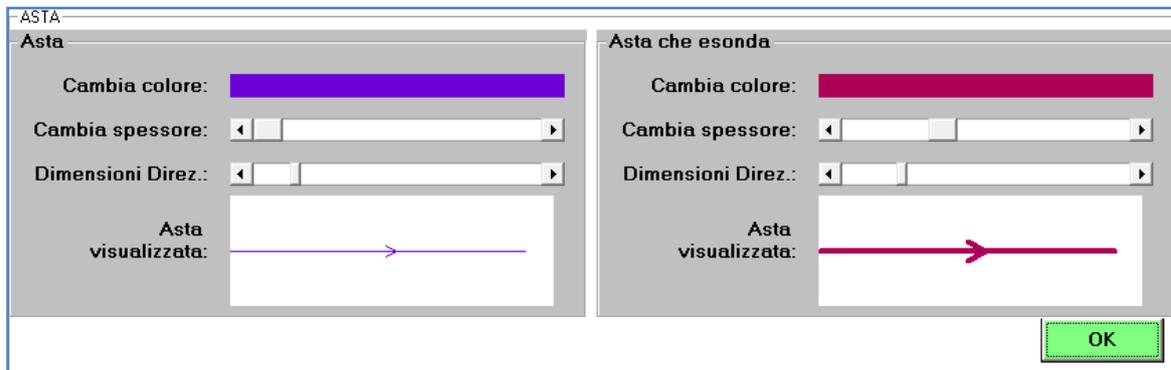


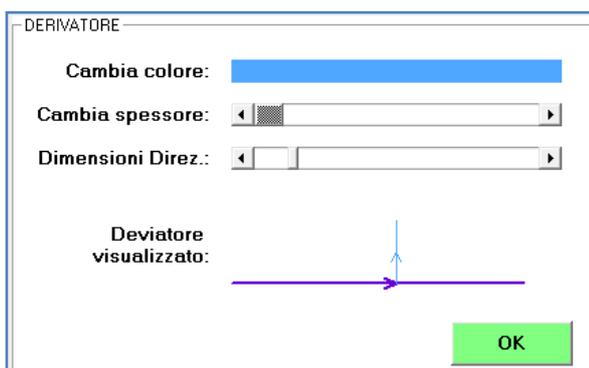
Figura 6 - Colore aste

Da qui è possibile modificare il colore e la dimensione delle aste (sulla sinistra) e di quelle che esondano (sulla destra).

La modifica del colore e dello spessore avviene con la stessa metodologia descritta per i nodi; qui è possibile modificare anche le dimensioni dell'indicatore di direzione di flusso dell'asta spostando la progress bar (a destra di "Dimensioni Direz.:").

## Modifica dei derivatori

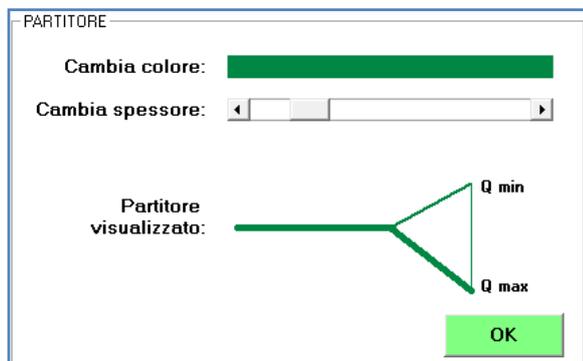
Dal menu selezionare: Visualizza > Derivatori (o premere il tasto F3) si otterrà la seguente schermata:



Vale quanto già detto sopra per le modifiche delle proprietà grafiche.

## Modifica dei partitori

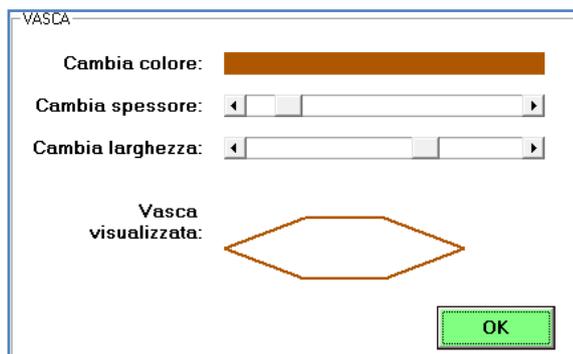
Dal menu selezionare: Visualizza > Partitori (o premere il tasto F4) si otterrà la seguente schermata:



Vale quanto già detto sopra per le modifiche delle proprietà grafiche.

## Modifica delle vasche

Dal menu selezionare: Visualizza > Vasche (o premere il tasto F5) si otterrà la seguente schermata:



Vale quanto già detto sopra per le modifiche delle proprietà grafiche.

Dal Menu File è inoltre possibile:

- Ripristinare i valori di default del programma;
- Salvare le modifiche effettuate sulla visualizzazione;
- Uscire senza salvare le modifiche effettuate.

### **SCORCIATOIE DI TASTIERA**

<b>Combinazione</b>	<b>Funzione del menu</b>
<b>F1</b>	Modifica Nodi
<b>F2</b>	Modifica Aste
<b>F3</b>	Modifica Derivatori
<b>F4</b>	Modifica Partitori
<b>F5</b>	Modifica Vasche
<b>CTRL + D</b>	Ripristina valori di default
<b>CTRL + S</b>	Salva ed esci
<b>CTRL + E</b>	Esci senza salvare

### 3.5.3. Form Sezioni

La schermata del Form Sezioni è la seguente:

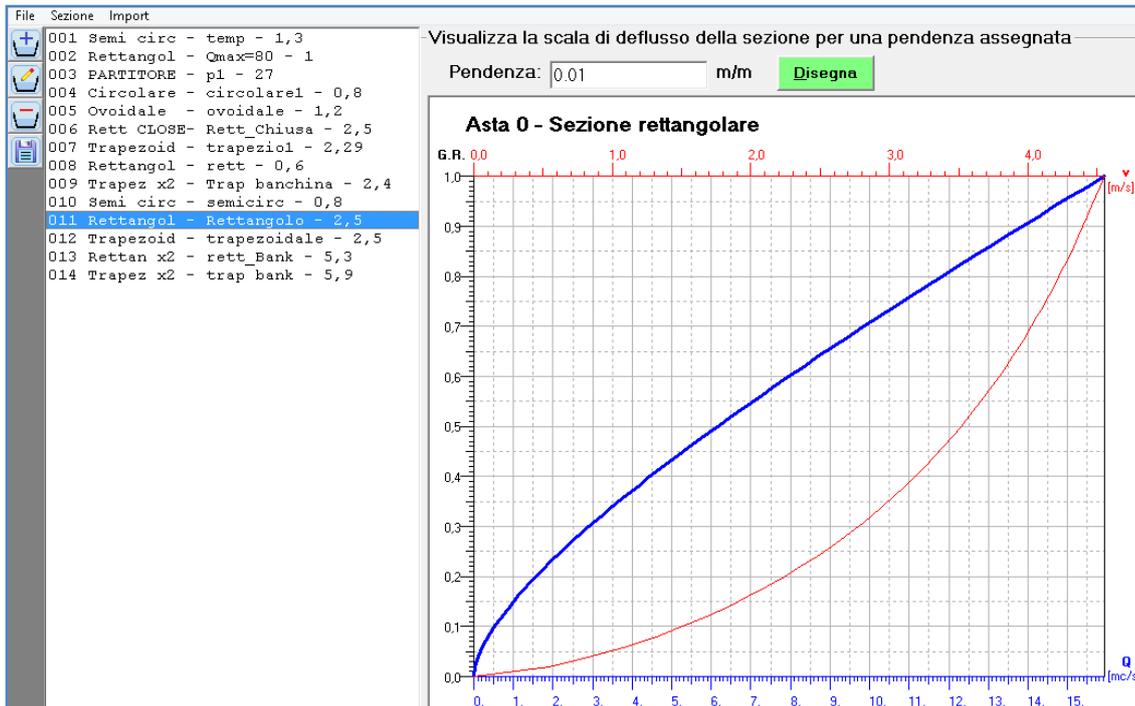


Figura 7 - Schermata form sezioni

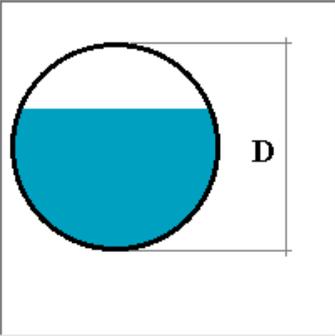
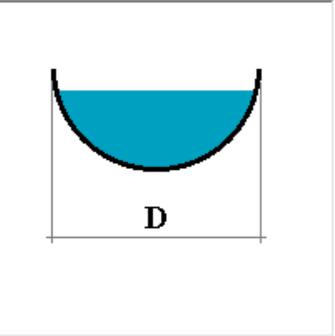
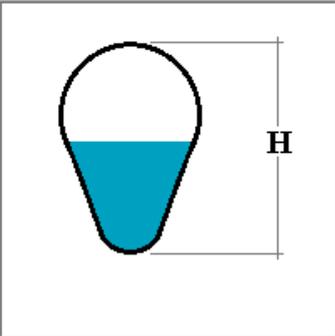
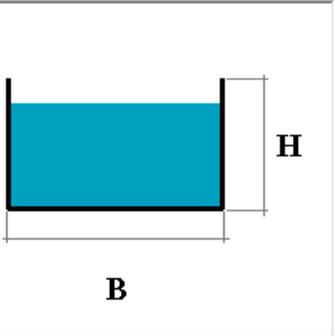
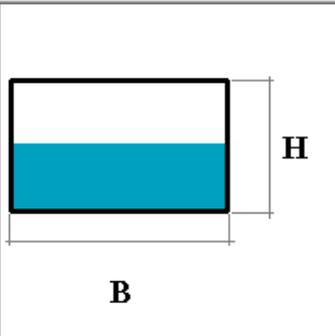
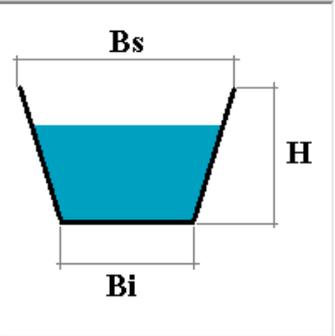
Sulla sinistra sono presenti 4 tasti, al centro vi è una List box contenente l'elenco delle sezioni immesse e sulla destra un frame per visualizzare la scala di deflusso della sezione selezionata.

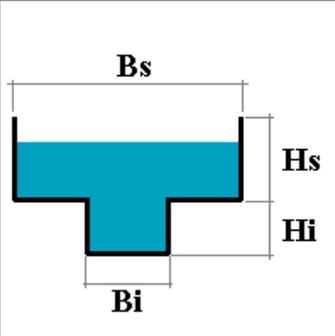
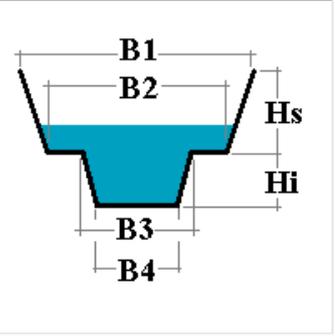
E' altresì presente un Menu composto di 3 classi.

## Inserimento di una sezione

Premendo il tasto  (o andando sul menu Sezione > Add) si accede al frame per l'inserimento di una nuova sezione.

Si può optare per una delle seguenti tipologie di sezione:

<p><b>Sezione Circolare</b></p>  <p>Nome: <input type="text" value="PEAD"/> Strickler: <input type="text" value="60"/> D: <input type="text" value="0.6"/> m</p> <p><b>INSERT</b></p>	<p><b>Sezione Semicircolare</b></p>  <p>Nome: <input type="text" value="Unica"/> Strickler: <input type="text" value="60"/> D: <input type="text" value="1.2"/> m</p> <p><b>INSERT</b></p>
<p><b>Sezione Ovoidale inglese</b></p>  <p>Nome: <input type="text" value="Ovoidale1"/> Strickler: <input type="text" value="55"/> H: <input type="text" value="1.2"/> m</p> <p><b>INSERT</b></p>	<p><b>Sezione Rettangolare</b></p>  <p>Nome: <input type="text" value="Alveo"/> Strickler: <input type="text" value="55"/> B: <input type="text" value="1.4"/> m H: <input type="text" value="0.8"/> m</p> <p>Imposta: <math>Q = k</math> per (<math>p = 1 = 100\%</math>)</p> <p><b>INSERT</b></p>
<p><b>Sezione Rettangolare chiusa</b></p>  <p>Nome: <input type="text" value="Tombato"/> Strickler: <input type="text" value="55"/> B: <input type="text" value="2.6"/> m H: <input type="text" value="1.8"/> m</p> <p><b>INSERT</b></p>	<p><b>Sezione Trapezoidale</b></p>  <p>Nome: <input type="text" value="Trapezio"/> Strickler: <input type="text" value="60"/> Bs: <input type="text" value="2.8"/> m Bi: <input type="text" value="2.0"/> m H: <input type="text" value="1.45"/> m</p> <p><b>INSERT</b></p>

Sezione rettangolare a banchina	Sezione trapezoidale a banchina
	
Nome: <input type="text" value="Banchina"/> Strickler: <input type="text" value="60"/> Bs: <input type="text" value="2.8"/> m Bi: <input type="text" value="2.2"/> m Hs: <input type="text" value="1.4"/> m Hi: <input type="text" value="1.3"/> m	Nome: <input type="text" value="Trapezoidale2"/> Strickler: <input type="text" value="55"/> B1: <input type="text" value="5.5"/> m B2: <input type="text" value="5.0"/> m B3: <input type="text" value="4.2"/> m B4: <input type="text" value="3.8"/> m Hs: <input type="text" value="2.5"/> m Hi: <input type="text" value="0.7"/> m
<input type="button" value="INSERT"/>	<input type="button" value="INSERT"/>

Si segnala che, nel caso si voglia una sezione di assegnata portata smaltibile, può selezionarsi la sezione rettangolare ed inserire nel campo Strickler il valore della portata in mc/s ed automaticamente si modificheranno i valori di Base ed Altezza che restituiscono  $Q = Q_{max}$  per pendenza unitaria ( $p = 1$ ).

## **Modifica e cancellazione di una sezione**

La modifica di una sezione può essere effettuata andando nel menu Sezione > Modify (o premendo CTRL + M) oppure, ancora, facendo doppio click sulla listbox che elenca le sezioni.

Da qui si riaccede al menu che consente l'inserimento/modifica della sezione.

La cancellazione di una sezione avviene andando nel menu Sezione > Delete (o premendo CTRL + D). Viene cancellata la sezione attiva nella listbox che elenca le sezioni.

**ATTENZIONE:** la cancellazione di una sezione comporta lo spostamento degli indici di quelle successive pertanto il programma ne perderà il riferimento. Si consiglia di cancellare solo le ultime sezioni non ancora assegnata ad aste o, in alternativa, riverificare il riferimento Sezione delle aste.

## **Importare sezioni**

Dal menu Import è possibile importare delle sezioni standard pre-inserite nel software e precisamente:

tubazioni PEAD di scarico dal diametro DN250 al diametro DN1000, il software inserisce automaticamente la scabrezza di Strickler pari a 95 ed i relativi diametri interni;

tubazioni circolari tipo ARMCO dal DN300 al DN1800 con scabrezza Strickler pari a 57;

tubazioni circolari tipo ARMCO tagliate a metà per canali di gronda; valgono le stesse caratteristiche dei tubi ARMCO.

## Scala di deflusso

Il disegno della scala di deflusso avviene automaticamente cliccando sulla listbox che contiene le sezioni. La pendenza utilizzata è modificabile nella textbox sopra la scala di deflusso e non viene inserita nel database delle sezioni ma semplicemente utilizzata per tracciare la scala di deflusso.

**NOTA:** La scala di deflusso tracciata nel programma principale al variare dell'asta è riferita alla reale pendenza dell'asta stessa e non al valore della textbox del presente frame.

## Tasti del form Sezioni

	<b>Aggiunge Sezione</b> Aggiunge una sezione alla listbox.
	<b>Modifica Sezione</b> Modifica la sezione selezionata dalla listbox.
	<b>Cancella Sezione</b> Cancella la sezione selezionata dalla listbox.
	<b>Salva Immagine</b> Salva su file la scala di deflusso disegnata.

## Scorciatoie di tastiera

<b>Combinazione</b>	<b>Funzione del menu</b>
<b>CTRL + A</b>	Aggiungi Sezione
<b>CTRL + M</b>	Modifica Sezione
<b>CTRL + D</b>	Cancella Sezione
<b>CTRL + D</b>	Ripristina valori di default
<b>CTRL + S</b>	Salva immagine Scala Deflusso
<b>CTRL + E</b>	Esci
<b>F1</b>	Importa Sezioni PEAD di scarico
<b>F2</b>	Importa tubi ARMCO
<b>F3</b>	Importa tubi 1/2 ARMCO

### 3.5.4. Form Vasche

Si inseriscono i dati con il seguente significato dei simboli:

<b>Simbolo</b>	<b>U.M.</b>	<b>Significato</b>
Nome	_	Nome della vasca
Sup	m <sup>2</sup>	Superficie della vasca
H vasca	m	Altezza totale della vasca
Ywo	m	Livello idrico già presente nella vasca
Q sfioro	mc/s	Portata massima del canale all'interno della vasca al di sotto della quale non si ha volume entrante in vasca
Luce di fondo B0	m	larghezza della luce di fondo
Luce di fondo H0	m	altezza della luce di fondo
Luce di fondo Y0	m	Quota del punto inferiore della luce di fondo
Luce di mezzo fondo B1	m	larghezza della luce di mezzo fondo
Luce di mezzo fondo H1	m	altezza della luce di mezzo fondo
Luce di mezzo fondo Y1	m	Quota del punto inferiore della luce di mezzo fondo
Luce a stramazzo Bs	m	larghezza dello stramazzo
Luce a stramazzo Hs	m	altezza dello stramazzo

L'inserimento o la cancellazione di una vasca avviene attraverso il menu Vasche > Add e Vasche > Delete ovvero utilizzando i tasti di scelta rapida

CTRL + A e CTRL +D o, infine, con i tasti  e .

### **3.5.5. Proprietà delle aste**

#### **Nome delle aste**

Premere CTRL + N o andare su Menu Aste > Nome asta.

Muovendo il mouse sullo schermo si evidenzierà l'asta attiva;

cliccando con il mouse si apre una finestra per l'inserimento del nome dell'asta.

Inserendo un'asta, di default tale valore sarà: ""

## TIPO asta

Premere CTRL + T o andare su Menu Aste > TIPO.

Muovendo il mouse sullo schermo si evidenzierà l'asta attiva;

clickando con il mouse si apre una finestra per l'inserimento del TIPO asta.

Il TIPO asta è un codice che corrisponde alle seguenti tipologie:

<b>TIPO</b>	<b>Tipologia</b>
0	Asta semplice
1	Derivatore
2	Partitore
3	Vasca di laminazione

Inserendo un'asta, di default tale valore sarà: 0

Si può impostare per tutte le aste lo stesso TIPO (solitamente utilizzato per cancellare derivatori, partitori o vasche) andando su Menu Aste > Tipo = 'Asta' per tutte.

## **Sezione asta – numero vasca**

Premere CTRL + I o andare su Menu Aste > Sezione asta - n° vasca.

Muovendo il mouse sullo schermo si evidenzierà l'asta attiva;

clickando con il mouse si apre una finestra per l'inserimento dell'indice corrispondente alla tipologia di asta o alla tipologia di vasca.

Detti indici corrispondono rispettivamente a quelli nei form Aste e Vasche.

Inserendo un'asta, di default tale valore sarà: 0

Si può impostare per tutte le aste la stessa Sezione andando su Menu Aste > Sezione per tutte.

## Lunghezza asta

Premere CTRL + L o andare su Menu Aste > Lunghezza.

Muovendo il mouse sullo schermo si evidenzierà l'asta attiva;

cliccando con il mouse si apre una finestra per l'inserimento della lunghezza dell'asta.

L'inserimento di un numero reale può essere fatto sia digitando, come separatore decimale, sia il punto che la virgola.

Inserendo un'asta, di default tale valore sarà pari alla lunghezza dell'asta disegnata.

Si può impostare per tutte le aste la stessa Lunghezza andando su Menu Aste > Lunghezza per tutte.

Si ricorda che l'unità di misura è : m

## Velocità

Andare su Menu Aste > Velocità.

Muovendo il mouse sullo schermo si evidenzierà l'asta attiva;

cliccando con il mouse si apre una finestra per l'inserimento del nome dell'asta.

L'inserimento di un numero reale può essere fatto sia digitando, come separatore decimale, sia il punto che la virgola.

Inserendo un'asta, di default tale valore sarà: 1 m/s.

La velocità dell'asta viene determinata automaticamente in funzione della scala di deflusso dell'asta (se si è impostato su True l'opzione in Opzioni del menù Calcolo).

Si può impostare per tutte le aste la stessa Velocità andando su Menu Aste > Velocità per tutte.

Si ricorda che l'unità di misura è : m/s

## Pendenza

Premere CTRL + P o andare su Menu Aste > Pendenza.

Muovendo il mouse sullo schermo si evidenzierà l'asta attiva;

cliccando con il mouse si apre una finestra per l'inserimento del nome dell'asta.

L'inserimento di un numero reale può essere fatto sia digitando, come separatore decimale, sia il punto che la virgola.

Inserendo un'asta, di default tale valore sarà: 0.

Si può impostare per tutte le aste la stessa Pendenza andando su:

Menu Aste > Pendenza per tutte.

Si ricorda che l'unità di misura è : m/m pertanto la pendenza di 1% verrà inserita come 0.01.

### **3.5.6. Inserimento di un nodo**

I nodi non possono essere inseriti senza una connessione.

Essi vengono quindi generati solo nel caso di aggiunta di una sezione o di cambio tipologia (passando da asta a derivatore o partitore).

Pertanto i nodi vengono generati automaticamente essendo funzionali alle aste.

### **3.5.7. Cancellazione di un nodo**

I nodi non possono essere cancellati manualmente.

Cancellando un'asta, se uno o entrambi i nodi non risultano più connessi ad alcunchè, vengono automaticamente eliminati.

Cambiando la tipologia di un asta (da derivatore o partitore ad asta) si elimina automaticamente il terzo nodo.

### **3.5.8. Spostamento di un nodo**

Premere CTRL + M o andare su Menu Nodi > Sposta nodo.

Cliccare il mouse vicino al nodo da spostare tenendo premuto il tasto sinistro.

Alzare il tasto nella posizione in cui si desidera spostare il nodo.

# 4. Algoritmo

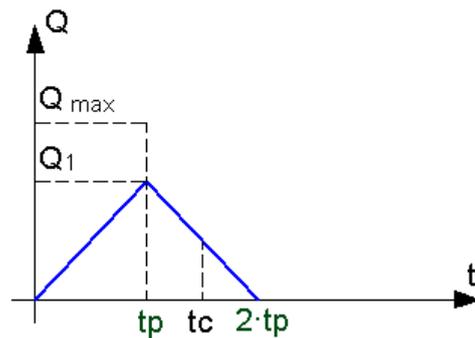
## 4.1. Elementi lineari

### 4.1.1. Bacini idrografici

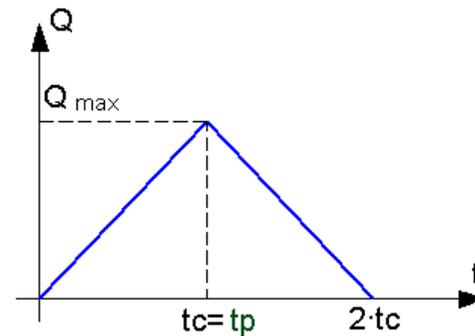
Il software produce, per ogni bacino idrografico inserito, l'idrogramma di piena triangolare o trapezio in funzione della durata della pioggia e del tempo di corrivazione.

Per  $t_p < t_c$  si ha un idrogramma triangolare con portata  $Q_1 < Q_{max}$  del bacino.

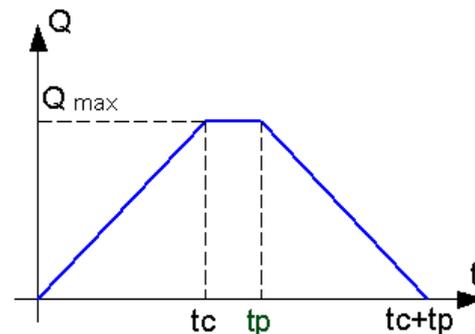
$$Q_1 = Q_{max} \cdot t_p / t_c$$



Per  $t_p = t_c$  si ha un idrogramma triangolare con portata  $Q_1 = Q_{max}$



Per  $t_p > t_c$  si ha un idrogramma trapezio.



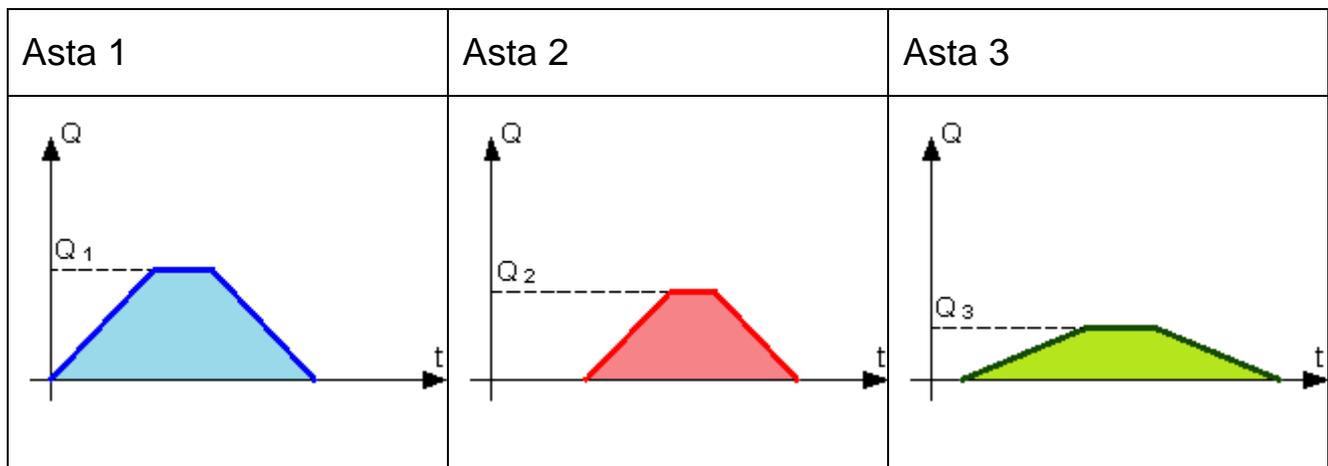
### 4.1.2. Nodi

Nei nodi confluiscono le varie aste (deviatori, partitori e vasche).

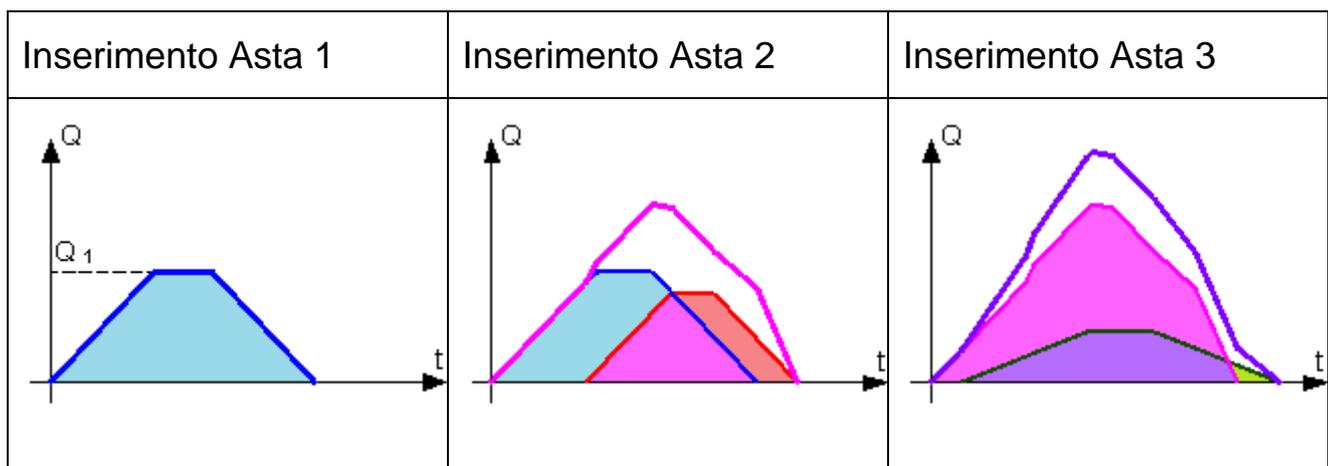
L'algoritmo processa le varie aste (canale, deviatore, partitore o vasca) trasferendo (con opportune modifiche) l'idrogramma dal nodo iniziale al nodo finale; a valle di tale operazione si somma l'idrogramma già presente nel nodo di valle all'idrogramma trasportato dalla singola vasca.

L'algoritmo procede quindi nel modo seguente:

Dato un nodo in cui confluiscono tre aste con idrogrammi di output asta riportati di seguito:



L'algoritmo inserisce prima l'idrogramma dell'asta 1, poi somma all'idrogramma del nodo l'idrogramma dell'asta 2 ed infine somma l'idrogramma dell'asta 3.



## 4.2. Elementi lineari

### 4.2.1. Aste

Per ogni asta viene determinata la scala di deflusso della sezione, utilizzando la formula di resistenza di Gauckler-Strickler in cui la velocità  $v$  è data da:

$$v = k \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

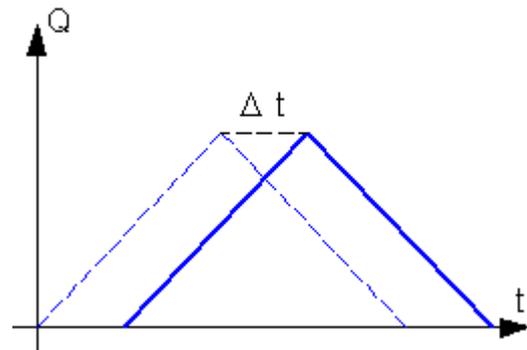
con:

- $K$  = costante di Strickler
- $R$  = raggio idraulico
- $i$  = pendenza dell'asta

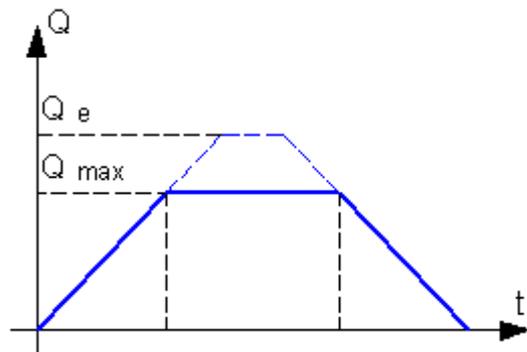
L'idrogramma di piena che entra nel nodo iniziale dell'asta viene traslato del tempo di percorrenza dell'acqua nell'asta.

Nota la portata massima dell'idrogramma entrante nell'asta, viene determinata l'altezza idrica della corrente in moto uniforme e, successivamente, la velocità di deflusso.

Nota la velocità di deflusso si trasla l'idrogramma di  $\Delta t = L / v$ .



Se l'idrogramma presenta una portata massima maggiore di quella smaltibile dall'asta, l'algoritmo effettua il taglio dell'idrogramma e restituisce, nel nodo di valle, l'idrogramma tagliato. Inoltre viene restituito l'idrogramma di esondazione dell'asta.



### 4.2.2. Derivatori

Effettua le stesse elaborazioni dell'asta; l'unica differenza consiste nel trasferire l'eventuale esondazione ad un terzo nodo.

Anche il deviatore trasla l'idrogramma in entrata del tempo di percorrenza, detta traslazione può annullarsi annullando la lunghezza del deviatore.

Il deviatore quindi non presenterà esondazioni in quanto trasferite al terzo nodo.

### 4.2.3. Partitori

Il partitore divide in due quote la portata entrante nell'asta; la suddivisione è indipendente dal valore della portata istantanea.

Attraverso opportune successioni di deviatori e partitori si possono modellare tutti i reali sistemi di partizionamento delle portate.

Anche il partitore trasla l'idrogramma in entrata del tempo di percorrenza, detta traslazione può annullarsi annullando la lunghezza del partitore.

Il partitore non presenterà esondazioni in quanto si limita a ripartire in due aliquote la portata entrante.

### 4.2.4. Vasche di laminazione

La vasca di laminazione viene modellata suddividendo l'idrogramma in entrata in idrogrammi elementari costanti di durata  $dt$  e valore  $Q_i$ .

Ad ogni intervallo di tempo  $dt$  la vasca avrà un incremento di volume  $dw_i$  cui competerà una nuova altezza del pelo libero  $h$ .

Al variare dell'altezza del pelo libero si calcolano gli efflussi  $Q_o$  dalle varie luci di efflusso e si determina la relativa riduzione di volume  $dw_o = Q_o \cdot dt$ .

Pertanto ad ogni passo di iterazione  $dt$  si determina la relativa variazione di volume nella vasca come differenza tra il volume entrante  $dw_i$  e quello uscente  $dw_o$ .

Viene quindi restituita la legge di variazione di  $Q_o$  che rappresenta l'idrogramma di output della vasca.

Viene altresì riportata la legge di variazione dell'altezza idrica all'interno della vasca al variare del tempo  $t$ .

# 5. Legge di pioggia

Il software **Legge di pioggia** disegna sul grafico bi-logaritmico la legge di pioggia inserita secondo uno dei seguenti schemi:

1	$h = K_T \cdot a \cdot d^n$
2	$\begin{cases} h = K_T \cdot a \cdot d^{n1} \rightarrow d \leq 1 h \\ h = K_T \cdot a \cdot d^{n2} \rightarrow d > 1 h \end{cases}$
3	$I_d = K_T \cdot \frac{I_o}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{c-D \cdot Z}}$

È possibile confrontare sullo stesso grafico la legge di pioggia inserita con le leggi di pioggia disponibili e precaricate nel software.

Al momento sono caricate 17 differenti leggi di probabilità pluviometrica per una copertura di 15 regioni su 20.

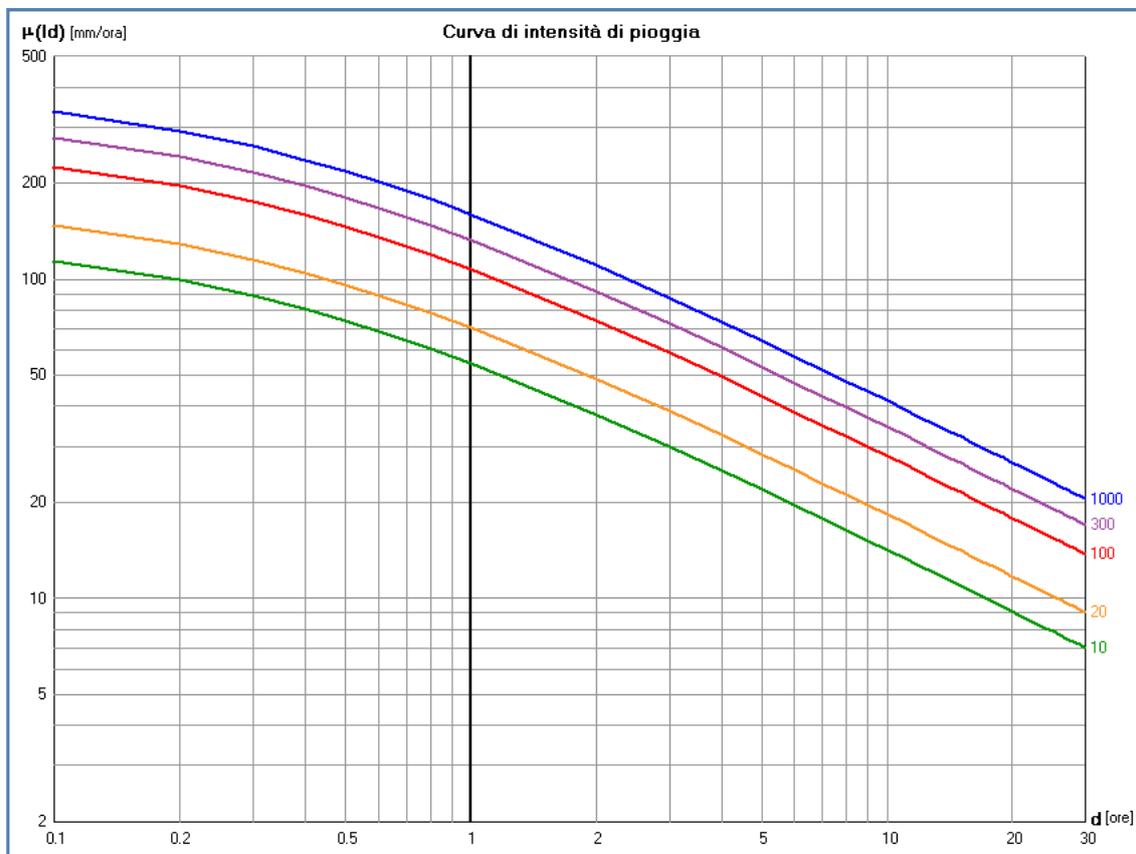


Figura 8 - Legge di pioggia

## 5.1. Copertura del territorio nazionale

La copertura regionale è riportata nella figura accanto; le leggi di pioggia inserite sono riportate di seguito per ogni Regione:



### **Val d'Aosta:**

- PAI AdB Po
- VAPI - comparto Parma e Genova

### **Piemonte:**

- PAI AdB Po
- VAPI - comparto Parma e Genova

### **Lombardia:**

- PAI AdB Po
- VAPI - comparto Parma e Genova

### **Emilia Romagna:**

- PAI AdB Po
- VAPI - comparto Bologna, Pisa

### **Toscana:**

- RT-UNIFI Attività B1

### **Umbria:**

- Quaderni Regione Umbria n. 7

**Lazio:**

- VAPI - comparto Roma Pescara

**Molise:**

- Regione Molise - Studio idrogeologico

**Puglia:**

- VAPI - comparto Regione Puglia

**Campania:**

- Vapi - Comparto Campania
- AdB Nord-Occidentale
- AdB Sarno
- AdB Campania Centrale

**Basilicata:**

- VAPI - comparto Regione Basilicata

**Calabria:**

- VAPI - comparto Regione Calabria

**Sardegna:**

- VAPI - comparto Regione Sardegna

**Sicilia:**

- VAPI - comparto Regione Sicilia

## 5.2. Utilizzo del software

### 5.2.1. Inserimento di una nuova legge di pioggia

Dal menu del programma selezionare Leggi e successivamente Nuova legge.

L'inserimento di una nuova legge di pioggia nel form avviene selezionando la Regione di interesse (che non avrà alcun riscontro nei calcoli), la formulazione da utilizzare (Gumbel tipo I o II e TCEV), i parametri della legge di pioggia.

Nella figura accanto sono evidenziati con rettangoli rossi i tre campi da compilare (Regione, Formulazione, Parametri).

Inserire la nuova legge di pioggia

Regione	Formulazione	Parametri
Abruzzo	$h = K_T \cdot a \cdot d^n$	KT : 3.762374
Basilicata		a : 26.8
Calabria	$\begin{cases} h = K_T \cdot a \cdot d^{n1} \rightarrow d \leq 1 h \\ h = K_T \cdot a \cdot d^{n2} \rightarrow d > 1 h \end{cases}$	n : 0.3426411
<b>Campania</b>		
Emilia Romagna	$I_d = K_T \cdot \frac{I_o}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-D \cdot Z}}$	
Friuli Venezia Giul		
Lazio		
Liguria		
Lombardia		
Marche		
Molise		
Piemonte		
Puglia		
Sardegna		

**Insert**

**Annulla**

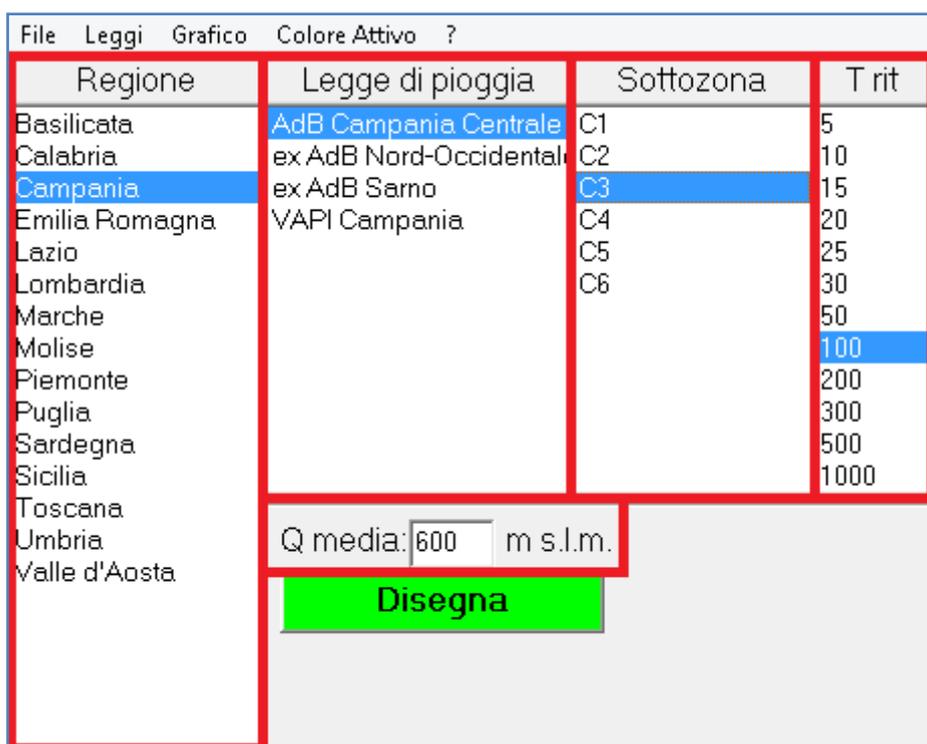
Figura 9 - Inserimento nuova legge di pioggia

## 5.2.2. Selezione di una legge di pioggia pre-caricata

Selezionando la Regione di interesse compaiono automaticamente le leggi di pioggia disponibili per essa.

Selezionando la legge di pioggia compaiono automaticamente le eventuali sottozone in cui la legge è divisa.

Prima di visualizzare il grafico di una legge di pioggia v'è selezionato il tempo di ritorno nell'ultima combobox di destra e digitata la quota media del bacino di riferimento nella parte bassa del format.



Regione	Legge di pioggia	Sottozona	T rit
Basilicata	AdB Campania Centrale	C1	5
Calabria	ex AdB Nord-Occidentale	C2	10
Campania	ex AdB Sarno	C3	15
Emilia Romagna	VAPI Campania	C4	20
Lazio		C5	25
Lombardia		C6	30
Marche			50
Molise			100
Piemonte			200
Puglia			300
Sardegna			500
Sicilia			1000
Toscana			
Umbria			
Valle d'Aosta			

Q media: 600 m s.l.m.

**Disegna**

Figura 10 - Leggi di pioggia pre-caricate

Alcune leggi di pioggia hanno un dominio di validità che non copre l'intera regione, un apposito grafico individua, con il colore arancione, l'area di applicazione della legge di pioggia selezionata.



**Figura 11 - Esempio di copertura parziale del territorio**

### 5.2.3. Il menu

Il menu si compone di: **File, Leggi, Grafico, Colore attivo e ?**.

Dal menu File si può leggere una legge di pioggia, salvare la legge di pioggia ed uscire dal programma o semplicemente uscire senza salvare.

Dal menu LdP si accede al sottomenu "Nuova Legge" che consente di inserire una nuova legge di pioggia.

Dal menu Grafico si aggiunge al grafico la legge di pioggia attiva (opzione presente anche sul form con il tasto verde Disegna) o si può pulire il diagramma stesso dalle leggi di pioggia precedentemente disegnate.

Il menu Colore attivo semplicemente modifica il colore attivo (con cui vengono disegnate le leggi di pioggia) marcando nel menu stesso il colore selezionato.

Dal menu ? si accede al sommario della guida, al sito web del software, al BLOG del software ed alle informazioni sulla versione del software.

## 5.2.4. Tasti di scelta rapida

<b>Combinazione</b>	<b>Funzione del menu</b>
<b>CTRL + L</b>	File > Leggi nuova legge
<b>CTRL + S</b>	File > Salva legge corrente
<b>CTRL + E</b>	File > Esci senza salvare
<b>CTRL + N</b>	LdP > Nuova legge
<b>CTRL + C</b>	Grafico > Clear
<b>CTRL + D</b>	Grafico > Disegna
<b>F1</b>	Colore Attivo > Rosso
<b>F2</b>	Colore Attivo > Verde
<b>F3</b>	Colore Attivo > Blu
<b>F4</b>	Colore Attivo > Magenta
<b>F5</b>	Colore Attivo > Viola
<b>F6</b>	Colore Attivo > Celeste
<b>F7</b>	Colore Attivo > Arancio

## 5.3. Leggi di pioggia precaricate

### 5.3.1. Autorità di Bacino del PO

Regioni Interessate:

Regione	Copertura
Lombardia	Totale
Piemonte	Totale
Val d'Aosta	Totale
Liguria	Parziale
Emilia Romagna	Parziale

Le leggi di pioggia utilizzate sono state prelevate dall'Allegato 3 al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume PO.

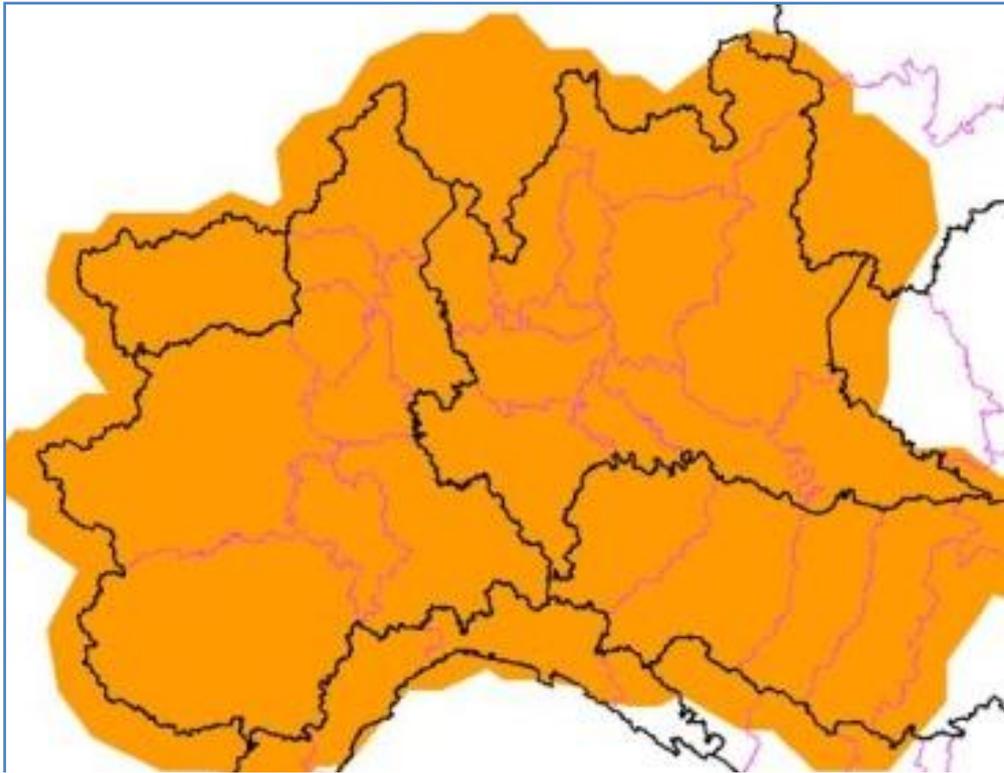
Il link all'allegato è presente al seguente indirizzo web dell'Autorità di Bacino: [LINK](#).

La legge di pioggia utilizzata è del tipo:

$$h = a \cdot d^n$$

I tempi di ritorno utilizzati per la determinazione dei parametri  $a$  ed  $n$  nello studio sono: 20, 100, 200 e 500 anni.

La legge di pioggia è definita su di una maglia di 2 km x 2 km sul seguente territorio:



*Figura 12 - Dominio di validità*

ottenendo 22125 celle per ognuna delle quali si sono determinate le coordinate ed i valori di  $a$  ed  $n$  per  $T = 20, 100, 200$  e  $500$  anni.

### 5.3.2. VAPI comparto Parma e Genova

Regioni Interessate:

Regione	Copertura
Lombardia	Totale
Piemonte	Totale
Val d'Aosta	Totale
Liguria	Parziale
Emilia Romagna	Parziale

#### Legge di variazione dei coefficienti di crescita col periodo di ritorno

Per la stima della correlazione tra il periodo di ritorno ed il coefficiente di crescita  $K_T$  si è utilizzata la distribuzione generalizzata del valore estremo (GEV).

$$K_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \cdot (1 - e^{-k \cdot y_T}) \quad \text{con} \quad y_T = -\text{Ln} \left[ \text{Ln} \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

#### Suddivisione in sottozone:

Si riportano le seguenti formulazioni semplificate utilizzate nel software per le differenti sottozone:

COD.	SOTTOZONA	FORMULAZIONE
A	Alpi e prealpi centrali	$K_T = 0.745 - (0.365 / 0.110) \cdot [1 - \text{Exp}(0.110 \cdot y_T)]$
B	Alpi e prealpi occidentali	$K_T = 0.635 - (0.352 / 0.320) \cdot [1 - \text{Exp}(0.320 \cdot y_T)]$
C	Appennino NW e bacini tirrenici	$K_T = 0.643 - (0.377 / 0.276) \cdot [1 - \text{Exp}(0.276 \cdot y_T)]$
D	Appennino NE	$K_T = 0.775 - (0.334 / 0.089) \cdot [1 - \text{Exp}(0.089 \cdot y_T)]$
aa	Alto Adige e suoi affluenti	$K_T = 0.804 - (0.292 / 0.088) \cdot [1 - \text{Exp}(0.088 \cdot y_T)]$

Per la zona ZT2 si è fatto riferimento ai valori della zona B così come per l'area tra le zone A e C.

### 5.3.3. VAPI comparto Roma e Pescara

Regioni Interessate:

Regione	Copertura
Abruzzo	Totale
Molise	Totale
Umbria	Totale
Lazio	Parziale

#### **Legge di variazione dei coefficienti di crescita col periodo di ritorno**

Per la stima della correlazione tra il periodo di ritorno ed il coefficiente di crescita  $K_T$  si è utilizzata la distribuzione Two Component Extreme Value (TCEV).

#### **Suddivisione in sottozona:**

Si sono elaborate le seguenti formulazioni semplificate per le differenti sottozone:

COD.	SOTTOZONA	FORMULAZIONE
A	Tirrenica	$K_T = - 0.6086 + 0.779 \cdot \ln (T)$
B	Appenninica	$K_T = 0.6419 + 0.289 \cdot \ln (T)$
C	Adriatica	$K_T = 0.5296 + 0.459 \cdot \ln (T)$