

Hydrologic Risk

Part I	Introduzione	1
1	Hydrologic Risk	1
2	Rischio Idraulico	2
3	Definizioni	3
4	Note importanti	6
Part II	Menu	6
1	Menù	6
2	Menù File	7
	Anteprima di stampa	7
3	Menù Modifica	8
4	Menù Visualizza	9
5	Menù Strumenti	10
6	Menù Input Dati	11
	Dati generali	13
7	Menù Calcolo	15
8	Menù Esporta	19
9	Menù Preferenze	19
Part III	Input	21
1	Input Dati	21
	Proprietà morfometriche del bacino	22
2	Convenzioni	24
3	Input Numerico	25
4	Input Grafico	28
5	Importa Immagine	29
Part IV	Output	31
1	Verifiche idrologiche	31
	Analisi idrografica e morfometrica	31
	Coefficiente di deflusso Kennessey	33
	Bilancio idrologico	35
	Legge di pioggia	38
2	Verifiche idrauliche	39
	Portata metodi empirici	39
	Portata metodo analitico	41
	.TCEV.....	41
	Presentazione	41
	Teoria e definizioni	42
	Caratteristiche	45
	Stima dei parametri.....	46
	Modello TCEV.....	47
	Livello 0.....	48
	Livello 1.....	49
	Livello 2.....	50

Livello 3.....	52
Immissione diretta.....	54
Serie storiche.....	55
Stato elaborazione.....	56
Condizioni di errore.....	57
Idrogramma di piena	57
Moto uniforme	59
Moto permanente	61
Mappa esondazione	63
Part V Importazione da GeoStru Maps e Trispace	67
Part VI Bibliografia	68
Part VII Geoapp	69
1 Sezione Geoapp	69
Part VIII Contatti	70
Index	0

1 Introduzione

1.1 Hydrologic Risk

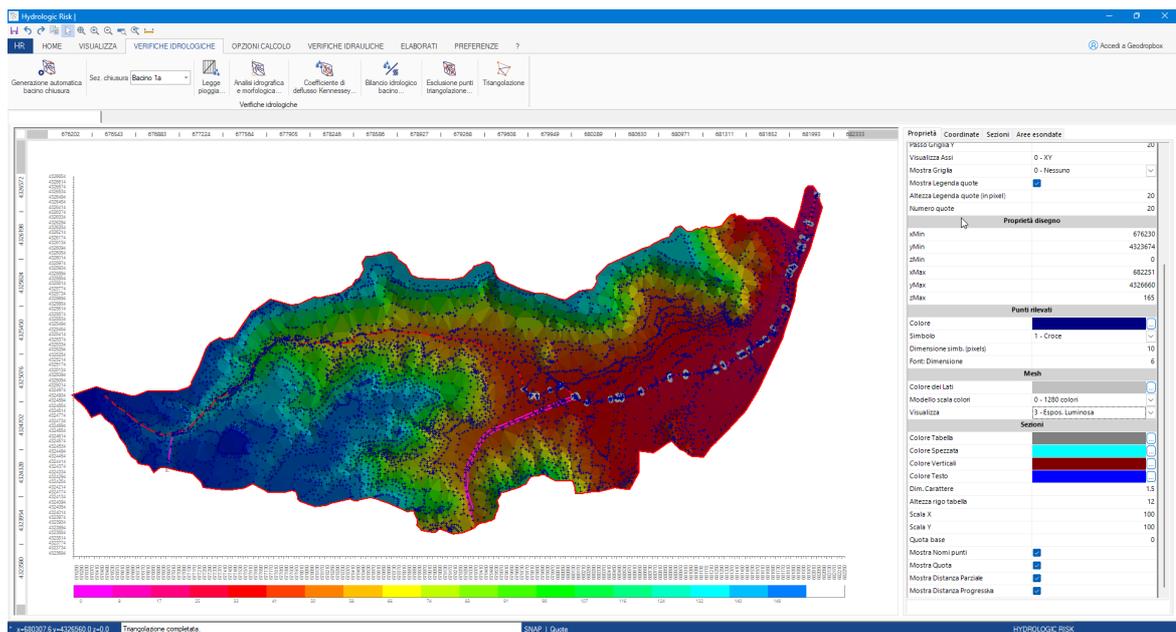
Il programma si pone l'intento di essere di ausilio a tutti coloro che si trovano ad affrontare problematiche inerenti fenomeni di esondazione. Esso parte dalla modellazione degli eventi di pioggia, per arrivare all'individuazione della portata di piena e alla sua evoluzione.

Lo studio idrologico che porta alla definizione delle portate di massima piena con determinate probabilità di superamento (tempo di ritorno), parte da analisi statistiche delle piogge, alle quali si associa un modello che definisce il legame afflusso-deflusso. Quest'ultimo, per tener conto in modo appropriato delle caratteristiche di un bacino, è caratterizzato da numerosi parametri, tra i quali giova ricordare: tempo di corrivazione, copertura vegetale, permeabilità, pendenza, ecc.

La parte di verifica idraulica del programma consente di definire, partendo dal dato di portata, il livello raggiunto dall'acqua in una o più sezioni e lungo l'alveo.

Il modello di calcolo adottato, in regime di moto permanente, arriva alla definizione dei livelli idrici partendo dalla geometria delle sezioni e dalla caratteristiche dei materiali che le costituiscono.

Quest'ultimo aspetto, se si considerano le velocità di aumento del livello idrico nella sezione, rappresenta, forse, il traguardo più interessante dal punto di vista del rischio di esondazione perché permette di individuare le aree a rischio e i tempi di allerta.



1.2 Rischio Idraulico

Il **Rischio Idraulico** rappresenta nel territorio la risultante dei fattori naturali ed antropici, nell'ambito di interesse costituito dalle reti di drenaggio superficiale, naturale, e da dinamiche idrologiche ed idrauliche, che caratterizzano le relazioni tra afflussi e deflussi nell'ambito del bacino idrografico; esso si identifica con la nota relazione :

$$R = H \times V \times E = H \times D$$

in cui :

R = Rischio, entità del danno atteso in una data area, in un certo intervallo di tempo, al seguito del verificarsi di un evento calamitoso.

H = Pericolosità, ovvero la probabilità di occorrenza dell'evento calamitoso in un certo intervallo di tempo in una zona; tale elemento, inteso come valore complementare al fattore di sicurezza, è strettamente legato al tempo di ritorno (tempo nel quale l'intensità I viene superata mediamente una sola volta – nel caso delle piene I è la portata al colmo):

$$H = \left(1 - \frac{1}{T}\right)^2$$

V = Vulnerabilità, ovvero il grado di perdita prodotto su un certo elemento esposto al rischio evento calamitoso.

E = Valore elemento di rischio ovvero il valore in termini monetari della proprietà e delle attività economiche a rischio in una data area.

D = Danno totale.

Alla luce delle definizioni di cui sopra, stabiliti i valori di rischio specifico (idraulico da esondazione), occorre definire una riduzione-mitigazione del rischio stesso, agendo sul fattore vulnerabilità-pericolosità del sito con una serie di interventi, ad esempio strutturali.

Quantificazione del rischio idraulico del sito

Nei fenomeni alluvionali, la stima della pericolosità "H" dell'evento di piena si valuta mediante analisi statistico-probabilistiche dei dati disponibili. Essi sono dati di portata o di pioggia, che determinano la definizione delle aree vulnerabili e mappe di esondazione con tempi di ritorno prefissati. La pericolosità può essere suddivisa in due classi :

- **Media** : aree con eventi alluvionali con tempi di ritorno compresi tra 10 e 100 anni;
- **Bassa** : aree con eventi alluvionali con tempi di ritorno compresi tra 100 e 300 anni.

1.3 Definizioni

Tempo di ritorno

Tempo nel quale l'intensità I viene superata mediamente una sola volta (nel caso delle piene I è la portata al colmo).

Nella tabella di seguito si riportano i valori dei tempi di ritorno per alcune tipologie di opere idrauliche.

Tipologie di opere	Tempo di ritorno [anni]
Ponti e difese fluviali	100÷150
Difese di torrenti	20÷100
Dighe	500÷1000
Bonifiche	15÷25
Fognature urbane	5÷10
Tombini e ponticelli di piccoli corsi d'acqua	30÷50
Sottopassi stradali	50÷100
Cunette e fossi di guardia per strade importanti	10÷20

Tempo di corrivazione

Tempo massimo impiegato da una goccia di pioggia che precipita su un bacino a percorrere la distanza necessaria per raggiungere la sezione di chiusura.

Altezza di pioggia critica

Altezza di pioggia ottenuta dalla legge di pioggia per un tempo (durata) pari al t_c (tempo di corrivazione).

Coefficiente di deflusso

Rapporto, riferito ad una determinata sezione di chiusura, tra la quantità di deflusso e la quantità di precipitazione.

Curva ipsografica

Rappresentazione sugli assi cartesiani delle altezze medie h_i (asse Y) di un bacino, riferite a due curve di livello contigue, e delle aree parziali A_i (asse X), delimitate tra due curve di livello, che si trovano a quota superiore ad h_i .

Legge di pioggia

Per un assegnato tempo di ritorno, essa rappresenta la relazione tra l'altezza di pioggia h e il tempo t (durate).

Idrogramma di piena

Grafico che visualizza l'andamento della portata, in una sezione di riferimento, in funzione del tempo per un assegnato tempo di ritorno.

Corrente a pelo libero

Corrente idrica che percorre i corsi d'acqua naturali o i canali artificiali.

Contorno bagnato

Perimetro della sezione liquida costituito dalle sole pareti dell'alveo, lungo le quali si sviluppa la resistenza della corrente.

Raggio idraulico

Rapporto tra l'area A della sezione liquida e il suo contorno bagnato.

Moto uniforme

Una portata può muoversi in condizioni di moto uniforme in una sezione, se la forma della sezione stessa e la sua scabrezza sono tali che la cadente, e quindi la pendenza del pelo libero, sono uguali alla pendenza dell'alveo.

Alveo a debole pendenza

Alveo in cui si verifica che la corrente uniforme è una corrente lenta.

Alveo a forte pendenza

Alveo in cui si verifica che la corrente uniforme è una corrente veloce.

Altezza critica

Altezza di una corrente a pelo libero di assegnata portata Q , per cui risulta minima l'energia specifica E rispetto al fondo dell'alveo.

Moto permanente

Il moto permanente gradualmente variato è quello che si verifica in una corrente a pelo libero con variazioni graduali della sezione. Naturalmente la condizione di continuità impone che la portata rimanga costante, mentre velocità e sezione variano gradualmente lungo l'asse s della corrente.

Precipitazioni efficaci

Quantità di acqua, fornita dalle precipitazioni, che rimane disponibile in superficie, dopo la sottrazione delle perdite per evapotraspirazione reale.

Evapotraspirazione potenziale e totale

L'evapotraspirazione è la perdita di acqua che si realizza tramite il processo fisico dell'evaporazione e quello biologico, delle piante, della traspirazione. La quantità di acqua consumata dal potere evaporante dell'atmosfera (evaporazione potenziale) e dall'attività delle piante (traspirazione), è indicata come evapotraspirazione potenziale (ETP). Quando le perdite di acqua per evapotraspirazione è inferiore alla RFU (riserva idrica facilmente utilizzabile) parliamo di evapotraspirazione reale ETR.

Precipitazioni efficaci

Le precipitazioni efficaci, PE, sono date dalla differenza tra le precipitazioni e l'evapotraspirazione reale ETR.

Ruscellamento

Il ruscellamento, R , è l'aliquota delle PE che alimenta il deflusso superficiale QS , che è convogliato nella rete idrografica.

Infiltrazione

L'infiltrazione, I , è la quantità d'acqua che attraversa la superficie del suolo ed alimenta il deflusso sotterraneo delle acque. La quantità di acqua infiltrata che raggiunge la superficie della falda, è detta infiltrazione efficace, IE.

1.4 Note importanti

[Consultare la scheda convenzioni](#)^[24]

2 Menu

2.1 Menù

Menu File^[7]

Gestione file di lavoro.

Menu Modifica^[8]

Gestione correzioni.

Menu Visualizza^[9]

Gestione visualizzazione area di lavoro.

Menu Strumenti^[10]

Gestione strumenti di supporto.

Menu Input dati^[21]

Gestione dati di input.

Menu Calcolo^[15]

Analisi dei dati di input e verifiche.

Menu Esporta^[19]

Gestione file di output.

Menu Preferenze^[19]

Personalizzazione elaborati di testo e grafici.

Menu Help

Aiuto in linea.

2.2 Menù File

Il Menù File comprende principalmente tutte le funzioni relative all'apertura e chiusura dei progetti, alla gestione dei files archiviati e alle stampe.

Nuovo

Consente di creare un nuovo progetto. Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard.

Apri

Viene aperto un progetto esistente già elaborato e archiviato in formato .IDR. Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard.

Salva

Salva i dati inseriti nel progetto corrente. Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard.

Salva con nome

Salva il progetto con un altro nome.

Anteprima di stampa

Vedi collegamento.

Progetti Recenti

Permette di scegliere gli ultimi tre file aperti.

Esci

Esce dal programma.

2.2.1 Anteprima di stampa

Visualizza l'anteprima di stampa. Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard. Nella finestra di anteprima rientrano alcune opzioni:

Orientamento

Si sceglie l'orientamento del foglio della stampante di sistema.

Scala

Permette di scegliere la scala di stampa.

Imposta

Consente di scegliere la stampante per le operazioni di stampa. Sposta l'intero disegno nell'area di stampa definita dalle dimensioni del foglio.

Stampa

Stampa la vista corrente.

Spostare il disegno

Per spostare il disegno nel foglio basta premere il pulsante sinistro del mouse e, tenendolo premuto, posizionarlo nella nuova posizione, quindi rilasciare il mouse.

Uscita dall'anteprima

Eseguire un click del mouse sulla crocetta di chiusura delle finestre.

2.3 Menù Modifica

Il Menù Modifica comprende principalmente tutte le funzioni relative alla gestione del file di lavoro.

Annulla

Annulla l'ultimo comando eseguito nell'input dei dati. La funzione è attiva su più livelli.

Ripristina

Ripristina l'ultima modifica annullata nell'input dei dati. La funzione è attiva sullo stesso numero di livelli del comando Annulla.

Copia

Copia negli appunti il disegno contenuto nell'area di lavoro corrente. Questa opzione risulta molto utile se si vuole incollare il bitmap copiato in

un qualsiasi file di editor (Word, Work, ecc) per integrare la relazione di calcolo con immagini delle varie fasi di calcolo del programma.
Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard.

2.4 Menù Visualizza

Nel Menù Visualizza sono presenti le seguenti opzioni:

Ridisegna

Effettua il ridisegno del pendio eliminando eventuali errori. Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard.

Sposta

Per effettuare una panoramica interattiva, premere il pulsante di selezione del dispositivo di puntamento e spostare l'immagine del disegno in una nuova posizione. Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard.

Zoom

Il metodo più comune per modificare le viste consiste nell'utilizzare le numerose opzioni di zoom del programma, che aumentano e riducono le dimensioni dell'immagine visualizzata nell'area di disegno.

Zoom finestra

Tramite zoom finestra è possibile zoomare rapidamente in avvicinamento su un'area specificando gli angoli che la definiscono. La regione specificata dagli angoli selezionati viene centrata nella nuova visualizzazione nel caso in cui non corrisponda esattamente al rapporto prospettico della finestra sottoposta a zoom. Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard.

Zoom dinamico

Esegue uno zoom interattivo tramite una estensione del disegno. Durante la fase di zoom dinamico il cursore assume la forma di una lente di ingrandimento con i segni più (+) e meno (-). Tenendo premuto il pulsante di selezione nel punto centrale della finestra e spostandosi verticalmente verso la parte superiore della finestra, si applica un fattore di zoom del 100%. Al contrario, tenendo premuto il pulsante di selezione nel punto centrale della finestra e spostandosi verticalmente verso la parte inferiore della finestra, si applica un fattore di zoom in allontanamento del 100%.

Quando si rilascia il pulsante di selezione, lo zoom si interrompe. Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard.

Zoom Precedente

Attiva la vista immediatamente precedente a quella attuale. Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard.

Zoom Tutto

Riporta la vista completa del progetto di lavoro all'interno dell'area di disegno.

Nota: Lo zoom non modifica le dimensioni assolute del disegno, ma le dimensioni della vista all'interno dell'area di disegno. Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard.

Zoom ±

Il comando è attivabile anche dalla barra degli strumenti Standard con la barra degli strumenti Fattore di zoom.

2.5 Menù Strumenti

Distanza

Comando che consente di misurare a video la distanza tra due punti; per misurare, una volta selezionato il comando, occorre eseguire un click del mouse (tasto sinistro) nel primo punto e spostarsi, con il pulsante premuto, sul secondo punto, quindi rilasciare il pulsante del mouse. La distanza misurata è visualizzata sulla barra di stato inferiore (barra grigia inferiore dell'area di lavoro).

Inserisci testo

Consente di inserire un testo sull'area di lavoro; la selezione del comando prevede la scelta del punto d'inserimento di un box in cui andrà inserito il testo. La grandezza del box è definita dall'utente, dopo il click di inserimento, trascinando semplicemente il mouse ed eseguendo un click quando il box è delle dimensioni desiderate. La finestra che viene visualizzata dopo il click consente di scrivere il testo e di personalizzarlo nella scelta del colore e dell'angolo di rotazione.

Per modificare un testo già inserito, basta scegliere il comando di selezione (freccia), cliccare in prossimità del testo da modificare in modo da evidenziare il box testo e premere il pulsante destro del mouse, con cui compare il menu a tendina Proprietà testo.

Effettuate le modifiche, per deselezionare il testo basta cliccare fuori dal box.

2.6 Menù Input Dati

Dati generali

In questo comando sono riportati alcuni dati ideologici indispensabili all'inizio di un nuovo progetto, pertanto è vincolante, per il proseguo dell'input, l'inserimento delle informazioni richieste.

Input numerico (vedi Input numerico nel menù Input Dati)

Il comando visualizza la finestra di immissione numerica delle coordinate che definiscono il bacino e le aste fluviali.

Importa immagine raster (vedi Importa immagine raster nel menù Input Dati)

Comando per l'importazione di una base raster (scansione di una cartografia cartacea) per l'immissione grafica delle coordinate del bacino e della rete idrografica ad esso connessa.

Calibra immagine raster

Comando che consente di riportare in scala reale l'immagine inserita con il comando precedente.

Selezione

Il comando è indispensabile a conferire all'oggetto selezionato la proprietà enabled, che consente di effettuare le modifiche desiderate sui vertici del bacino, dell'asta fluviale, ecc.

Inserisci vertice

Permette di inserire un punto nell'oggetto selezionato (bacino, asta fluviale, punti interni, ecc).

Per la convenzione da usare vedi Input grafico nel menù Input Dati.

Modifica vertice

Permette di modificare un punto nell'oggetto selezionato (bacino, asta fluviale, punti interni, ecc).

Cancela vertice

Permette di cancellare un punto nell'oggetto selezionato (bacino, asta fluviale, punti interni, ecc). La selezione del comando visualizza il cursore del mouse che cambia forma nell'intorno del punto da eliminare.

Taglia

Taglia l'elemento della spezzata che definisce l'oggetto selezionato, inserendo un nuovo punto. Dopo la selezione del comando basta portarsi con il mouse sull'elemento da tagliare ed eseguire un click del mouse.

Aggiunta vertici quotati bacino

La selezione di questo comando permette di aggiungere punti di dettaglio all'interno del bacino necessari alla creazione del DTM. L'aggiunta di molti punti consente una restituzione del modello del terreno più dettagliata. Per aggiungere un nuovo punto basta selezionare il comando ed eseguire un click del mouse nel punto desiderato dell'area del bacino.

Modifica vertici quotati

Consente di modificare un punto quotato all'interno del bacino. La selezione del comando visualizza il cursore del mouse che cambia forma nell'intorno del punto da modificare: è sufficiente cliccare nel punto e trascinarlo, con il pulsante del mouse premuto, nella nuova posizione.

Cancela vertici quotati

Consente di eliminare un punto quotato all'interno del bacino. La selezione del comando visualizza il cursore del mouse che cambia forma nell'intorno del punto da eliminare; individuato il punto, è sufficiente eseguire un click del mouse.

Sezione chiusura

Con tale comando è consentita l'immissione delle sezioni di verifica. La posizione e il numero di sezioni da verificare lungo il corso d'acqua vengono definiti tramite questo comando dell'Input Numerico. A partire dal basso (chiusura del bacino) si procede al tracciamento delle sezioni verso il punto più alto dell'asta fluviale (sorgente). Ogni sezione deve essere definita a partire da sinistra con un click del mouse e, tenendo premuto il pulsante, si procede verso destra fino al punto finale della stessa. Forma e dimensioni della sezione sono assegnabili graficamente o numericamente nella finestra di visualizzazione delle sezioni che si attiva con un doppio click del mouse sulla sezione corrispondente (vedi anche Input Numerico).

N.B.: le sezioni vanno inserite dopo aver creato il modello digitale del terreno, quindi dopo l'immissione del bacino e delle aste fluviali. Inoltre, nei Dati generali devono essere stati inseriti i tempi di ritorno.

Cancella sezione di chiusura

Tale comando consente di eliminare una sezione di chiusura con un click del mouse sulla sezione da eliminare.

2.6.1 Dati generali

Nei dati generali vanno inseriti alcuni dati, anche idrologici, indispensabili al prosieguo dell'input e all'elaborazione.

Dati idrologici

Descrizione

Inserire una breve descrizione del bacino in esame.

Nome bacino

Inserire il nome del bacino.

Ubicazione bacino

Scegliere, tra le due opzioni, se si tratta di un bacino pianeggiante o montano.

Porzione permeabile del bacino

Assegnare, in %, la porzione di superficie del bacino costituita da terreni permeabili.

Piovosità media annua

Indicare, in mm, l'altezza media annuale di pioggia. In genere, per il calcolo delle altezze di pioggia medie annuali, ci si riferisce ai dati rilevati per dieci anni consecutivi, calcolando la media delle altezze medie annuali.

Temperatura media annua

Assegnare, in gradi centigradi, la temperatura media annuale. Anche per questo parametro il periodo minimo da considerare è di dieci anni.

Temperature min.-max. mensile

Inserire, separate da virgola, la media delle temperature minime registrate nell'anno ideologico medio (dieci anni) e la media delle temperature massime, riferite sempre alla stessa durata.

Permeabilità media terreni

Inserire, nell'unità di misura specificata nella finestra, la permeabilità media dei terreni che costituiscono il bacino idrogeologico (proiezione del bacino ideologico al di sotto della superficie del suolo).

Permeabilità media superficiale

Assegnare, nell'unità di misura specificata nella finestra, la permeabilità media dei terreni, costituenti il bacino ideologico, che affiorano in superficie.

Pioggia critica in 24 h

Attribuire, in mm, l'altezza di pioggia ottenuta dalla legge di pioggia per una durata di 24 ore (altezza di pioggia critica, vedi **Definizioni**).

Opzioni di calcolo**Tempo di corrivazione**

L'utente deve scegliere un autore, tra quelli disponibili, per il calcolo del tempo di corrivazione (tempo di corrivazione, vedi **Definizioni**).

Altitudine media del bacino

Per la valutazione di questo dato, l'utente può optare per due tipologie di calcolo, ossia la determinazione attraverso la curva ipsografica (vedi **Definizioni**) o la media delle quote.

Portate di Piena – Metodi

La stima delle portate di piena (per ogni tempo di ritorno assegnato) viene eseguita dal programma secondo i metodi **Analitico** e **TCEV**. Nella fase di input l'utente deve fare una scelta tra le due opzioni, con la facoltà di cambiare in una fase successiva.

Tempi di ritorno

Nella griglia vanno inseriti i tempi di ritorno per i quali deve essere eseguita l'elaborazione. Ogni tempo di ritorno può essere distinto da una breve descrizione e caratterizzato da un colore che verrà utilizzato dal programma per tracciare la linea di possibile esondazione tra le sezioni lungo il corso d'acqua.

2.7 Menù Calcolo

Nel Menù Calcolo sono riportati i comandi relativi alla fase di determinazione del bilancio ideologico del bacino, delle portate di massima piena per ogni sezione, di verifica in condizioni di moto uniforme e permanente e quello di visualizzazione della sezione dell'alveo (profilo longitudinale).

Analisi idrografica e morfometrica (vedi Analisi idrografica e morfometrica nel menù Output)

Per ogni bacino definito da una sezione di chiusura vengono eseguiti i calcoli che definiscono le proprietà morfometriche del bacino e il suo tempo di corrivazione. In questa fase il programma esegue anche i calcoli corrispondenti ad ogni sottobacino generato in automatico in funzione della posizione di ogni sezione di chiusura.

Dopo l'esecuzione di questo comando, è possibile eseguire le modifiche corrispondenti ad ogni sottobacino dal pannello di controllo situato sulla destra dell'area di lavoro. Per ogni sezione di chiusura, con il comando Modifica vertici bacino, è consentito dare la forma desiderata ad ogni sottobacino. Nella fase successiva occorre rieseguire il calcolo.

Triangolazione

La triangolazione viene eseguita in automatico dal programma per l'analisi morfometrica ed idrografica, ma selezionando tale comando è possibile visualizzare il tridimensionale del bacino ed, eventualmente, stamparlo tramite il preview attivabile con il pulsante destro del mouse.

Coefficiente di deflusso Kennessey (vedi Coefficiente di deflusso Kennessey nel menù Output)

Esegue il calcolo del coefficiente di deflusso con Kennessey. Per la determinazione di tale parametro, indispensabile per eseguire il passo successivo del bilancio ideologico, sono necessari alcuni dati tra i quali:

- **piovosità**: espressa in mm di pioggia, per la determinazione degli afflussi P;
- **temperatura media**: temperatura media per ogni mese;
- **temperatura massima**: temperatura massima per ogni mese;
- **temperatura minima**: temperatura minima.

Per dati inseriti, Hydrogeologic Risk, ricava l'indice di aridità Ia, da cui, in funzione del calcolo delle percentuali di superficie che definiscono le

distribuzioni vegetali, delle acclività e della permeabilità, si ottengono i coefficienti parziali di deflusso e quello totale.

Bilancio idrologico del bacino (vedi Bilancio idrologico nel menù Output)

In questa finestra sono richiesti i dati relativi agli afflussi e ai deflussi nel bacino principale.

Legge di pioggia (vedi Legge di pioggia nel menù Output)

In questa finestra vengono elaborati i dati delle piogge di durata 1 – 3 – 6 – 12 – 24 ore per diversi anni, al fine di arrivare a definire la legge di pioggia del bacino in esame. Il programma, per ogni tempo di ritorno assegnato dall'utente nei Dati generali del menu Input Dati, esegue il calcolo delle altezze di pioggia massima e critica in corrispondenza di ogni durata (1, 3, 6, 12, 24 ore) e di ogni Tr.

I dati di pioggia rilevati da una stazione pluviometrica possono essere digitati direttamente nella griglia delle durate o copiate da un file ed incollate.

Il programma elabora i dati inseriti statisticamente, adottando la distribuzione di probabilità di Gumbel, di cui restituisce i parametri media, scarto quadratico medio, k... ed m.

Nella scheda Graph è riportato il grafico della Curva di Possibilità Pluviometrica con scala semilogaritmica o logaritmica (x ed y): premendo il pulsante destro del mouse è possibile copiare il grafico negli appunti ed incollarlo come immagine bitmap o esportare i valori da incollare in un foglio di calcolo per le successive elaborazioni desiderate dall'utente.

La scheda Stampa consente di inviare alla stampante di sistema i dati di input ed i risultati dell'elaborazione.

Portata di massima piena Metodi Empirici (vedi Portata metodi empirici nel menù Output)

In corrispondenza di ogni sezione di chiusura viene calcolata la portata di massima piena con i metodi empirici. Occorre selezionare l'autore desiderato ed il programma visualizza il valore della portata in m^3/sec quello della portata specifica, per unità di superficie del bacino, in $m^3/sec Km^2$.

Portata di massima piena Metodi Analitico o Razionale (vedi Portata metodi analitico nel menù Output)

Per gli assegnati tempi di ritorno, il programma esegue il calcolo della portata di massima piena in corrispondenza della sezione di chiusura

specificata. Scorrendo le varie sezioni, corrispondenti ai vari sottobacini, il Hydrogeologic Risk esegue la valutazione della portata dopo aver premuto il pulsante Analisi portate. La restituzione dei risultati è differente a seconda se nei Dati Generali è stata scelta l'opzione Metodo Razionale (o Analitico) o TCEV.

Idrogramma di piena (vedi Idrogramma di piena nel menù Output)

Per ogni tempo di ritorno assegnato dall'utente, il programma ricostruisce l'Idrogramma di Piena con il metodo di Nash. Nella finestra vengono visualizzati, relativamente ad ogni sezione di chiusura scelta, i parametri della funzione k ed n , caratteristici del bacino e calcolati secondo Nash o Mc Sparran, e i parametri a ed n della legge di pioggia (per ogni Tr). Il passo di calcolo, in ore, e il tempo massimo [ore] sono definiti dall'utente e, ad ogni loro cambiamento, deve essere premuto il pulsante Ricalcala.

Il grafico visualizzato può essere copiato negli appunti per poi incollarlo come immagine bitmap premendo il pulsante destro del mouse e scegliendo il comando Copia grafico dal menu a tendina visualizzato. Per esportare i valori corrispondenti ad ogni curva si può scegliere il comando Copia formato dallo stesso menu.

Verifica idraulica moto uniforme (vedi Moto uniforme nel menù Output)

Per ogni sezione di chiusura selezionata il programma esegue la verifica in condizioni di moto uniforme. La definizione delle sezioni di verifica (sezioni di chiusura) è antecedente a questa fase, pertanto, dopo aver eseguito l'Analisi Idrografica e Morfometrica e determinato la portata di massima piena (metodi empirici o analitico), ogni sezione deve essere definita nella forma e nei parametri di scabrezza. La generazione della sezione è ottenuta selezionando il comando Sezione di chiusura del menu Input Dati (o barra degli strumenti) ed eseguendo un click del mouse sulla linea di sezione precedentemente assegnata.

Condizioni moto permanente

Nella finestra visualizzata con la selezione di questo comando l'utente, per ogni tempo di ritorno assegnato, impone le condizioni per l'analisi in moto permanente. Relativamente alla scheda Condizioni di valle, si assegna l'altezza della sezione liquida nella sezione estrema di valle (sezione di chiusura del bacino); nella scheda Condizioni di monte, si assegna l'altezza della sezione liquida nella sezione estrema di monte (sorgente). Le condizioni appena definite servono al programma, fissato il passo di scansione tra una sezione e la successiva, per il calcolo del carico totale e della quota del pelo libero nelle sezioni successive.

Note che sono la geometria e la portata della sezione di partenza (condizioni di valle o di monte), che indicheremo come sezione i , il programma calcola la cadente J ed il carico totale, quindi, con il passo di scansione assegnato, si calcolano per differenti valori di h (nell'intorno della h assegnata) le stesse grandezze (cadente e carico).

Successivamente, il programma valuta la perdita di carico tra la sezione di partenza i e la successiva $(i+1)$ e ricava, per interpolazione dei valori trovati per differenti altezze h , l'altezza della sezione liquida nella sezione $(i+1)$. Per l'altezza ricavata h_{i+1} , il programma riesegue il calcolo della cadente J e ottiene il valore medio della cadente (media tra la cadente in i e quella in $i+1$), da cui ricava la perdita di carico tra le due sezioni e l'altezza del carico totale. A questo punto il programma ricava l'altezza h_{i+1} interpolando tra i valori precedentemente trovati con passo di scansione fissato.

Verifica idraulica moto permanente (vedi Moto permanente nel menù Output)

In corrispondenza di ogni sezione di chiusura viene calcolata, per un'assegnata portata di verifica, l'altezza della sezione liquida come descritto al passo precedente. Il calcolo può essere eseguito per portate relative a diversi tempi di ritorno. Condizione necessaria alla convergenza del calcolo è che la portata di verifica per ogni sezione sia costante. A calcolo eseguito, il programma avrà determinato, per ogni sezione l'altezza h , stabilendo per ogni tronco se trattasi di un alveo a forte o a debole pendenza e, quindi, se la corrente che si muove in quel tratto è lenta o veloce.

Mappa esondazione

Il comando esegue la visualizzazione dell'area esondata relativamente ad ogni periodo di ritorno. La mappa di esondazione è visibile solo dopo aver eseguito il calcolo di verifica delle sezioni in condizioni di moto permanente. Quanto è riportato a video è stampabile, in scala, tramite la selezione del comando di anteprima di stampa.

Vista sezione alveo

Visualizza la sezione longitudinale dell'alveo con le altezze del profilo dell'acqua determinato in condizioni di moto permanente tronco per tronco. Per riportare lo schermo alla visualizzazione del bacino basta deselezionare il comando.

Blocca/Sblocca dati

Comando che blocca o sblocca i dati di input e/o output.

2.8 Menù Esporta

Nel menu corrente sono presenti i comandi di output dell'analisi effettuata.

Esporta in formato RTF

Il comando visualizza un editor di testo in cui è riportata la relazione di calcolo.

Essa può essere editata e stampata direttamente da questo editor interno al programma o può essere salvata in formato RTF per poi essere modificata e/o stampata da un qualsiasi editor di testi.

Esporta DXF

Il comando consente l'esportazione in formato DXF (formato per i CAD) di quanto è visualizzato sull'area di lavoro (vista bacino, sezioni, ecc.).

La sua selezione visualizza la finestra per la scelta del percorso di salvataggio.

Esporta Bitmap

Il comando consente l'esportazione in formato BMP (formato per gli editor di immagini) di quanto è visualizzato sull'area di lavoro (vista bacino, sezioni, ecc.).

2.9 Menù Preferenze

Nel menu in esame sono riportati i comandi per le preferenze sugli elaborati grafici e di testo.

Opzioni elaborati di testo

Visualizza la scheda Opzioni stampe di testo in cui è possibile scegliere i dati di input ed i risultati di calcolo che devono essere riportati in relazione:

Dati generali

Se selezionato, riporta i dati ideologici del bacino inseriti dall'utente in Dati generali del menù Input dati.

Coefficiente di deflusso

Se selezionato, riporta i dati inseriti dall'utente in Coefficiente di deflusso del menu Calcolo necessari per la determinazione del coefficiente di Kennessey

Bilancio idrogeologico

Se selezionato, inserisce in relazione i dati per il bilancio ideologico del bacino inseriti dall'utente tramite il comando Bilancio idrogeologico bacino del menu Calcolo.

Elaborazione serie pluviometrica metodo di Gumbel

Se, selezionato riporta i dati inseriti dall'utente in Legge di pioggia del menu Calcolo e i risultati della loro elaborazione (parametri a ed n).

Coordinate bacino

Se selezionato, inserisce le coordinate digitate dall'utente per la definizione del bacino.

Coordinate asta principale

Se selezionato, inserisce le coordinate digitate dall'utente per l'asta fluviale principale.

Coordinate aste secondarie

Se selezionato, inserisce le coordinate delle varie aste secondarie presenti.

Idrografia e morfometria

se selezionato, restituisce le elaborazioni riguardanti le caratteristiche morfometriche ed idrografiche del bacino principale, nonché quelle relative ad ogni sottobacino. A riguardo, si ricorda che in corrispondenza di ogni sezione definita dall'utente il programma considera in automatico la presenza di un sottobacino di alimentazione della sezione corrispondente.

Portata di piena metodi empirici

Se selezionato, riporta in relazione il risultato di calcolo della portata di massima piena determinata per ogni tempo di ritorno con i metodi empirici.

Portata di piena metodo razionale

Se selezionato, restituisce in relazione la portata di piena con il metodo razionale determinata per ogni sezione ed ogni tempo di ritorno.

Verifiche idrauliche sezioni

Se selezionato, riporta la verifica idraulica di ogni sezione in condizioni di moto uniforme e/o permanente.

Opzioni grafica

Visualizza la scheda Opzioni disegno in cui è possibile scegliere i colori di riempimento e delle linee, nonché lo stile di rappresentazione delle varie componenti (asta principale, secondarie, ecc.).

3 Input

3.1 Input Dati

L'individuazione di un bacino e del suo reticolo idrografico all'interno del programma avviene secondo due vie alternative: input numerico e input grafico.

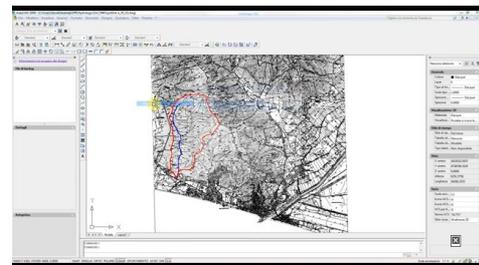
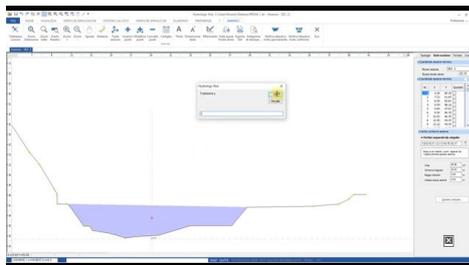
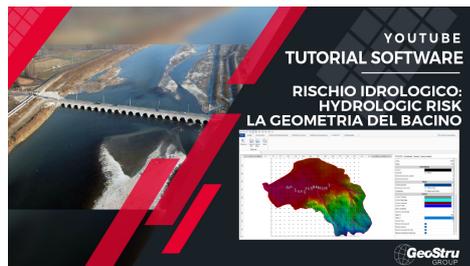
- Per attivare l'[input numerico](#)^[25] occorre selezionare il comando Input numerico del menù Input: nella finestra visualizzata, al primo livello, viene eseguita, per coordinate (X, Y, Z), l'immissione dei punti della linea displuvio che definisce l'estensione del bacino, dei suoi punti interni e dell'asta fluviale principale. Al secondo livello, si inseriscono le coordinate delle aste secondarie (ramificazioni confluenti nell'asta principale); mentre al terzo livello le coordinate della sezione di chiusura e al quarto quelle di eventuali sottobacini (aree di alimentazione delle aste secondarie).
- L'[input grafico](#)^[28], invece, consente l'immissione dei dati, a partire dalla linea di displuvio, con il mouse.

Questo tipo di input consente all'utente di partire da una base raster (scansione di una cartografia cartacea) da importare all'interno del programma per essere digitalizzata.

In entrambi i casi, input numerico e grafico, il programma converte i dati inseriti in un [modello digitale del terreno](#)^[22] (DEM, Digital Elevation Model) a maglie triangolari.

Ciascun punto viene infatti connesso all'altro con elementi triangolari secondo il criterio di Deluney.

Ovviamente, il reticolo costruito con tale tecnica dipende dalle dimensioni dei triangoli e, quindi, dal numero di punti inseriti dall'utente.



3.1.1 Proprietà morfometriche del bacino

Definire la morfologia di un bacino è un'operazione necessaria alla corretta interpretazione del cinematiso dell'acqua nella rete idrografica, pertanto il rilievo di un bacino deve contenere informazioni sulle proprietà lineari (lunghezza dell'asta fluviale, numero di ramificazioni, ecc.), areali, che riguardano la distribuzione delle aree di alimentazione della rete, e di

rilievo, che servono a caratterizzare il bacino dal punto di vista altimetrico. In particolare, tra le proprietà di rilievo, sono importanti l'altitudine del bacino (media, minima e massima), il dislivello e la pendenza dell'alveo. La delimitazione del bacino idrografico deve essere eseguita sulla cartografia ufficiale dell' **Istituto Geografico Militare Italiano** in scala 1:25.000 (tavole), 1:50.000 (quadranti) o 1:100.000 (fogli) in funzione della sua estensione. Essa si traduce nell'individuazione della linea di dislivello, che delimita la superficie del bacino, e alcuni punti significativi quali: il punto di massima quota o punto di vetta, i punti di sella e quello di conca, che coincide con la quota della sezione di chiusura.

La definizione della rete fluviale deve seguire un criterio di gerarchia che consente di ordinare i vari rami della rete. Generalmente, si attribuisce un ordine 1 ai canali di prima formazione che iniziano a partire dai punti di sorgente; due elementi di primo ordine, nel confluire, definiscono un ramo di ordine 2. Due del secondo ordine confluenti, generano un ramo di ordine 3, e così via.

Ogni segmento di ordine k è alimentato da un'area la cui forma planimetrica condiziona i fenomeni idrologici che in essa si verificano.

Per completare le informazioni su un bacino, occorre conoscere la relazione tra le informazioni areali e le proprietà di rilievo (altitudine media, pendenza media dell'asta fluviale, ecc.).

L'**altitudine media** viene determinata suddividendo l'area A del bacino in sotto aree A_i delimitate da due curve di livello, alle quali si assegna un'altitudine media h_i data dalla media delle quote delle due curve di livello delimitanti. **L'altitudine media del bacino è fornita dalla media pesata delle altitudini medie h_i con peso pari alle aree parziali A_i :**

$$h_m = \frac{\sum_{i=1}^n h_i A_i}{A}$$

L' **altezza media** H_m , diversamente dall'altitudine media h_m che è riferita al livello del mare, si riferisce alla quota della sezione di chiusura ed è definita:

con h_{\min} quota della sezione di chiusura.

La costruzione della **curva ipsografica** consente altresì di ottenere informazioni sulla distribuzione delle aree sulle diverse fasce altimetriche. Essa viene

ottenuta diagrammando in ordinata le altezze medie h_i [m s.l.m.] e in ascisse l'area A_i [Km²] posta ad di sopra dell'altezza h_i . Alla quota massima, quindi, corrisponderà una superficie nulla, mentre alla quota minima l'area dell'intero bacino. L'area sottesa dalla curva isopografica rappresenta il volume del rilievo, mentre il rapporto tra la stessa e la superficie del bacino restituisce l'altitudine media h_m .

3.2 Convenzioni

Per la corretta assegnazione dell' input, l' utente deve rispettare alcune convenzioni:

Immissione bacino

I punti che definiscono il bacino (linea di displuvio) devono essere assegnati in sequenza con senso orario. Le coordinate devono essere definite nel quadrante positivo.

Immissione reticolo idrografico

Il reticolo idrografico va assegnato definendo un'asta fluviale principale e, successivamente, le aste tributarie (affluenti).

Immissione asta

Ogni asta fluviale va inserita partendo dall'alto verso il basso (chiusura del bacino); stesso criterio va seguito per le aste tributarie: dal punto a quota più alta verso quello a quota più bassa.

Immissione sezioni

Le sezioni di verifica vanno inserite, in sequenza, partendo dalla sezione di chiusura del bacino e procedendo verso la sommità dello stesso. Si segnala che ad ogni sezione immessa il programma assegna una porzione di bacino (sottobacino) di alimentazione della sezione. Tale porzione può essere modificata dall'utente, dopo l'immissione di tutte le sezioni, selezionando il pannello Coordinate sulla destra dell'area di lavoro. In questa fase, scegliendo la sezione di chiusura del sottobacino da modificare e sbloccando l'opzione Generazione automatica bacino chiusura, è possibile,

previa selezione del comando Modifica vertice del menu Input Dati, modificare con il mouse la posizione dei punti o digitare le nuove coordinate numericamente sulla parte superiore del pannello.

N.B.: La fase di modifica va eseguita prima del calcolo.

Forma della sezione

Per definire la sezione basta eseguire un click del mouse sulla linea in pianta dopo aver attivato il comando sezione. Verrà aperta una nuova area di lavoro in cui, sul lato destro, è presente un pannello che consente di definire tutte le proprietà della stessa (forma, scabrezza, ecc.).

Assegnazione tempi di ritorno

Occorre assegnare i tempi di ritorno da esaminare ogni che volta si crea un nuovo file. L'assegnazione avviene nel menu Input Dati dati generali.

3.3 Input Numerico

Nel menu Input dati selezionare il comando Input numerico.

Per ogni bacino l'input dei dati si sviluppa su più livelli: al primo livello vanno inseriti i vertici del bacino, le coordinate dei punti interni ad esso e quelle dell'asta principale.

Vertici Bacino

Per inserire la linea di dislivello che definisce l'area del bacino occorre rispettare la convenzione di immissione e numerazione dei punti in senso orario.

La selezione del comando visualizza una finestra con griglia in cui sono riportati:

N = numero d'ordine del punto.

X = ascissa del punto.

Y = ordinata del punto.

Z = quota del punto.

Nome = identificazione del punto.

Una volta confermata la digitazione delle coordinate premendo il pulsante OK, è già visualizzata sull'area di lavoro la linea di dislivello del bacino; sulla destra dell'area di lavoro sono visualizzate le coordinate inserite, pertanto ogni modifica dei punti inseriti può essere eseguita in questa fase.

Aggiunta vertici quotati bacino

Sotto la voce in esame, l'utente inserisce le coordinate X, Y, Z dei punti interni al bacino. L'immissione di tali punti è necessaria ai fini della creazione del DEM (Digital Elevation Model) e quindi alla determinazione delle proprietà morfologiche del bacino (aree, pendenze, ecc.).

Vertici asta principale

L'asta principale rappresenta il corso d'acqua che ha origine nel punto di sorgente e termina nella sezione di chiusura del bacino; tutte le ramificazioni che confluiscono in essa sono considerate aste secondarie. I vertici dell'asta principale vanno immessi a partire dal punto di sorgente fino al punto di chiusura del bacino. Tali punti sono necessari alla determinazione del DEM e costituiscono un vincolo alla triangolazione, pertanto è impossibile procedere all'elaborazione se non sono stati inseriti. Al secondo livello dell'input numerico vanno definiti i vertici delle aste secondarie che confluiscono nell'asta principale.

Vertici aste secondarie

Il numero di aste secondarie da considerare viene definito in questa fase: il software considera in automatico la presenza di una sola asta secondaria, pertanto per aggiungerne altre occorre posizionarsi con il mouse su Asta 1, premere il pulsante destro del mouse e selezionare Nuova asta secondaria. Per eliminare un'asta procedere come sopra e selezionare il comando Elimina.

I punti che definiscono ogni singola asta secondaria vanno inseriti nella griglia (N, X, Y, Z, Nome) con numero d'ordine crescente e partendo dal punto di sorgente dell'asta fino a quello di confluenza.

Al terzo livello dell'input numerico sono definite le sezioni di chiusura.

Linea sezione

Ogni sezione di chiusura (ne possono essere presenti più di una) deve essere definita per punti (X, Y, Z) partendo dall'estremo sinistro e procedendo verso destra. L'immissione di più sezioni deve essere eseguita dal basso (chiusura del bacino) verso l'alto. In corrispondenza di ogni linea di sezione il programma eseguirà le verifiche idrauliche.

Hydrologic Risk considera in corrispondenza di ogni sezione di chiusura un sottobacino di alimentazione della stessa, le cui coordinate (linea di dislivello) vengono definite al livello successivo.

La linea di sezione deve essere tracciata con il mouse (Input grafico) sull'asta fluviale partendo con un click del mouse da sinistra, tenendo premuto il pulsante, verso destra. Il rilascio del pulsante del mouse definisce la larghezza della sezione e apre la finestra di lavoro in cui è visualizzata la sezione. Sulla destra dello schermo sono riportati i dati della sezione:

- **Tipologie:** in tale scheda sono riportate delle forme predefinite da poter assegnare alla sezione (circolare, rettangolare, trapezia, parabolica); per ogni forma prescelta sono richieste le dimensioni che definiscono l'esatta geometria della sezione (es.: il diametro, per la forma circolare; base e altezza, per la rettangolare; ecc.)
- **Dati sezione:** i dati inseriti nella scheda precedente sono visualizzati in questa scheda con la possibilità, da parte dell'utente, di modificarli. Sempre qui, è definito il contorno bagnato della sezione, tramite l'indicazione dei punti della sezione che sono bagnati dall'acqua. Il pulsante Genera sezione visualizza il livello dell'acqua nella stessa ed esegue i primi calcoli idraulici:
 1. Area: area della sezione liquida in m^2 .
 2. Contorno bagnato: perimetro della sezione liquida costituito dalle pareti solide della sezione (correnti a pelo libero) in m.
 3. Raggio idraulico: rapporto tra l'area della sezione liquida e il contorno bagnato in m.
 4. Altezza acqua sezione: altezza della sezione liquida in m.

Portate

La scheda delle portate visualizza le portate di massima piena calcolate secondo i metodi empirici ed analitici, per gli assegnati tempi di ritorno T (Dati generali); tali risultati vengono visualizzati nella fase successiva al calcolo (Menu Calcolo – Portata di massima piena) secondo i metodi empirici o razionali.

È consentito all'utente eseguire la verifica di ciascuna sezione, per ogni tempo di ritorno, assegnando dei valori personalizzati.

Al quarto livello si definiscono eventuali sottobacini presenti in quello principale.

3.4 Input Grafico

Come già anticipato (vedi Input Dati nel menù Input), l' immissione dei punti che definiscono il bacino e il suo reticolo fluviale può essere eseguita per via grafica con il mouse.

Il programma, per convenzione, consente l' inserimento dei dati per livelli di dettaglio crescenti, ossia, come primo passo vanno inseriti i vertici che definiscono il contorno del bacino, quindi quelli dei punti interni allo stesso e, infine, quelli dell' asta fluviale principale.

Vertici bacino

Per l' inserimento della linea di displuvio, scegliere il comando Seleziona Vertici bacino nel menù Input dati: così il programma permette all' utente, selezionando il comando Inserisci vertici, di inserire i punti con un click del mouse nell' area di lavoro; essi vanno, rigorosamente, inseriti in senso orario fino alla completa chiusura della linea di displuvio. Man mano che l' utente immette i punti, nella parte destra dello schermo sono visualizzate le coordinate immesse che possono essere modificate. Il comando Inserisci vertici è selezionabile anche dalla barra degli strumenti.

Modifica vertice

Il comando permette di modificare graficamente la posizione di un punto, posizionandosi su di esso e, tenendo premuto il pulsante sinistro del mouse, portandolo nella nuova posizione. Quando il cursore del mouse individua il punto scelto dall' utente, esso viene evidenziato anche nella griglia di punti visualizzati nell' area destra dello schermo. Il comando Modifica vertice è selezionabile anche dalla barra degli strumenti.

Cancella vertice

Consente di eliminare un punto. Posizionarsi sul punto da cancellare dopo aver selezionato il comando ed eseguire un click. La chiusura del comando va confermata con il tasto destro. Il comando Cancella vertice è selezionabile anche dalla barra degli strumenti.

Taglia

Il comando va usato quando si vuole inserire un ulteriore punto intermedio tra due già inseriti.

Aggiunta vertici quotati bacino

Per inserire graficamente punti interni al bacino è sufficiente selezionare il comando ed eseguire uno o più click del mouse nell' area di lavoro definita dalla linea di displuvio. Per ogni punto di dettaglio inserito, viene

aggiornata in automatico la griglia delle coordinate visualizzata sulla destra dello schermo. Va sottolineato che l'inserimento dei vertici quotati all'interno del bacino serve.

Cancella vertice quotato

Elimina un punto interno al bacino.

Sezione chiusura

La posizione e il numero di sezioni da verificare lungo il corso d'acqua vengono definiti tramite questo comando dell'Input Numerico. A partire dal basso (chiusura del bacino) si procede al tracciamento delle sezioni verso il punto più alto dell'asta fluviale (sorgente). Ogni sezione deve essere definita a partire da sinistra con un click del mouse e, tenendo premuto il pulsante, si procede verso destra fino al punto finale della stessa. Forma e dimensioni della sezione sono assegnabili graficamente o numericamente nella finestra di visualizzazione delle sezioni che si attiva con un doppio click del mouse sulla sezione corrispondente (vedi anche Input Numerico).

Cancella sezione di chiusura

Tale comando consente di eliminare una sezione di chiusura con un click del mouse sulla sezione da eliminare.

3.5 Importa Immagine

Nel menù Input dati selezionare il comando Importa immagine raster.

L'input del bacino e del reticolo idrico ad esso connesso può avvenire per via grafica attraverso l'importazione di un modello raster ottenuto con scansione di una cartografia cartacea.

Quando si seleziona il comando compare la finestra delle proprietà dell'immagine da importare e la scelta del percorso da cui importare il file. Questo, naturalmente, deve essere un file di immagini con estensione BMP o JPG (in genere questi ultimi sono preferibili): nella finestra di anteprima è visualizzato il file selezionato.

Parametri di calibrazione

I parametri di calibrazione consentono di riportare l'immagine in scala reale al fine di permettere la digitalizzazione delle coordinate.

Distanza misurata

Inserire la distanza misurata a video tra due punti dell' immagine importata. Il programma inizializza tale distanza ponendola pari ad 1, pertanto dopo l' importazione, l' utente dovrà misurare a video la distanza tra due punti e immettere tale valore nei parametri di calibrazione.

Distanza reale

Inserire la distanza reale in metri tra i due punti di cui sopra (distanza misurata). La conoscenza della distanza misurata a video e di quella reale, insieme alle dimensioni dell'immagine, consentirà al programma di definire il rapporto di scala tra pixel e punti.

Spigolo inferiore sinistro (X)

Ascissa dello spigolo inferiore sinistro dell' immagine, rispetto ad un sistema di riferimento locale a scelta dell'utente.

Spigolo inferiore sinistro (Y)

Ascissa dello spigolo inferiore sinistro dell' immagine, rispetto ad un sistema di riferimento locale a scelta dell'utente.

Larghezza originale

Inserire la larghezza, in scala reale, della scansione.

Altezza originale

Inserire l'altezza, in scala reale, della scansione.

Larghezza calcolata

Il programma visualizza, in funzione delle distanze inserite (misurata e reale) e delle dimensioni dell'area, la larghezza calcolata dell' immagine.

Altezza calcolata

Il programma visualizza, in funzione delle distanze inserite (misurata e reale) e delle dimensioni dell'area, l'altezza calcolata dell' immagine.

Per riportare il modello raster ad un modello a scala reale, generalmente, occorre ripetere la calibrazione più di una volta e in diverse direzioni.

Per tale operazione, selezionare l' immagine con il comando di Selezione e premere il pulsante destro del mouse: con tale sequenza è visualizzata la finestra delle proprietà dell' immagine.

4 Output

4.1 Verifiche idrologiche



4.1.1 Analisi idrografica e morfometrica

Per ogni bacino definito tramite l' Input Grafico o Numerico, il programma esegue, a triangolazione avvenuta, una serie di calcoli che caratterizzano il bacino dal punto di vista morfologico, restituendo le proprietà di rilievo (area, perimetro, altitudine media, pendenza media) e lineari (lunghezza asta fluviale, pendenza media, ecc.)

Bacino

Scorrendo la lista dei bacini definiti da ogni sezione di chiusura, sono visualizzate le seguenti proprietà:

Superficie

Restituisce la superficie del bacino in Km²; il bacino è definito dalla linea di displuvio e dalla linea in corrispondenza della sezione di chiusura idealmente prolungata, da entrambi i lati, fino ad intersecare la linea di displuvio.

Coordinate baricentro

Restituisce le coordinate X ed Y del baricentro del bacino rispetto al sistema di assi cartesiani visualizzato.

Perimetro

Perimetro del bacino in Km.

Altitudine (Max, Med, Min)

Visualizza l' altitudine massima, media e minima del bacino. L' altitudine media può essere calcolata con la media pesata delle quote o tramite la curva ipsografica, a scelta dell'utente nei Dati generali del menu Input dati.

Larghezza Massima

Larghezza del bacino in corrispondenza della massima ampiezza planimetrica.

Pendenza media

Pendenza media del bacino calcolata.

Fattore di forma

Densità di drenaggio

Massimo ordine

Aste fluviali

In corrispondenza del bacino visualizzato vengono riportati i calcoli relativi alle proprietà lineari dello stesso:

Lunghezza asta principale

Riporta la lunghezza dell' asta fluviale relativa al bacino in esame, ossia quella che ha origine nel punto di sorgente del bacino e che termina nel punto della sezione di chiusura.

Quota su sezione di chiusura

Visualizza la quota di fondo alveo della sezione di chiusura.

Pendenza media asta principale

Riporta la pendenza media dell' asta fluviale calcolata con la media delle pendenze di ogni singolo tratto.

Tempo di corrivazione

Visualizza il tempo di corrivazione del bacino in esame calcolato secondo uno dei metodi scelti dall' utente in Dati generali del menu Input dati.

4.1.2 Coefficiente di deflusso Kennessey

Come è noto, non tutto il volume di acqua che precipita in un bacino contribuisce alla formazione delle portate in un fiume, torrente o qualsivoglia corpo idrico. Solo la parte che non viene assorbita dal terreno determina il volume di afflusso: naturalmente, tale quantità d'acqua dipende da fattori inerenti la morfologia del bacino, la sua permeabilità, la copertura vegetale, ecc.

Esistono diversi metodi che portano alla determinazione del **coefficiente di deflusso**, ossia il rapporto tra la quantità di deflusso e la quantità di afflusso, riferiti ad una determinata sezione di chiusura.

Il programma Hydrologic Risk, utilizza il metodo di **Kennessey**, applicabile soprattutto a piccoli bacini, per la determinazione di tale importante parametro.

Il suo valore è determinato dalla somma tre indici legati, rispettivamente, all'acclività topografica media del bacino (C_a), alla sua copertura vegetale (C_v) e alla permeabilità media dello stesso (C_p).

Generalmente, una maggiore **acclività media** contribuisce ad un aumento del deflusso, a discapito dell'infiltrazione nel terreno e dell'evapotraspirazione.

La presenza, invece, di una fitta copertura vegetale ostacola il deflusso superficiale rallentandolo e favorendo, quindi, l'infiltrazione. A questo si aggiunga, inoltre, l'acqua dispersa per traspirazione dalle piante.

Una maggiore **permeabilità** aumenta chiaramente la quantità di acqua che s'infiltra nel terreno, riducendo, pertanto, il deflusso superficiale.

Ai tre fattori sopra menzionati, occorre aggiungere altresì quello climatico della zona in esame: infatti, il coefficiente di deflusso (o runoff) è fortemente influenzato dalla distribuzione degli eventi meteorici nell'arco dell'anno, piuttosto che dai valori delle precipitazioni e della temperatura. Generalmente, massime precipitazioni associate a temperature elevate comportano una maggiore evapotraspirazione, con conseguente diminuzione del deflusso superficiale; diversamente, massime precipitazioni associate a temperature basse contribuiscono ad un maggiore deflusso.

Per tenere in conto il fattore climatico viene definito **un indice di aridità**
 I_a :

$$I_a = \frac{P}{T + 10} + \frac{12p}{t}$$

dove:

- P** = afflusso medio mensile;
- T** = temperatura media annua;
- p** = afflusso del mese più arido;
- t** = temperatura del mese più arido.

Con il **metodo di Kennessey** si individuano tre intervalli di valori del coefficiente I_a relativamente ad ogni fattore (C_a , C_v , C_p):

Indice di aridità I_a	$I_a < 25$	$25 \leq I_a \leq 40$	$I_a > 40$
Permeabilità (C_p)	Coefficienti		
Molto bassa	0.21	0.26	0.30
Bassa	0.17	0.21	0.25
Mediocre	0.12	0.16	0.20
Buona	0.06	0.08	0.10
Elevata	0.03	0.04	0.05
Acclività (C_a)	Coefficienti		
> 35%	0.22	0.26	0.30
35% , 10%	0.12	0.16	0.20
10% , 3.5%	0.01	0.03	0.05
< 3.5%	0.00	0.01	0.03
Vegetazione (C_v)	Coefficienti		
Roccia nuda	0.26	0.28	0.30
Pascolo	0.17	0.21	0.25
Terra coltivata	0.07	0.11	0.15
Bosco	0.03	0.04	0.05

In funzione dell' indice di aridità dell' area, viene valutato il contributo di ogni singolo fattore (acclività, permeabilità e vegetazione) valutando la loro distribuzione sull' intera area del bacino. Ossia per ogni porzione di area del bacino (percentuale dell' area totale) si moltiplica il coefficiente relativo ad ogni fattore per l' area (percentuale): ogni singolo fattore sarà dato dalla somma dei prodotti come sopra specificato.

Il coefficiente di deflusso medio annuo sarà ottenuto dalla somma dei coefficienti di deflusso parziali C_a , C_v , C_p .

Di seguito si riporta l' esempio di calcolo per il coefficiente di deflusso parziale legato alla permeabilità C_p :

Area bacino = 25 Km² con indice di aridità < 25

Distribuiti come segue:

- 5 Km² sono costituiti da terreno con elevata permeabilità (20% dell'area totale);
- 10 Km² sono costituiti da terreno con mediocre permeabilità (40% dell'area totale);
- 10 Km² sono costituiti da terreno con permeabilità molto bassa (40% dell'area totale).

Calcolo del coefficiente di deflusso C_p :

- 0.03 (coefficiente per permeabilità elevata) $\times 0.20 = 0.0060$
- 0.12 (coefficiente per permeabilità mediocre) $\times 0.40 = 0.0480$
- 0.21 (coefficiente per permeabilità molto bassa) $\times 0.40 = 0.0840$

$$C_p = 0.0060 + 0.0480 + 0.0840 = 0.570$$

Procedimento analogo deve essere seguito per la determinazione degli altri due coefficienti di deflusso C_a e C_v .

4.1.3 Bilancio idrologico

Il bilancio ideologico di un bacino è il pareggio delle acque in afflusso e di quelle in deflusso.

Rimane noto che l'acqua percorre un ciclo chiuso che comprende la fase di evaporazione, precipitazione (pioggia, neve, ecc), infiltrazione nel terreno (in parte) e ruscellamento verso il mare, da cui il ciclo riprende.

L' espressione generica del bilancio ideologico è rappresentata nella seguente forma:

$$P = EV + R + I$$

dove:

P = precipitazioni.

EV = evapotraspirazione.

R = ruscellamento.

I = infiltrazione.

Dati generali

Ubicazione bacino

Scegliere tra le due opzioni di bacino montano o bacino pianeggiante.

Area bacino

Il programma calcola la superficie del bacino in automatico, dopo l'input dello stesso, tuttavia consente di immettere un valore differente da quello calcolato.

Piovosità media annua

Questo dato viene letto dal software dalla finestra dei Dati generali in menù Input dati.

Temperatura media annua

Questo dato viene letto dal software dalla finestra dei Dati generali in menù Input dati.

Calcolo Evapotraspirazione Reale

Hydrologic Risk esegue il calcolo della ETR, secondo la formula di Keller o di Turc, come altezza d'acqua in mm.

o **Keller:**

▪ $E_{tr} = 0.058 \cdot P_a + 405$ [mm] (valida per bacini montuosi)

▪ $E_{tr} = 0.116 \cdot P_a + 460$ [mm] (valida per i bacini pianeggianti)

Dove P_a = Piovosità annua in mm

o **Turc:**

▪ $E_{tr} = P \cdot [0.9 + (P^2/L^2)]^{1/2}$ [mm] se $P/L > 0.316$

Dove

o $L = 300 + 25 \cdot T + 0.05 \cdot T^3$

o T = Temperatura media annua [°C]

- P = Altezza annua di pioggia [mm]
- $E_{tr} = P$ se $P/L < 0.316$

Afflussi

Precipitazioni meteoriche

Inserire la percentuale di afflussi (volume di acqua in m^3) dovuta alle precipitazioni.

Apporti dai bacini adiacenti

Quantificare in % gli apporti idrici provenienti da altri bacini.

Immissioni

Inserire il volume di acqua (come percentuale degli afflussi totali) che deriva dagli scarichi civili, industriali, ecc.

Infiltrazioni superficiali secondarie

Apporti da falde adiacenti

Deflussi

Evapotraspirazione reale ETR

Prelievo da pozzi

Deflussi verso altri bacini

Emergenze presenti (sorgenti)

Ruscellamento in superficie

Deflussi verso falde adiacenti

Variazione immagazzinamento riserve idriche

4.1.4 Legge di pioggia

Nell'ambito dei bacini di interesse, il Servizio Idrografico, le regioni o altri enti preposti, rilevano i dati degli afflussi meteorici tramite delle stazioni di misura dislocate sul territorio. Tali rilevazioni sono riportate negli annali ideologici.

L'elaborazione dei dati raccolti consiste nella determinazione della legge di pioggia per un considerato tempo di ritorno, ossia si tratta di trovare la relazione tra l'altezza di pioggia h e il tempo t (durate). In genere, affinché un'elaborazione sia attendibile devono essere disponibili i dati relativi ad un periodo piuttosto lungo (almeno 20 – 30 anni).

Tutte le leggi di pioggia hanno una forma del tipo:

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

dove a ed n sono delle costanti che variano in funzione del tempo di ritorno e sono determinate caso per caso.

Distribuzione di Gumbel

L'elaborazione statistico-probabilistica più nota dei dati pluviometrici è sicuramente quella di **Gumbel**, con la quale viene espressa la probabilità di non superamento del valore di h per una durata prefissata. Essa viene riprodotta con la seguente formulazione:

$$P(h) = e^{-e^{-k_1(h-k_2)}}$$

dove, per una durata prefissata:

P(h) = probabilità di non superamento del valore h ; il complemento ad 1 di P ($1-P$) rappresenta la probabilità di superamento.

k1 e **k2** = parametri della distribuzione.

Per la stima dei parametri k_1 e k_2 si applica il metodo dei momenti e si ottengono i seguenti valori:

$$k_1 = 1.283/s$$

$$k_2 = M - 0.450 \cdot s$$

dove **M** è la media degli eventi ed **s** è lo scarto quadratico medio.
Poiché il tempo di ritorno T_r rappresenta l' inverso della probabilità di superamento (1-P), esso si può esprimere come:

$$T_r = 1/(1-P)$$

Quindi la probabilità in funzione del tempo di ritorno assume la seguente espressione:

$$h = k_2 - \frac{1}{k_1} \ln \left[- \ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right]$$

4.2 Verifiche idrauliche



4.2.1 Portata metodi empirici

Con i metodi empirici la stima della portata di massima piena prescinde dall'adozione di una legge di distribuzione delle probabilità dei massimi annuali delle portate al colmo e i diversi autori, di volta in volta, danno formulazioni che differiscono nel senso che può essere una portata non superabile o che può essere superata, ma solo raramente.

Formula di Forti

Forti propose due formulazioni per il calcolo della portata specifica, o **contributo unitario di piena** in $m^3/sec Km^2$,

valide per: piogge di circa 400 mm in 24 h $Area < 1000 \text{ km}^2$, piogge tra 200-250 mm in 24 h e $Area < 1000 \text{ km}^2$

$$q_{\max} = 3.25 \frac{500}{A + 125} + 1$$

$$q_{\max} = 2.35 \frac{500}{A + 125} + 0.5$$

Formula di De Marchi (1939)

Valida per bacini con superficie inferiore a 150 Km^2 , con precipitazione massima nelle 24 ore dell'ordine di 400 mm, il coefficiente udometrico è dato da:

$$q_{\max} = 6 \frac{500}{A + 125} + 5$$

Formula di Pagliaro (1936)

Valida per bacini con superficie compresa tra 20 e 1000 Km^2 , la portata di massima piena specifica è data da:

$$q_{\max} = \frac{2900}{90 + A}$$

dove **A** è la superficie del bacino e la portata è quella specifica, ossia per unità di superficie del bacino, quindi espressa in $\text{m}^3/\text{sec Km}^2$.

Formula di Scimeni (1928)

Valida per bacini con superficie inferiore a 1000 Km^2 , la portata di massima piena specifica è data da:

$$F57 * (1 + 600 / (F57 + 10))$$

dove **A** è la superficie del bacino e la portata è quella specifica, ossia per unità di superficie del bacino, quindi espressa in m³/sec Km².

Formula di Giandotti (1940)

Valida per bacini con superficie inferiore a 1000 Km², la portata specifica è:

$$q_{\max} = \frac{532.50}{A + 16.20} + 5$$

4.2.2 Portata metodo analitico

Nel **Metodo Razionale** la valutazione della portata di massima piena avviene in corrispondenza di un assegnato tempo di ritorno T_r .

$$Q_T = c \cdot h \cdot A \cdot \frac{k}{t_c}$$

con Q_T portata in m³/sec, dove:

A = superficie scolante [Km²];

h = altezza di pioggia che cade in un tempo pari a quello di corrivazione [mm];

t_c = tempo di corrivazione [ore];

c = coefficiente di deflusso;

k = fattore che tiene conto della non uniformità delle unità di misura.

4.2.2.1 TCEV

4.2.2.1.1 Presentazione

L'applicazione rende possibile l'esecuzione di elaborazioni probabilistiche in campo idrologico.

I modelli probabilistici utilizzati sono la distribuzione dei valori estremi o di Gumbel e il modello a doppia componente (Two Component Extreme Value - TCEV).

Il programma si occupa della stima dei parametri delle distribuzioni trattate, nonché della determinazione di tempi di ritorno e grandezze idrologiche corrispondenti.

Per quanto riguarda la stima dei parametri della distribuzione probabilistica di Gumbel sono presi in considerazione sia il metodo dei momenti che il metodo della massima verosimiglianza.

Per il modello a doppia componente la stima dei parametri è eseguita sia ricorrendo ai dati della serie storica nel punto di interesse (stima puntuale), sia utilizzando l'informazione fornita dalle serie disponibili nella regione in cui si trova il punto di interesse (stima regionale e stima mista).

In definitiva il programma consente la determinazione dei parametri della distribuzione probabilistica TCEV o della distribuzione di Gumbel e il successivo calcolo dei valori della grandezza idrologica a partire dai tempi di ritorno o il calcolo inverso (tempi di ritorno corrispondenti a determinati valori delle grandezze idrologiche)

4.2.2.1.2 Teoria e definizioni

Le principali definizioni riguardanti l'analisi probabilistica di grandezze idrologiche con riferimento al modello TCEV sono riportate di seguito:

Stima puntuale

Stima x_T del valore assunto da una grandezza idrologica in corrispondenza di un assegnato periodo di ritorno sulla base della serie campionaria della variabile x nel punto di interesse.

Stima regionale

Stima x_T del valore assunto da una grandezza idrologica in corrispondenza di un assegnato periodo di ritorno utilizzando l'informazione fornita dalle serie storiche disponibili nella regione in cui si trova il punto di interesse.

Stima mista

Stima x_T del valore assunto da una grandezza idrologica in corrispondenza di un assegnato periodo di ritorno ottenuta combinando l'informazione puntuale e quella regionale.

Modello probabilistico TCEV (two component extreme value) (1)

Il modello a doppia componente TCEV ipotizza che i valori estremi di una grandezza idrologica (portata, pioggia) facciano parte di due differenti popolazioni legate a differenti fenomeni meteorologici.

Alla base di questa ipotesi c'è il fatto che molte serie di massimi annuali presentano uno o più valori nettamente maggiori degli altri e tali da sembrare non provenienti dalla stessa popolazione degli altri dati.

L'espressione della CDF della distribuzione TCEV è data da

$$F_x(x) = \exp \left[-\Lambda_1 \exp \left(-\frac{x}{\mathcal{G}_1} \right) - \Lambda_2 \exp \left(-\frac{x}{\mathcal{G}_2} \right) \right]; \quad x \geq 0$$

Nell'espressione precedente si sono indicati con il pedice 1 i parametri riguardanti la "componente base" e con il pedice 2 i parametri relativi alla "componente straordinaria".

I parametri Λ_1 e Λ_2 rappresentano il numero medio annuo di eventi indipendenti delle due componenti, mentre γ_1 e γ_2 esprimono il loro valore medio annuo.

La distribuzione TCEV equivale al prodotto di due distribuzioni di Gumbel, con la quale viene a coincidere se si pone $\Lambda_2=0$.

Riferendosi alla variabile standardizzata:

$$y = \frac{x}{\mathcal{G}_1} - \ln \Lambda_1$$

si ha che la CDF di y è data da:

$$F_y(y) = \exp \left[-\exp(-y) - \Lambda_* \exp \left(-\frac{y}{\mathcal{G}_*} \right) \right]$$

avendo posto:

$$\mathcal{G}_* = \frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1} \quad \text{e} \quad \Lambda_* = \frac{\Lambda_2}{\Lambda_1^{1/\mathcal{G}_*}}$$

La media della distribuzione TCEV è data dall'espressione:

$$\mu = \mathcal{G}_1 (\ln \Lambda_1 + \gamma_e) - \mathcal{G}_1 \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda_*^j}{j!} \Gamma \left(\frac{j}{\mathcal{G}_*} \right)$$

con $\gamma_e=0,5772$, costante di Eulero. Con il simbolo Γ si è indicata la funzione gamma:

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} x^{t-1} e^{-t} dt$$

Il coefficiente di variazione teorico dipende da Λ_1 , Λ_* e ϑ_* ed è quindi indipendente da ϑ_1 .

Il coefficiente di asimmetria teorico dipende da Λ_* e ϑ_* ed è quindi indipendente da Λ_1 e ϑ_1 .

Distribuzione probabilistica TCEV: Modelli regionali

Il modello TCEV consente di costruire un modello regionale articolato in una struttura gerarchica.

Infatti si può assumere che esistano delle regioni in cui è costante il solo coefficiente di asimmetria e quindi siano costanti i parametri Λ_* e ϑ_* e delle sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante pure il coefficiente di variazione e, quindi, il parametro Λ_1 .

Il primo livello di regionalizzazione consiste nell'individuare zone omogenee (ZO) nelle quali si può assumere che il coefficiente di asimmetria teorico delle serie dei massimi annuali sia costante. I parametri Λ_* e ϑ_* possono essere stimati utilizzando tutte le serie storiche disponibili nella zona, riducendo in modo consistente l'incertezza della stima.

Al secondo livello di regionalizzazione si individuano delle sottozone omogenee (SZO), con estensione minore rispetto alle precedenti, nelle quali oltre al coefficiente di asimmetria risulta costante anche il coefficiente di variazione. In una sottozona risultano quindi costanti i tre parametri Λ_1 , Λ_* e ϑ_* . Λ_1 può quindi essere stimato in base a tutte le serie storiche ricadenti nella sottozona.

In una sottozona rimane costante la CDF di x/m . Infatti dall'espressione della CDF della TCEV, introducendo i parametri Λ_* e ϑ_* si ha:

$$F_x(x) = \exp \left[-\Lambda_1 \exp \left(-\frac{x}{\vartheta_1} \right) - \Lambda_* \Lambda_1^{\vartheta_*} \exp \left(-\frac{x}{\vartheta_1 \vartheta_*} \right) \right]$$

poiché si può scrivere:

$$\frac{x}{\vartheta_1} = \frac{x}{\mu} \cdot \frac{\mu}{\vartheta_1}$$

e cioè:

$$\frac{x}{\vartheta_1} = x' \cdot \eta$$

avendo posto

$$x' = \frac{x}{\mu}$$

e

$$\eta = \frac{\mu}{\vartheta_1} = \ln \Lambda_1 + \gamma_e - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda_*^j}{j!} \Gamma \left(\frac{j}{\vartheta_*} \right) = f(\Lambda_1, \Lambda_*, \vartheta_*)$$

si ottiene:

$$F_x(x') = \exp\left[-\Lambda_1 \exp(-\eta x') - \Lambda_* \Lambda_1^{\eta_*} \exp\left(-\frac{\eta x'}{\eta_*}\right)\right]$$

alla quale si dà il nome di curva di crescita.

Al terzo livello di regionalizzazione si individuano all'interno della sottozona omogenea le relazioni che intercorrono tra m e le caratteristiche fisiche o climatiche dei bacini.

In definitiva la stima x_T di una grandezza idrologica ad un prefissato tempo di ritorno può essere effettuata, in base al modello TCEV, in quattro modi diversi:

- a) Al livello di regionalizzazione zero, in cui tutti i parametri del modello sono stimati dalla singola serie
- b) Al livello di regionalizzazione uno, in cui i parametri Λ_* e η_* sono stimati a livello regionale e Λ_1 e η_1 dalla singola serie
- c) Al livello di regionalizzazione due, in cui i parametri Λ_* , η_* e Λ_1 sono stimati a livello regionale e η_1 dalla singola serie
- d) Al livello di regionalizzazione tre, in cui tutti i parametri sono stimati con tecniche di analisi regionale

4.2.2.1.3 Caratteristiche

La schermata principale dell'applicazione, con tutti gli elementi che ne compongono l'interfaccia, è riportata nella seguente figura.

La finestra è suddivisa in due sezioni.

La parte di sinistra consente di stabilire il metodo per la stima dei parametri o determinarne la loro immissione diretta.

La sezione di destra è composta da quattro schede distinte relative, rispettivamente, alla definizione della serie storica posta a base dei calcoli, allo stato delle elaborazioni, ai calcoli conseguenti alla stima dei parametri e alla determinazione delle portate di progetto per ogni tempo di ritorno.

TCEV VAPI

Analisi statistiche regionali T.C.E.V.
 La funzione $F(x)$ prende il nome di Curva di crescita regionale e consente di valutare nelle zone omogenee l'andamento delle portate di massima piena.

$$F_x(x) = \exp \left[-\Lambda_1 \exp \left(-\frac{x}{g_1} \right) - \Lambda_2 \exp \left(-\frac{x}{g_2} \right) \right]$$

Tipo di stima

TCEV Livello 3 TCEV Livello 1
 TCEV Livello 2 TCEV Livello 0

Parametri

Zona: Bacino del Po dal Taro al Panaro

Descrizione: Bacino del Po dal Taro al Panaro

Lambda*: 0.8502291

Teta*: 2.069361

Lambda1: 11.70124

Teta1: 7.251207

Lambda2: 2.790934

Teta2: 15.00536

Osservazioni Elaborazione Funzione Portata di progetto

Osservazione Nr.	Valore
1	13
2	40
3	29
4	9
5	39.6
6	28.2
7	25.8
8	29
9	30
10	60
11	17
12	31
13	14.6
14	38

Pulsante destro del mouse per attivare il menu di scelta rapida

Ok Annulla ?

4.2.2.1.4 Stima dei parametri

Il modello utilizzato è la distribuzione a doppia componente il modello a doppia componente (Two Component Extreme Value - TCEV). La [stima dei parametri](#)^[47] è eseguita sia ricorrendo ai dati della serie storica nel punto di interesse (stima puntuale), sia utilizzando l'informazione fornita dalle serie disponibili nella regione in cui si trova il punto di interesse (stima regionale e stima mista).

4.2.2.1.4.1 Modello TCEV

Il modello a doppia componente prevede la possibilità di effettuare la stima dei parametri sia ricorrendo ai dati della serie storica nel punto di interesse (stima puntuale), sia utilizzando l'informazione fornita dalle serie disponibili nella regione in cui si trova il punto di interesse (stima regionale). Oltre ai casi estrani descritti si può eseguire una stima mista, che combina l'informazione regionale con i dati relativi alla serie storica nel punto di interesse.

In definitiva è possibile effettuare la stima dei parametri a differenti livelli di regionalizzazione, come indicato nell'elenco seguente:

- livello di [regionalizzazione zero](#)^[48], in cui tutti i parametri del modello sono stimati dalla singola serie (stima puntuale)
- livello di [regionalizzazione uno](#)^[49], in cui i parametri L^* e J^* sono stimati a livello regionale e $L1$ e $J1$ dalla singola serie (stima mista)
- livello di [regionalizzazione due](#)^[50], in cui i parametri L^* , J^* e $L1$ sono stimati a livello regionale e $J1$ dalla singola serie (stima mista)
- livello di [regionalizzazione tre](#)^[52], in cui tutti i parametri sono stimati con tecniche di analisi regionale (stima regionale)

La stima dei parametri della distribuzione TCEV al livello di regionalizzazione zero richiede la presenza di una serie campionaria nel punto di interesse. Per conoscere in dettaglio le funzionalità legate alla gestione delle serie leggere la sezione relativa alle [serie storiche](#)⁵⁵.

Per procedere al calcolo dei parametri occorre inserire i valori della serie nella scheda Osservazioni: tali valori possono essere anche importati da un file di testo (*.txt). Per l'importazione da file posizionarsi sulla prima cella, premere il tasto destro del mouse e selezionare il comando Apri dal menu a tendina che compare, quindi scegliere il file dei dati da importare. Il file di testo deve essere strutturato dalla serie disposta per righe (ogni osservazione su una riga).

I dati della serie possono essere anche importati tramite i comandi Copia ed Incolla, attivabili sempre con il tasto destro del mouse.

La stima dei parametri viene avviata dopo avere premuto il pulsante Calcolo della scheda Elaborazione (Fig 1).

Nella scheda Funzione sono riportati i risultati della stima che, nello specifico, sono i tempi di ritorno, il valore della variabile X con distribuzione di probabilità $F(X)$ e il fattore di crescita. In questo livello il Valore rappresenta la portata di progetto.

Statistica serie	
Dimensione serie	57
Minimo	9
Massimo	90
Media	31.17
Dev. Standard	15.4
Coef. Variazione	0.49
Coef. Asimmetria	1.51

Stato elaborazione	
Numero di iterazioni	22
Approssimazione	-4.63707

Calcolo...

Fig (1)

Tempo ritorno	Valore	Fattore di crescita
PRELIEVO ACQUE	74.26	2.38
PRELIEVO ACQUE	84.58	2.71
PREL. ACQUE	94.94	3.04
PREL. ACQUE	108.67	3.49

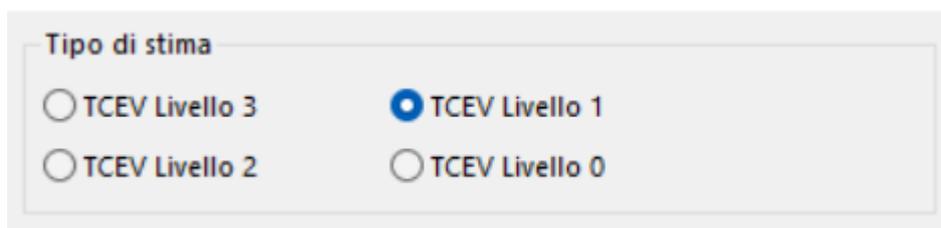
Fig (2)

Tutti i calcoli che richiedono metodi iterativi per giungere alla soluzione, informano l'utente circa il procedere della ricerca mediante il riquadro sullo stato dell'elaborazione. Nel riquadro viene indicato il numero di iterazioni

eseguite dal programma per raggiungere la convergenza (Valore) e l'approssimazione, ossia la differenza tra la soluzione trovata e quella del ciclo precedente.

La stima dei parametri della distribuzione TCEV al primo livello di regionalizzazione richiede la presenza di una serie campionaria nel punto di interesse. Per conoscere in dettaglio le funzionalità legate alla gestione delle serie leggere la sezione relativa alle [serie storiche](#)⁵⁵.

Per procedere al calcolo dei parametri si seleziona il pulsante di opzione TCEV Livello 1 all'interno del gruppo denominato Tipo stima e si immettono i parametri Λ_* e τ_* validi per la zona omogenea nella quale ricade il punto di interesse nel riquadro Parametri posti nella sezione di sinistra della finestra dell'applicazione.



Tipo di stima

TCEV Livello 3 TCEV Livello 1

TCEV Livello 2 TCEV Livello 0

Parametri	
Zona	Calabria jonica
Descrizione	Calabria jonica
Lambda*	0.35
Teta*	2.65
Lambda1	3.05
Teta1	7.251207
Lambda2	2.790934
Teta2	15.00536

La stima dei parametri viene avviata dopo avere premuto il pulsante Calcolo della scheda Elaborazione.

Nella scheda Funzione sono riportati i risultati della stima che, nello specifico, sono i tempi di ritorno, il valore della variabile X con distribuzione di probabilità $F(X)$ e il fattore di crescita. In questo livello il Valore rappresenta la portata corrispondente all'assegnato tempo di ritorno T .

Tutti i calcoli che richiedono metodi iterativi per giungere alla soluzione informano l'utente circa il procedere della ricerca mediante la finestra sullo [stato dell'elaborazione](#)^[56].

La stima dei parametri della distribuzione TCEV al secondo livello di regionalizzazione richiede la presenza di una serie campionaria nel punto di interesse. Per conoscere in dettaglio le funzionalità legate alla gestione delle serie leggere la sezione relativa alle [serie storiche](#)^[55].

Per procedere al calcolo dei parametri si seleziona il pulsante di opzione TCEV Livello 2 all'interno del gruppo denominato Tipo stima e si immettono i parametri Λ_* , θ_* e Λ_1 validi per la zona e sottozona omogenea nella quale ricade il punto di interesse nel riquadro Parametri posti nella sezione di sinistra della finestra dell'applicazione.

TCEV VAPI

Analisi statistiche regionali T.C.E.V.
 La funzione $F(x)$ prende il nome di Curva di crescita regionale e consente di valutare nelle zone omogenee l'andamento delle portate di massima piena.

$$F_x(x) = \exp\left[-\Lambda_1 \exp\left(-\frac{\lambda}{S}\right)\right]$$

Tipo di stima

TCEV Livello 3 TCEV Livello 1
 TCEV Livello 2 TCEV Livello 0

Parametri

Zona: Calabria centrale

Descrizione: Calabria centrale

Lambda*: 0.35

Teta*: 2.65

Lambda1: 5.52

Teta1: 13.2357436668135

Lambda2: 0.53311718741296

Teta2: 35.074721979314

Osservazioni | **Elaborazione** | **Fun**

Statistica serie

Dimensione serie

Minimo

Massimo

Media

Dev. Standard

Coef. Variazione

Coef. Asimmetria

Stato elaborazione

Numero di iterazioni

Approssimazione

Ok Anr

La stima dei parametri viene avviata dopo avere premuto il pulsante Calcolo della scheda Elaborazione.

Nella scheda Funzione sono riportati i risultati della stima che, nello specifico, sono i tempi di ritorno, il valore della variabile X con distribuzione di probabilità $F(X)$ e il fattore di crescita. In questo livello il Valore rappresenta la portata corrispondente all'assegnato tempo di ritorno T .

Tutti i calcoli che richiedono metodi iterativi per giungere alla soluzione informano l'utente circa il procedere della ricerca mediante la finestra sullo [stato dell'elaborazione](#)^[56].

La stima dei parametri della distribuzione TCEV al terzo livello di regionalizzazione avviene ricorrendo all'informazione regionale e pertanto non necessita di alcuna serie storica.

Per procedere al calcolo dei parametri occorre selezionare l'opzione TCEV Livello 3 all'interno del gruppo denominato Tipo stima e si immettono i parametri Λ_* , λ_* e Λ_1 validi per la zona e sottozona omogenea nella quale ricade il punto di interesse.

Inoltre, poichè al terzo livello di regionalizzazione sono note le relazioni che intercorrono tra la media m della grandezza idrologica e le caratteristiche fisiche o climatiche dei bacini, è necessario immettere la stima del valore medio, ricavato mediante la relazione valida per l'area dove ricade il punto di interesse.

TCEV VAPI

Analisi statistiche regionali T.C.E.V.

La funzione $F(x)$ prende il nome di Curva di crescita regionale e consente di valutare nelle zone omogenee l'andamento delle portate di massima piena.

$$F_x(x) = \exp \left[-\Lambda_1 \exp \left(-\frac{x}{\theta_1} \right) - \Lambda_2 \right]$$

Tipo di stima

TCEV Livello 3 TCEV Livello 1
 TCEV Livello 2 TCEV Livello 0

Parametri

Zona: Calabra jonica

Descrizione: Calabra jonica

Lambda*: 0.35
Teta*: 2.65
Lambda1: 3.05
Teta1: 49.016045
Lambda2: 0.5331171
Teta2: 129.89252604

Osservazioni Elaborazione Funzione P

Sezioni di chiusura

- Senza nome
- Bacino..(SEZ. 1)

Tr. [anni]	Area [Km ²]	Fatt. di crescita X't	Portat Indice [m ³ /s]
50	19.9208	2.3800	100.00
100	19.9208	2.7100	100.00
200	19.9208	3.0400	100.00
500	19.9208	3.4900	100.00

La stima dei parametri viene avviata dopo avere premuto il pulsante Calcolo della scheda Elaborazione.

Nella scheda Funzione sono riportati i risultati della stima che, nello specifico, sono i tempi di ritorno, il valore della variabile X con distribuzione di probabilità $F(X)$ e il fattore di crescita.

In questo livello la portata di progetto corrispondente al tempo di ritorno T viene determinata come prodotto tra il Fattore di crescita e la portata indice.

Per sottozone pluviometriche omogenee dove i parametri Λ_1 , Λ_* , θ_* sono costanti, la variabile X viene sostituita da una variabile X' ottenuta come segue:

$$X' = \frac{X}{\mu}$$

con μ portata indice, normalmente posta alla X media.

Pertanto per la stima di X_T , si fissa un valore di T e si determina la $F_{X'}(X')$ con la relazione:

$$F_{X'}(X') = 1 - \frac{1}{T}$$

quindi si procede alla stima di X'_T (fattore di crescita).

Per la stima della portata indice μ si può ricorrere alla media aritmetica dei valori osservati di X , oppure, in mancanza di dati, si ricorre alle relazioni interpolari ricavate per ogni regione e zona omogenea con la generica espressione:

$$m(Q) = \bar{X} = c_1 \times A^{c_2}$$

con A area del bacino e c_1 e c_2 parametri delle varie zone di ogni regione.

Con i valori ottenuti, si determina:

$$X_T = X'_T \cdot \bar{X}$$

4.2.2.1.5 Immissione diretta

L'applicazione offre la possibilità di immettere direttamente i parametri della distribuzione, se si è in possesso di una stima già effettuata in precedenza.

Successivamente all'immissione dei parametri si può procedere ai calcoli che riguardano le distribuzioni.

4.2.2.1.6 Serie storiche

Le funzionalità che permettono di operare con le serie storiche sono raccolte nella prima scheda della sezione di destra dell'applicazione (Osservazioni).

TCEV VAPI ✕

Analisi statistiche regionali T.C.E.V.
 La funzione $F(x)$ prende il nome di Curva di crescita regionale e consente di valutare nelle zone omogenee l'andamento delle portate di massima piena.

$$F_x(x) = \exp \left[-\Lambda_1 \exp \left(-\frac{x}{\theta_1} \right) - \Lambda_2 \exp \left(-\frac{x}{\theta_2} \right) \right]$$

Tipo di stima

TCEV Livello 3 TCEV Livello 1
 TCEV Livello 2 TCEV Livello 0

Parametri

Zona: Calabra jonica
 Descrizione: Calabra jonica

Lambda*: 0.35
 Teta*: 2.65
 Lambda1: 3.05
 Teta1: 7.251207
 Lambda2: 2.790934
 Teta2: 15.00536

Osservazioni | Elaborazione | Funzione | Portata di progetto

Osservazione Nr.	Valore
1	13
2	40
3	29
4	9
5	39.6
6	28.2
7	25.8
8	29
9	30
10	60
11	17
12	31
13	14.6
14	38

Pulsante destro del mouse per attivare il menu di scelta rapida

Ok Annulla ?

L'applicazione è in grado di leggere i dati contenuti all'interno di file di testo che, per essere visibili all'interno della finestra di apertura dei file, devono avere estensione .txt.

I dati che compongono la serie devono essere disposti uno per riga e possono avere come separatore decimale sia il punto che la virgola. Non sono ammessi altri separatori oltre quello decimale.

La serie caricata in memoria riporta una serie di statistiche riguardanti il campione: valore minimo, massimo, medio, scarto quadratico medio, coefficienti di variazione e di asimmetria della serie.

4.2.2.1.7 Stato elaborazione

In questa finestra è mostrato il risultato delle elaborazioni effettuate. Durante lo svolgimento di calcoli iterativi che richiedono tempo la finestra mostra una serie di informazioni riguardanti l'andamento delle elaborazioni e l'approssimarsi della soluzione.

The screenshot shows a software window titled 'Elaborazione' (highlighted with a red box). The window has four tabs: 'Osservazioni', 'Elaborazione', 'Funzione', and 'Portata di progetto'. The 'Elaborazione' tab is active and contains two sections: 'Statistica serie' and 'Stato elaborazione'. The 'Statistica serie' section lists several statistical measures with their corresponding values in input fields. The 'Stato elaborazione' section shows the number of iterations and the current approximation value. At the bottom right of the window is a 'Calcolo...' button, and at the very bottom are 'Ok', 'Annulla', and '?' buttons.

Statistica serie	
Dimensione serie	57
Minimo	9
Massimo	90
Media	31.17
Dev. Standard	15.4
Coef. Variazione	0.49
Coef. Asimmetria	1.51

Stato elaborazione	
Numero di iterazioni	22
Approssimazione	-4.637078

Il significato delle informazioni contenute nella finestra è riportato di seguito:

Approssimazione: fornisce indicazione circa la vicinanza alla soluzione per la funzione corrente.

Iterazioni: fornisce il numero di iterazioni eseguite per la funzione corrente.

4.2.2.1.8 Condizioni di errore

Le condizioni di errore che possono verificarsi possono dipendere da diversi fattori come, ad esempio, l'input incompleto, la non convergenza nella ricerca della soluzione con metodi iterativi, parametri con compresi nei limiti stabiliti, ecc.

Le condizioni di errore e gli altri stati nei quali ci si può trovare durante un'elaborazione sono elencati di seguito:

- Parametri non definiti: uno o più parametri richiesti non sono presenti o contengono valori errati
- Argomento fuori dai limiti: uno o più parametri richiesti contengono valori oltre i limiti consentiti
- Numero massimo iterazioni raggiunto: è stato raggiunto il numero massimo di iterazioni consentite
- Calcolo annullato dall'utente: l'elaborazione è stata interrotta dall'utente
- Calcolo in corso: l'elaborazione è attualmente in corso e può essere interrotta dall'utente
- Errore generico: si è verificato un errore non definito
- Calcolo completato con successo: l'elaborazione è stata portata a termine correttamente

Un'altra condizione di errore che si verifica di frequente si ha quando si avvia una stima che richiede la presenza di una serie campionaria ma non è presente in memoria nessuna serie.

4.2.3 Idrogramma di piena

Oltre al valore della portata al colmo, può essere utile conoscere l'andamento della portata, nella sezione di riferimento, in funzione del tempo (**Idrogramma di Piena**).

La costruzione di tale grafico viene ottenuta con il metodo proposto da **Nash**:

$$Q(m \times \Delta t) = S_b \cdot \frac{\sum_{i=1}^m e^{-i\Delta t/k}}{k \cdot \Gamma(n)} \cdot (i \cdot \Delta t/k)^{n-1} \cdot h_{m-i+1} \Delta t$$

dove:

- Q(m·Δt)** = portata all'istante m·Δt, con m variabile da 1 ad N;
- N** = numero massimo di intervalli di tempo considerati;
- Δt** = intervallo temporale di calcolo (1 ora);
- m** = numero degli intervalli;
- Γ(n)** = funzione gamma;
- S_b** = area del bacino [Km²];
- h_{m-i+1}** = afflusso efficace [mm] nell'intervallo (m-i+1);
- k, n** = coefficienti caratteristici del bacino.

Per la stima dei coefficienti k ed n sono disponibili diverse correlazioni, delle quali il programma usa:

Nash (1960)

n e k sono ricavati attraverso la determinazione dei parametri m₁ ed m₂ dopo aver posto:

$$m_1 = n \cdot k$$

$$m_2 = \frac{n \cdot k^2}{m_1^2}$$

con:

in cui:

A = area del bacino espressa in miglia quadrate;

L = lunghezza del corso d'acqua prolungato fino allo spartiacque in miglia;
 i_b = pendenza media del bacino in parti per 10000.

Mc Sparran (1968)

Mc Sparran pone:

$$n = 4.1 \cdot \frac{t_p}{k_1}$$

$$k = \frac{t_p}{n - 1}$$

con:

$$t_p = 5.52 \cdot A^{0.208} \cdot i^{-0.447}$$

$$k_1 = 3.34 \cdot A^{0.297} \cdot i^{-0.354}$$

in cui:

A = area del bacino espressa in miglia quadrate;

i = pendenza media del corso d'acqua in parti per mille.

4.2.4 Moto uniforme

La verifica idraulica della sezione in condizioni di moto uniforme può essere ragionevolmente condotta nei canali artificiali, nei quali la forma della sezione è sufficientemente regolare e non sono presenti perturbazioni tali da formare a monte e/o a valle della stessa dei profili di rigurgito.

Nel caso di moto uniforme si ha che la pendenza del pelo libero e la cadente della linea dei carichi specifici sono uguali alla pendenza dell'alveo.

Le equazioni che descrivono il moto uniforme sono quindi:

$$Q = \text{cost}$$
$$\frac{dH}{dx} = i_f$$

dove:

- Q** = portata;
- H** = carico totale della corrente [m];
- i_f** = pendenza fondo alveo.

In moto uniforme, la velocità media della corrente è legata alle caratteristiche dell'alveo (pendenza, scabrezza, forma) e della corrente (profondità, area sezione liquida, raggio idraulico) e di norma si esprime a mezzo della **formula di Chézy**:

$$V_0 = C \cdot \sqrt{R_0 \cdot i_f}$$

nella quale la cedente i_h della linea dei carichi è posta pari alla pendenza dell'alveo i_f , R_0 è il raggio idraulico e C il coefficiente di scabrezza (Strickler, Bazin Kutter, ecc.).

In particolare, l'espressione di Strickler per il coefficiente di scabrezza è:

$$C = c \cdot R^{1/6}$$

nella quale:

- c** = indice di scabrezza;
- R** = raggio idraulico.

Il problema della verifica della sezione è quello di garantire che la portata di progetto (portata di massima piena) passi all'interno della sezione considerata.

Il programma, dopo aver determinato la portata in condizioni di moto uniforme, calcola l'altezza raggiunta dal livello liquido nella sezione per le portate assegnate (relative ad ogni tempo di ritorno).

Generando il grafico dell'energia, in corrispondenza della portata assegnata dall'utente, il programma visualizza il grafico con le caratteristiche energetiche della corrente nella sezione e i valori della velocità e dell'altezza critiche.

A riguardo, si ricorda che l'energia della corrente nella sezione è espressa nella forma:

$$E = h + \frac{\alpha V^2}{2g}$$

con **E** misurata a partire dalla quota di fondo alveo.

Il suo caratteristico andamento asintotico, per h tendente a zero e per **h** tendente all'infinito, consente di definire nel suo punto di minimo il valore **k** dell'altezza critica della corrente di assegnata portata Q .

Vale la pena di ricordare, inoltre, che in corrispondenza dello stato critico la corrente passa da veloce, con altezza $h < h_{crit}$, a lenta, con $h > h_{crit}$.

Dicesi, quindi, altezza critica di una corrente a pelo libero di assegnata portata Q , quell'altezza k per cui risulta minima l'energia specifica E rispetto al fondo dell'alveo.

4.2.5 Moto permanente

Il moto permanente gradualmente variato è quello che si verifica in una corrente a pelo libero con variazioni graduali della sezione. Naturalmente la condizione di continuità impone che la portata rimanga costante, mentre velocità e sezione variano gradualmente lungo l'asse s della corrente.

Si consideri una corrente in moto permanente con piccola pendenza e portata Q costante. Isolando un tronco d'alveo di lunghezza ds (con s ascissa misurata a partire da un'origine arbitraria, in direzione orizzontale e verso coincidente con quello del moto) il fondo si abbassa di $if ds$ e la linea dei carichi totali di Jds , avendo indicato con J la cadente.

Da semplici considerazioni geometriche si ha:

L'espressione b), in cui per semplicità i è stato posto pari ad i , indica chiaramente che l'energia specifica totale rispetto al fondo, aumenta per l'abbassamento del fondo stesso e diminuisce per effetto delle resistenze. Sostituendo ai differenziali gli incrementi finiti, la b) diventa:

$$\Delta S = \frac{\Delta E}{i - J}$$

Poiché la E risulta funzione di s tramite l'altezza h , si ha:

$$\frac{dh}{ds} = \frac{i - J}{\frac{dE}{dh}} \quad c)$$

Dall'andamento della E in funzione di h , sappiamo che la E decresce al crescere di h ($dE/dh < 0$) per le correnti veloci ($h < k$), ed è crescente ($dE/dh > 0$) per le correnti lente ($h > k$); in corrispondenza dello stato critico $dE/dh = 0$.

Infine, accettando per la perdita di carico J la seguente espressione:

$$J = \frac{V^2}{C^2 \cdot R} = \frac{Q^2}{C^2 \cdot R \cdot A^2}$$

si ricava che la J è tanto più piccola quanto maggiore è h , dato che tutti i termini del denominatore crescono con h , e si può concludere che il numeratore della c) risulta positivo ($i > J$) per altezze d'acqua superiori a quelle di moto uniforme ($h > h_0$), negativo per altezze d'acqua inferiori a quelle di moto uniforme ($h < h_0$).

Le considerazioni fatte finora sono alla base di quello che sarà il possibile andamento dei profili dell'acqua: osserviamo in generale che, quando l'altezza dell'acqua si accosta a quella di moto uniforme, la dh/ds tende a zero, ossia il profilo tende a disporsi parallelo al fondo e quindi a quello di moto uniforme.

Per contro, quando l'altezza si avvicina al valore critico k , la dE/dh tende ad annullarsi e pertanto il profilo tende a disporsi perpendicolarmente al fondo.

I profili di moto permanente sono dunque descritti analiticamente dall'espressione b), pertanto definiti a meno di una costante arbitraria da determinare fissando in una sezione l'altezza $h = h^*$.

Tale condizione va ricercata in corrispondenza di una causa perturbatrice che provoca, in una sezione, un'altezza h diversa da quella di moto uniforme; si ricorda a tale proposito che la casusa perturbatrice può esercitare la sua influenza verso monte solo se la corrente è lenta (o lo diventa), può esercitarla verso valle soltanto se la corrente è veloce (o lo diventa per sua causa).

Tutto ciò porta a stabilire che la condizione al contorno per risolvere l'equazione del profilo, e quindi il punto di partenza del tracciamento, va ricercata a valle se la corrente è lenta, a monte se la corrente è veloce.

In tale sezione dovrà quindi ritenersi nota l'altezza h^* determinata dalla causa perturbatrice e quindi sarà noto il dislivello $h^* - h_0$ rispetto al moto uniforme.

4.2.6 Mappa esondazione

Nel Menù Calcolo sono riportati i comandi relativi alla fase di determinazione del bilancio ideologico del bacino, delle portate di massima piena per ogni sezione, di verifica in condizioni di moto uniforme e permanente e quello di visualizzazione della sezione dell'alveo (profilo longitudinale).

Analisi idrografica e morfometrica (vedi Analisi idrografica e morfometrica nel menù Output)

Per ogni bacino definito da una sezione di chiusura vengono eseguiti i calcoli che definiscono le proprietà morfometriche del bacino e il suo tempo di corrivazione. In questa fase il programma esegue anche i calcoli corrispondenti ad ogni sottobacino generato in automatico in funzione della posizione di ogni sezione di chiusura.

Dopo l'esecuzione di questo comando, è possibile eseguire le modifiche corrispondenti ad ogni sottobacino dal pannello di controllo situato sulla destra dell'area di lavoro. Per ogni sezione di chiusura, con il comando Modifica vertici bacino, è consentito dare la forma desiderata ad ogni sottobacino. Nella fase successiva occorre rieseguire il calcolo.

Triangolazione

La triangolazione viene eseguita in automatico dal programma per l'analisi morfometrica ed idrografica, ma selezionando tale comando è possibile visualizzare il tridimensionale del bacino ed, eventualmente, stamparlo tramite il preview attivabile con il pulsante destro del mouse.

Coefficiente di deflusso Kennessey (vedi Coefficiente di deflusso Kennessey nel menù Output)

Esegue il calcolo del coefficiente di deflusso con Kennessey. Per la determinazione di tale parametro, indispensabile per eseguire il passo successivo del bilancio ideologico, sono necessari alcuni dati tra i quali:

- **piovosità**: espressa in mm di pioggia, per la determinazione degli afflussi P;
- **temperatura media**: temperatura media per ogni mese;
- **temperatura massima**: temperatura massima per ogni mese;
- **temperatura minima**: temperatura minima.

Per dati inseriti, Hydrogeologic Risk, ricava l'indice di aridità Ia, da cui, in funzione del calcolo delle percentuali di superficie che definiscono le distribuzioni vegetali, delle acclività e della permeabilità, si ottengono i coefficienti parziali di deflusso e quello totale.

Bilancio idrologico del bacino (vedi Bilancio idrologico nel menù Output)

In questa finestra sono richiesti i dati relativi agli afflussi e ai deflussi nel bacino principale.

Legge di pioggia (vedi Legge di pioggia nel menù Output)

In questa finestra vengono elaborati i dati delle piogge di durata 1 – 3 – 6 – 12 – 24 ore per diversi anni, al fine di arrivare a definire la legge di pioggia del bacino in esame. Il programma, per ogni tempo di ritorno assegnato dall'utente nei Dati generali del menu Input Dati, esegue il calcolo delle altezze di pioggia massima e critica in corrispondenza di ogni durata (1, 3, 6, 12, 24 ore) e di ogni Tr.

I dati di pioggia rilevati da una stazione pluviometrica possono essere digitati direttamente nella griglia delle durate o copiate da un file ed incollate.

Il programma elabora i dati inseriti statisticamente, adottando la distribuzione di probabilità di Gumbel, di cui restituisce i parametri media, scarto quadratico medio, k... ed m.

Nella scheda Graph è riportato il grafico della Curva di Possibilità Pluviometrica con scala semilogaritmica o logaritmica (x ed y): premendo il pulsante destro del mouse è possibile copiare il grafico negli appunti ed incollarlo come immagine bitmap o esportare i valori da incollare in un foglio di calcolo per le successive elaborazioni desiderate dall'utente.

La scheda Stampa consente di inviare alla stampante di sistema i dati di input ed i risultati dell'elaborazione.

Portata di massima piena Metodi Empirici (vedi Portata metodi empirici nel menù Output)

In corrispondenza di ogni sezione di chiusura viene calcolata la portata di massima piena con i metodi empirici. Occorre selezionare l'autore desiderato ed il programma visualizza il valore della portata in m^3/sec quello della portata specifica, per unità di superficie del bacino, in $m^3/sec Km^2$.

Portata di massima piena Metodi Analitico o Razionale (vedi Portata metodi analitico nel menù Output)

Per gli assegnati tempi di ritorno, il programma esegue il calcolo della portata di massima piena in corrispondenza della sezione di chiusura specificata. Scorrendo le varie sezioni, corrispondenti ai vari sottobacini, il Hydrogeologic Risk esegue la valutazione della portata dopo aver premuto il pulsante Analisi portate. La restituzione dei risultati è differente a seconda se nei Dati Generali è stata scelta l'opzione Metodo Razionale (o Analitico) o TCEV.

Idrogramma di piena (vedi Idrogramma di piena nel menù Output)

Per ogni tempo di ritorno assegnato dall'utente, il programma ricostruisce l'Idrogramma di Piena con il metodo di Nash. Nella finestra vengono visualizzati, relativamente ad ogni sezione di chiusura scelta, i parametri della funzione k ed n , caratteristici del bacino e calcolati secondo Nash o Mc Sparran, e i parametri a ed n della legge di pioggia (per ogni Tr). Il passo di calcolo, in ore, e il tempo massimo [ore] sono definiti dall'utente e, ad ogni loro cambiamento, deve essere premuto il pulsante Ricalcola.

Il grafico visualizzato può essere copiato negli appunti per poi incollarlo come immagine bitmap premendo il pulsante destro del mouse e scegliendo il comando Copia grafico dal menu a tendina visualizzato. Per esportare i valori corrispondenti ad ogni curva si può scegliere il comando Copia formato dallo stesso menu.

Verifica idraulica moto uniforme (vedi Moto uniforme nel menù Output)

Per ogni sezione di chiusura selezionata il programma esegue la verifica in condizioni di moto uniforme. La definizione delle sezioni di verifica (sezioni di chiusura) è antecedente a questa fase, pertanto, dopo aver eseguito l'Analisi Idrografica e Morfometrica e determinato la portata di massima

piena (metodi empirici o analitico), ogni sezione deve essere definita nella forma e nei parametri di scabrezza. La generazione della sezione è ottenuta selezionando il comando Sezione di chiusura del menu Input Dati (o barra degli strumenti) ed eseguendo un click del mouse sulla linea di sezione precedentemente assegnata.

Condizioni moto permanente

Nella finestra visualizzata con la selezione di questo comando l'utente, per ogni tempo di ritorno assegnato, impone le condizioni per l'analisi in moto permanente. Relativamente alla scheda Condizioni di valle, si assegna l'altezza della sezione liquida nella sezione estrema di valle (sezione di chiusura del bacino); nella scheda Condizioni di monte, si assegna l'altezza della sezione liquida nella sezione estrema di monte (sorgente). Le condizioni appena definite servono al programma, fissato il passo di scansione tra una sezione e la successiva, per il calcolo del carico totale e della quota del pelo libero nelle sezioni successive.

Note che sono la geometria e la portata della sezione di partenza (condizioni di valle o di monte), che indicheremo come sezione i , il programma calcola la cadente J ed il carico totale, quindi, con il passo di scansione assegnato, si calcolano per differenti valori di h (nell'intorno della h assegnata) le stesse grandezze (cadente e carico).

Successivamente, il programma valuta la perdita di carico tra la sezione di partenza i e la successiva $(i+1)$ e ricava, per interpolazione dei valori trovati per differenti altezze h , l'altezza della sezione liquida nella sezione $(i+1)$. Per l'altezza ricavata h_{i+1} , il programma riesegue il calcolo della cadente J e ottiene il valore medio della cadente (media tra la cadente in i e quella in $i+1$), da cui ricava la perdita di carico tra le due sezioni e l'altezza del carico totale. A questo punto il programma ricava l'altezza h_{i+1} interpolando tra i valori precedentemente trovati con passo di scansione fissato.

Verifica idraulica moto permanente (vedi Moto permanente nel menù Output)

In corrispondenza di ogni sezione di chiusura viene calcolata, per un'assegnata portata di verifica, l'altezza della sezione liquida come descritto al passo precedente. Il calcolo può essere eseguito per portate relative a diversi tempi di ritorno. Condizione necessaria alla convergenza del calcolo è che la portata di verifica per ogni sezione sia costante. A calcolo eseguito, il programma avrà determinato, per ogni sezione l'altezza h , stabilendo per ogni tronco se trattasi di un alveo a forte o a debole pendenza e, quindi, se la corrente che si muove in quel tratto è lenta o veloce.

Mappa esondazione

Il comando esegue la visualizzazione dell'area esondata relativamente ad ogni periodo di ritorno. La mappa di esondazione è visibile solo dopo aver eseguito il calcolo di verifica delle sezioni in condizioni di moto permanente. Quanto è riportato a video è stampabile, in scala, tramite la selezione del comando di anteprima di stampa.

Vista sezione alveo

Visualizza la sezione longitudinale dell'alveo con le altezze del profilo dell'acqua determinato in condizioni di moto permanente tronco per tronco. Per riportare lo schermo alla visualizzazione del bacino basta deselegionare il comando.

Blocca/Sblocca dati

Comando che blocca o sblocca i dati di input e/o output.

5 Importazione da GeoStru Maps e Trispace

Importazione di bacini idrografici da GeoStru Maps.

L'applicazione GeoStru Maps raggiungibile su <https://geoapp.geostru.eu/> consente di creare il modello digitale del terreno in una zona d'interesse individuabile tramite un box di selezione costituito da 4 punti (vertici di un rettangolo).

Il file ASCII generato da SRTM contiene le coordinate x,y,z , separate da ";", dei punti ricadenti nella zona in esame.

Il file ASCII può essere elaborato con programmi dedicati, come TRISPACE, per ottenere piani quotati, curve di livello, sezioni, ecc.

TRISPACE consente di importare il file elaborato da **GeoStru Maps**, con il comando Importa file dati, nel menu Dati.

Il file importato contiene solo le coordinate dei punti: l'individuazione del bacino dovrà essere effettuata manualmente.

Come individuare il bacino con Trispace.

TRISPACE consente di leggere, altresì, in modo diretto i files SRTM: dal menu *Apri* selezionare, nel filtro delle aperture, il file .srtm.

Procedura:

Eseguire la triangolazione e tracciare i vettori di pendenza dal menu *Elabora*, vettori di pendenza.

Sulla base dei vettori di pendenza, con lo strumento poligono tracciare il poligono che individua il bacino in senso orario.

Con lo strumento polilinea tracciare l'asta fluviale principale, da monte verso valle: questa impostazione è rilevante per stabilire la direzione del flusso dell'acqua in Hydrologic Risk.

Dal menu *Elabora*, selezionare il comando crea bacino idrografico: verrà creato un file in formato ASCII da importare in Hydrologik.

Il file generato deve essere importato in ***HYDROLOGIC RISK*** dal menu *File*, importa file dati: il risultato dell'importazione è rappresentato dal bacino idrologico con l'asta fluviale.

6 Bibliografia

Manuale di Ingegneria Civile
Vol. 1 – Zanichelli/Esac.

Idrogeologia – Principi e metodi
G. Castany.

Rischio idraulico ed idrogeologico
A.M. Caivano – EPC Libri.

La sistemazione dei bacini idrografici
V. Ferro – McGraw-Hill.

Idraulica
D. Citrini G. Nosedà
Casa Editrice Ambrosiana.

Versace P., Ferrari E., Gabriele S., Rossi F. - Valutazione delle piene in Calabria, C.N.R. - I.R.P.I., dicembre 1989

7 Geoapp

Geoapp: la più grande suite del web per calcoli online

Gli applicativi presenti in [Geostru Geoapp](#) sono stati realizzati a supporto del professionista per la soluzione di molteplici casi professionali. Geoapp comprende oltre 70 [applicazioni](#) per: Ingegneria, Geologia, Geofisica, Idrologia e Idraulica.

La maggior parte delle applicazioni sono gratuite, altre necessitano di una sottoscrizione (subscription) mensile o annuale.

Perchè si consiglia la subscription?

Perchè una subscription consente di:

- usare applicazioni professionali ovunque e su qualunque dispositivo;
- salvare i file in cloud e sul proprio PC;
- riaprire i file per elaborazioni successive;
- servizi di stampa delle relazioni ed elaborati grafici;
- notifica sull'uscita di nuove applicazioni ed inclusione automatica nel proprio abbonamento;
- disponibilità di versioni sempre aggiornate;
- servizio di assistenza tramite Ticket.

7.1 Sezione Geoapp

Generale ed Ingegneria, Geotecnica e Geologia

Tra le applicazioni presenti, una vasta gamma può essere utilizzata per **Hydrologic Risk**. A tale scopo si consigliano i seguenti applicativi:

- [Georisk](#)
- [Invarianza idraulica](#)
- [Trasporto solido fluviale](#)
- [Curva caratteristica](#)
- [Perdite di carico condotte in pressione](#)

- [Prova Gilg-Gavard](#)
- [Prova Lugeon](#)
- [Prove in pozzetto](#)
- [Tempo di corrivazione](#)
- [Trasporto solido fluviale](#)
- [Stati limite idraulici a lungo termine](#)
- [Prova di Haefli](#)
- [Perdite di carico condotte in pressione](#)
- [Calcolo intersse trincee drenanti](#)
- [Debris flow](#)
- [Calcolo Rialzo idraulico](#)
- [Calcolo a protezione alveo fluviale](#)
- [Calcolo moto uniforme](#)

8 Contatti



Web: www.geostru.eu^[59]

Consulti in nostro sito **WEB** www.geostru.eu^[59] per aver una panoramica completa dei contatti e delle sedi