

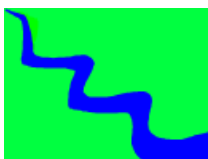
# **RUWA**

*acqua territorio energia*

## *Modellistica Idrologica e Idraulica*

### *Software HEC Principali funzionalità*

*HEC-HMS\* – HEC-RAS\*  
GeoHMS e GeoRAS*

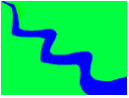


**RUWA**  
*acqua territorio energia*  
Via Carlo Pisacane 25/F  
88063 Catanzaro  
tel/fax 0961 33381 - cel. 334 7090356  
[www.ruwa.it](http://www.ruwa.it) - [info@ruwa.it](mailto:info@ruwa.it) - P.I. 02723670796



**US Army Corps  
of Engineers**  
Hydrologic Engineering Center

*\* Descrizione software aggiornata alle nuove versioni di HEC-HMS (V.3.1) e di HEC-RAS (V.4.0) di dicembre 2006.*



## Programmi per la modellistica idrologica e idraulica

- [Descrizione](#)
- [La modellazione idrologica del bacino idrografico \(HEC-HMS e Geo-HMS\)](#) **NEW**
- [La modellazione idraulica del reticolo idrografico \(HEC-RAS e Geo-RAS\)](#) **NEW**
- [La gestione dei dati in formato DSS \(applicativi vari\)](#)

### Descrizione

I software *HEC*, sviluppati da “*Hydrologic Engineering Center*” del *US Army Corps of Engineers* presso cui la società Ruwa è accreditata per la distribuzione e l'assistenza dei software oggetto della formazione, permettono di affrontare e risolvere una serie di problematiche che riguardano l'ingegneria idraulica.

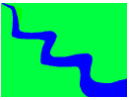
Tra i software *HEC* quelli più diffusi sono *HMS* e *RAS*. Il primo (*HEC-HMS*) è specifico per la modellazione idrologica dei bacini idrografici e quindi per la determinazione delle portate di piena attese in determinate sezioni del bacino in funzione dei tempi di ritorno considerati. Il secondo software (*HEC-RAS*) serve invece per simulare la propagazione dell'onda di piena lungo il reticolo idraulico e determinare quindi l'altezza che il livello idrico raggiunge nelle varie sezioni evidenziando quindi possibili criticità del reticolo stesso e permettendo infine di perimetrare le aree allagabili con diversi tempi di ritorno.

Altri software *HEC* reperibili sempre gratuitamente sul sito ufficiale HEC sono:

- *HEC-RESSim*: deriva da HEC-5 e serve per modellare il funzionamento di un sistema composto da più serbatoi, simulando varie manovre con differenti condizioni al contorno;
- *HEC-FDA*: utilizza le elaborazioni fatte in HEC-RAS e i dati relativi agli elementi vulnerabili per valutare l'entità dei danni previsti in funzione dei diversi tempi di ritorno;
- *HEC-SPP*: **NEW** (Statistical Software Package) un nuovo programma HEC appositamente concepito per svolgere elaborazioni statistiche.
- *HEC-RPT*: **NEW** (Regime Prescription Tool), programma di visualizzazione e condivisioni dati idro-meteorologici in tempo reale.

I software *HEC* sono caratterizzati da un buon rapporto tra costo d'investimento e prestazioni. Essi sono infatti reperibili gratuitamente sul sito internet del “*Hydrologic Engineering Center*” del *US Army Corps of Engineers* per cui il solo costo d'investimento è relativo alla formazione del personale preposto al loro utilizzo. Allo stesso tempo si tratta di programmi molto completi che permettono di effettuare modellazioni anche molto complesse sia in moto permanente che in moto vario. Sempre gratuitamente sono inoltre disponibili appositi moduli che permettono di interfacciare tali programmi con i dati territoriali contenuti in un *GIS*.

Un altro importante vantaggio legato ai software *HEC* è legato al notevole e continuo sviluppo che “*Hydrologic Engineering Center*” riserva a tali programmi, nuove e più aggiornate versioni sono



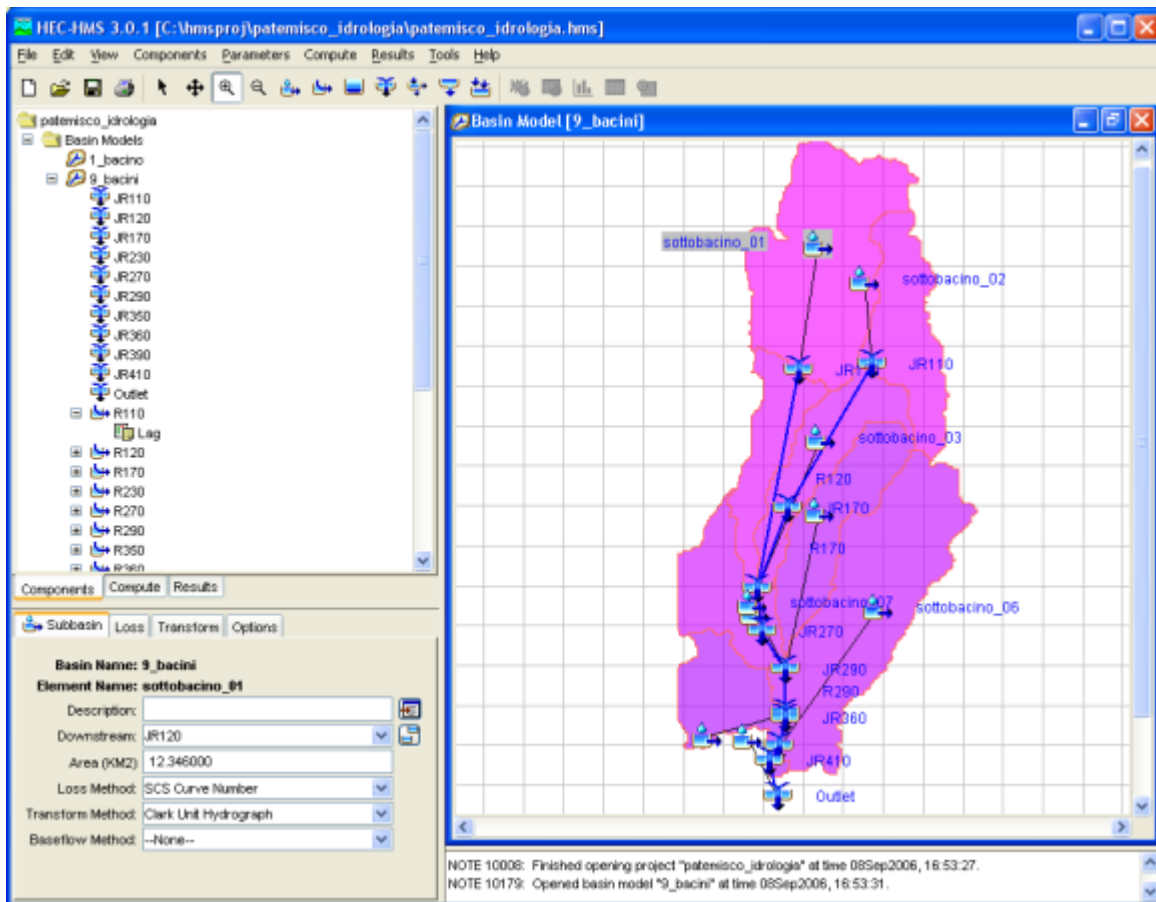
infatti prodotte ogni anno. Questi motivi sono alla base del notevole sviluppo che l'utilizzo di tali software ha conosciuto negli ultimi anni in Italia.

### *La modellazione idrologica del bacino idrografico (HEC-HMS e Geo-HMS)*

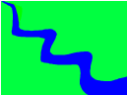


NEW

Il software **HEC-HMS** permette di simulare la risposta di un bacino idrografico investito da un evento meteorico di caratteristiche note. Il funzionamento del programma è stato testato in varie zone geografiche ed è risultato utile per schematizzare una grande serie di situazioni che si possono trovare in natura; sia riferiti a grandi bacini idrografici che a piccole aree urbane o naturali. Gli idrogrammi calcolati dal programma possono essere utilizzati, anche in combinazione con altri software, per studiare problemi diversi come per esempio la disponibilità della risorsa idrica, il drenaggio urbano, la previsione delle piene, l'impatto dello sviluppo delle aree urbane, il progetto degli sfioratori di piena nelle dighe, la mitigazione del rischio idraulico, ecc..



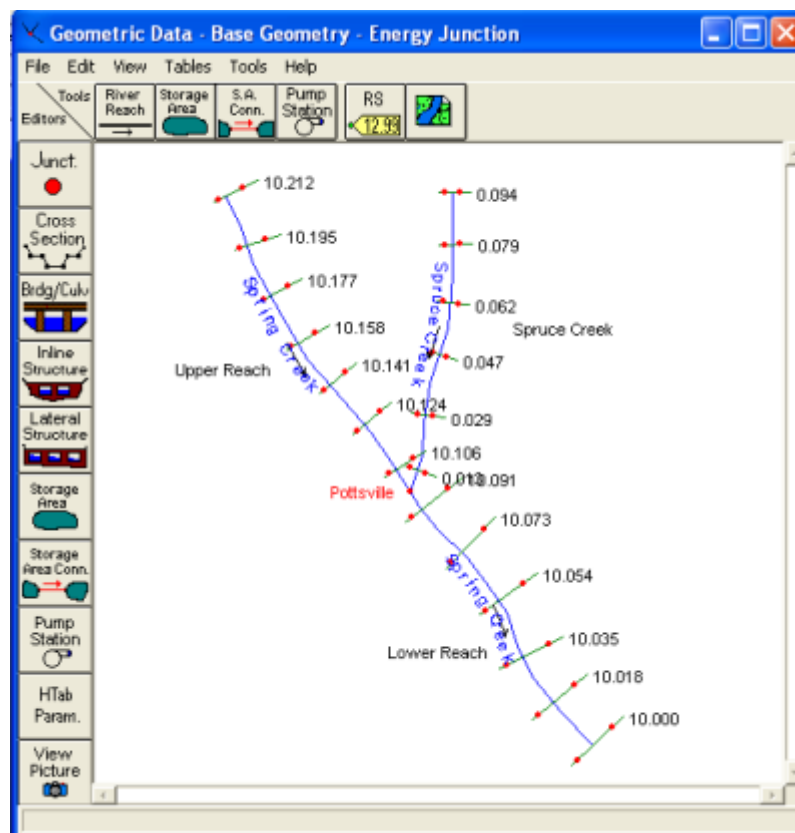
Il programma è caratterizzato da un ambiente di lavoro integrato e completo di: database, utility per l'inserimento e la modifica dei dati, un motore di calcolo e un sistema di visualizzazione dei risultati. Tutte le componenti sono accessibili tramite un interfaccia grafica molto funzionale. Il software **Geo-HMS** è un'estensione del programma ArcView (Esri) e permette di elaborare le informazioni territoriali disponibili (Carta Tecnica Regionale, modello digitale del terreno, uso del suolo, geologia, litologia, ecc.) all'interno di un GIS al fine di estrarne i dati necessari per la modellazione idrologica all'interno di HEC HMS.



NEW

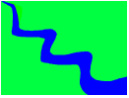
### La modellazione idraulica del reticolo idrografico (HEC-RAS e Geo-RAS)

Il software **HEC-RAS** è un sistema integrato predisposto per un uso interattivo tramite un interfaccia grafica che permette di accedere alle altre componenti quali l'analisi idraulica, l'archiviazione e la gestione dei dati e la visualizzazione dei risultati. Il sistema dispone di tre componenti principali per la modellazione idraulica secondo lo schema monodimensionale destinate rispettivamente al regime di moto permanente, vario e ad quello con fondo mobile. Le tre componenti sono comunque strettamente interconnesse, utilizzano infatti gli stessi dati geometrici. E' inoltre possibile effettuare alcuni tipi di verifiche idrauliche quali quella di erosione alle pile di un ponte.



Per le modellazioni idrauliche di corsi d'acqua in regime di moto vario oltre al classico schema monodimensionale è possibile anche l'utilizzo di uno schema quasi-bidimensionale che prevede l'utilizzo di celle d'accumulo poste ai lati del corso d'acqua. Tramite l'utilizzo di alcuni elementi specifici è inoltre possibile simulare l'effetto provocato sulla corrente dalla presenza di strutture in alveo e restringimenti di sezione, sia che si tratti di opere idrauliche che di attraversamenti viari e/o ferroviari.

Di conseguenza è possibile ottimizzare le caratteristiche dell'opera da eseguire affinché si inserisca nel miglior modo nel contesto idraulico del tratto di corso d'acqua interessato dall'intervento o, qualora richiesto, può essere possibile individuare le aree soggette a diversa probabilità di esondazione. Il programma in ogni caso permette di realizzare verifiche idrauliche nelle varie

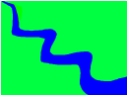


situazioni in cui viene richiesto di includere in un progetto uno studio idraulico completo. Il software **Geo-RAS** è un'estensione del programma ArcView (Esri) e permette di elaborare le informazioni territoriali disponibili all'interno di un GIS al fine di estrarne i dati necessari per la modellazione idraulica all'interno di HEC RAS, quali le sezioni trasversali e le caratteristiche delle aree allagabili schematizzabili come celle d'accumulo. Al termine della modellazione idraulica l'applicativo permette inoltre di importare i risultati ottenuti all'interno di un GIS in modo da procedere alla perimetrazione delle aree allagabili in maniera automatica.

### ***La gestione dei dati in formato DSS (applicativi vari)***

Per gestire in maniera completa gli archivi in formato DSS, alcuni applicativi (DSSUTL, HecDssVue, HEC-DSS M.E. Data Exchange Add-In., ecc.) sono stati sviluppati dalla HEC, in particolare essi permettono di estrarre, modificare ed inserire serie di dati negli archivi in formato Data Storage System (DSS) e di rappresentarli in forma grafica e/o tabellare.

### **Programma di corsi di formazione**

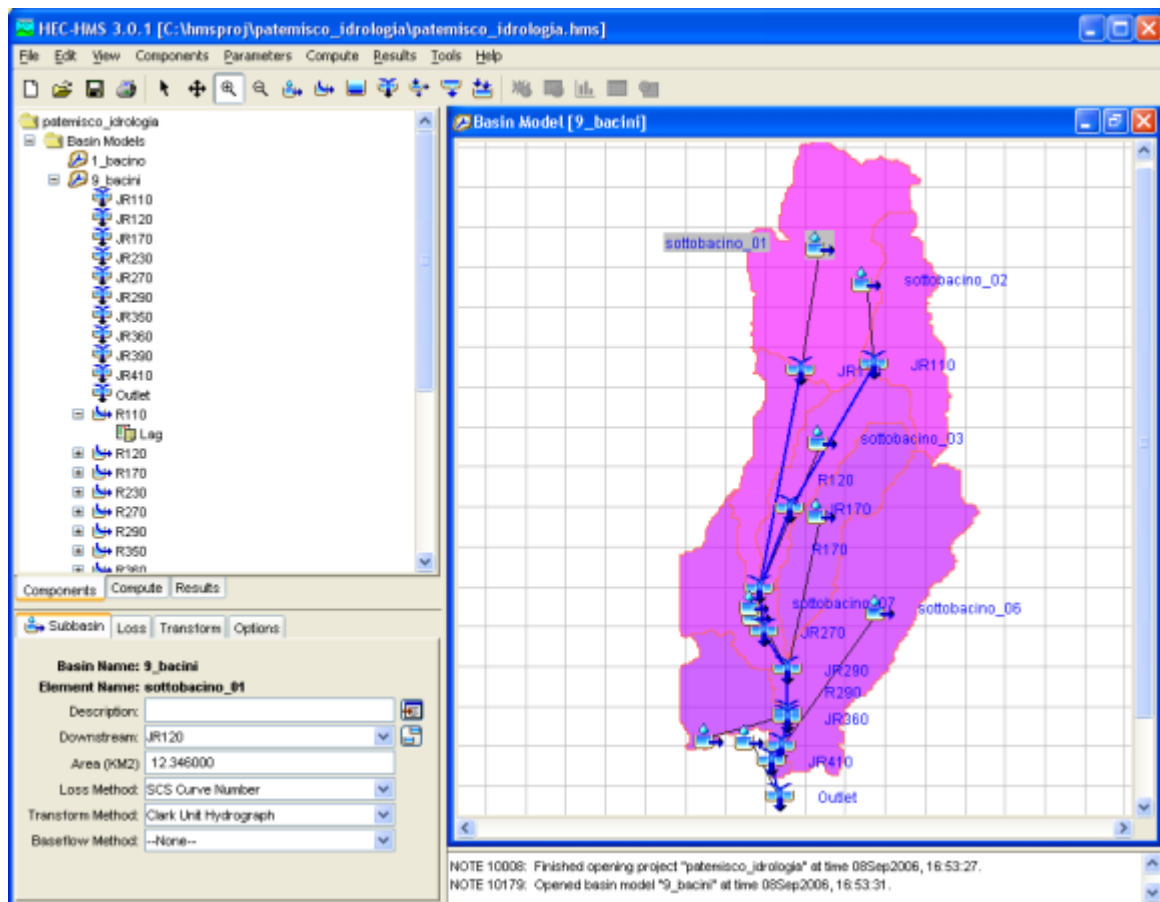


## *Il programma HEC-HMS per la modellistica idrologica*

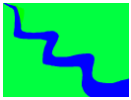
- [Descrizione](#)
- [La modellazione del bacino idrografico: principali componenti](#)
- [L'analisi dei dati meteorologici](#)
- [La simulazione idrologica](#)
- [Obbiettivi dei corsi di formazione](#)
- [Applicazione del software a casi reali](#)

### *Descrizione*

Il software HEC-HMS permette di simulare la risposta di un bacino idrografico investito da un evento meteorico di caratteristiche note. Il funzionamento del programma è stato testato in varie zone geografiche ed è risultato utile per schematizzare una grande serie di situazioni che si possono trovare in natura; sia riferiti a grandi bacini idrografici che a piccole aree urbane o naturali.



*Interfaccia principale HEC-HMS v.3.1*



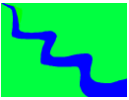
Gli idrogrammi calcolati dal programma possono essere utilizzati, anche in combinazione con altri software, per studiare problemi diversi come per esempio la disponibilità della risorsa idrica, il drenaggio urbano, la previsione delle piene, l'impatto dello sviluppo delle aree urbane, il progetto degli sfioratori di piena nelle dighe, la mitigazione del rischio idraulico, ecc.. Il programma è caratterizzato da un ambiente di lavoro integrato e completo di: database, utility per l'inserimento e la modifica dei dati, un motore di calcolo e un sistema di visualizzazione dei risultati. Tutte le componenti sono accessibili tramite un interfaccia grafica molto funzionale. I dati relativi alle serie temporali sono archiviati in file in formato Data Storage System (DSS), la scrittura e la lettura dei dati vengono gestiti dal programma stesso in maniera del tutto trasparente. Il motore di calcolo deriva da oltre 30 anni di esperienza, infatti molti algoritmi che derivano dalle versioni precedenti del programma ( HEC-1 1998, HEC-1F 1989, PRECIP 1989 e HEC-IFH 1992) sono stati implementati in nuove e moderne librerie di calcolo.

### *La modellazione del bacino idrografico: principali componenti*

La rappresentazione fisica del bacino idrografico viene fatta nella schematizzazione di bacino attraverso varie componenti, come sottobacini, tronchi fluviali, giunzioni, ritenute, fuoriuscite, sorgenti e pozzi, unite tra di loro a formare una rete completa. Il software utilizza in pratica una schematizzazione a parametri concentrati del bacino idrografico, cioè il bacino idrografico viene schematizzato come un insieme di sottobacini idrografici uniti insieme tra loro dai tronchi fluviali e dalle giunzioni. Ogni sottobacino risponde alla evento pluviometrico secondo delle caratteristiche che sono del sottobacino ma che derivano dalle caratteristiche morfologiche, di uso del suolo, ecc. presenti nello stesso sottobacino. Solo in un caso, utilizzando il metodo di Clark modificato, è possibile ricorrere anche ad una schematizzazione a parametri distribuiti.

Subbasin	Initial Abstraction (MM)	Curve Number	Impervious (%)
sottobacino_01	10	87	0.0
sottobacino_02	10	85	0.0
sottobacino_03	10	82	0.0
sottobacino_04	10	81	0.0
sottobacino_05	10	80	0.0
sottobacino_06	10	80	0.0
sottobacino_07	10	67	0.0
sottobacino_08	10	66	0.0
sottobacino_09	10	65	0.0

*Inserimento parametri metodo calcolo pioggia netta (SCS CN)*



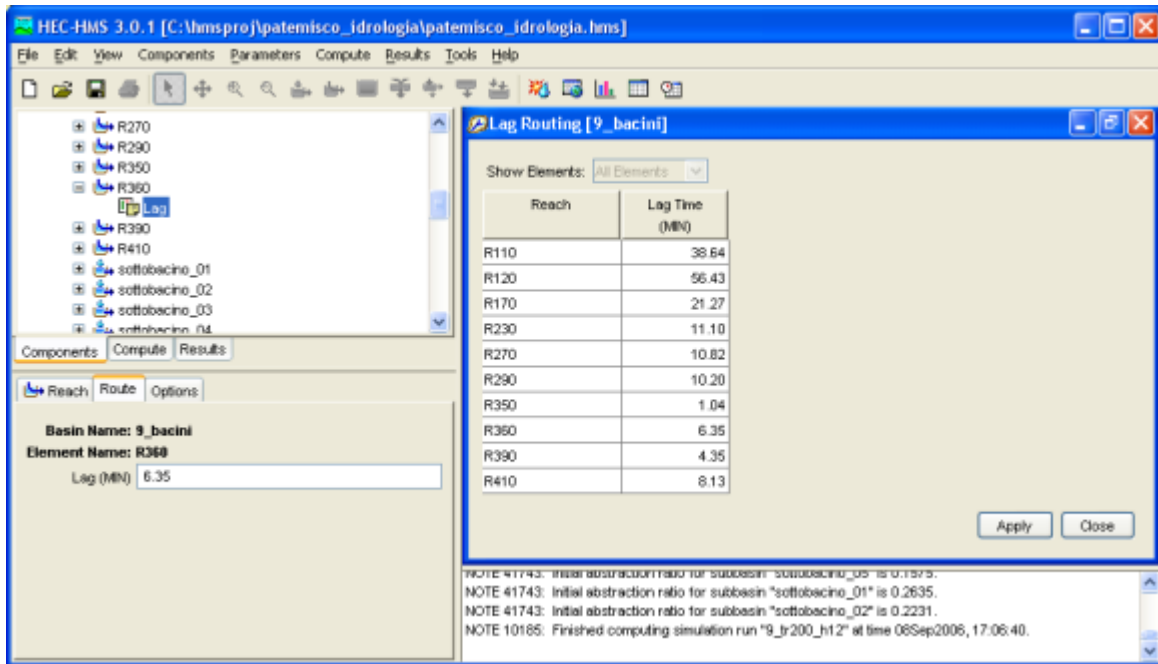
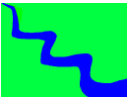
Le principali componenti disponibili per schematizzare il comportamento del bacino idrografico sono:

- calcolo della pioggia efficace;
- trasformazione afflussi-deflussi;
- propagazione della piena.

Per il calcolo della pioggia efficace sono disponibili vari metodi che permettono di simulare le perdite dovute all'infiltrazione e/o evaporazione come per esempio la perdita iniziale e costante, il metodo Curve Number del Soil Conservation Service ed il metodo di Green e Ampt.

Subbasin	Time of Concentration (HR)	Storage Coefficient (HR)
sottobacino_01	0.73	8.1
sottobacino_02	0.57	6.3
sottobacino_03	0.79	6.4
sottobacino_04	0.90	5.4
sottobacino_05	0.64	3.8
sottobacino_06	1.18	9.5
sottobacino_07	0.66	2.69
sottobacino_08	0.73	2.97
sottobacino_09	0.53	2.14

*Inserimento parametri metodo formazione della piena (IUH Clark)*



### *Inserimento parametri metodo propagazione della piena (lag)*

Allo stesso modo sono disponibili vari metodi da utilizzare per trasformazione afflussi-deflussi tra i quali l'idrogramma unitario di Clark, Snyder o del Soil Conservation Service . Come già detto in precedenza è possibile utilizzare anche il metodo di Clark modificato in caso di schematizzazioni a parametri distribuiti.

Infine una varietà di modelli di calcolo sono disponibili per simulare la propagazione dell'onda di piena lungo i tronchi fluviali; si va infatti dal semplice trasferimento a metodi più complessi come quello di Muskingum-Cunge sia per canali di forma semplice che per canali di forma complessa.

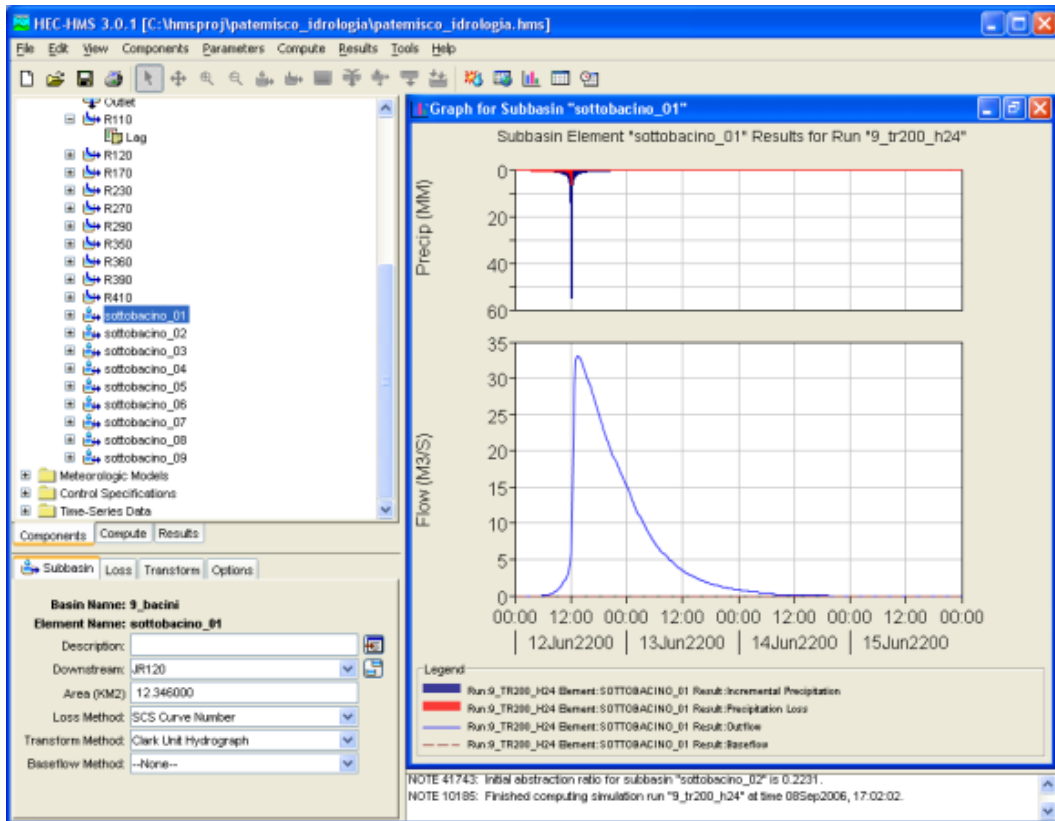
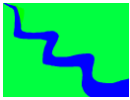
### *L'analisi dei dati meteorologici*

All'interno del programma è presente una componente che permette di inserire, ed eventualmente analizzare, serie di dati pluviometrici in modo da ottenere le caratteristiche pluviometriche dell'evento di progetto, in pratica lo ietogramma di progetto, da inserire come dato nella modellazione.

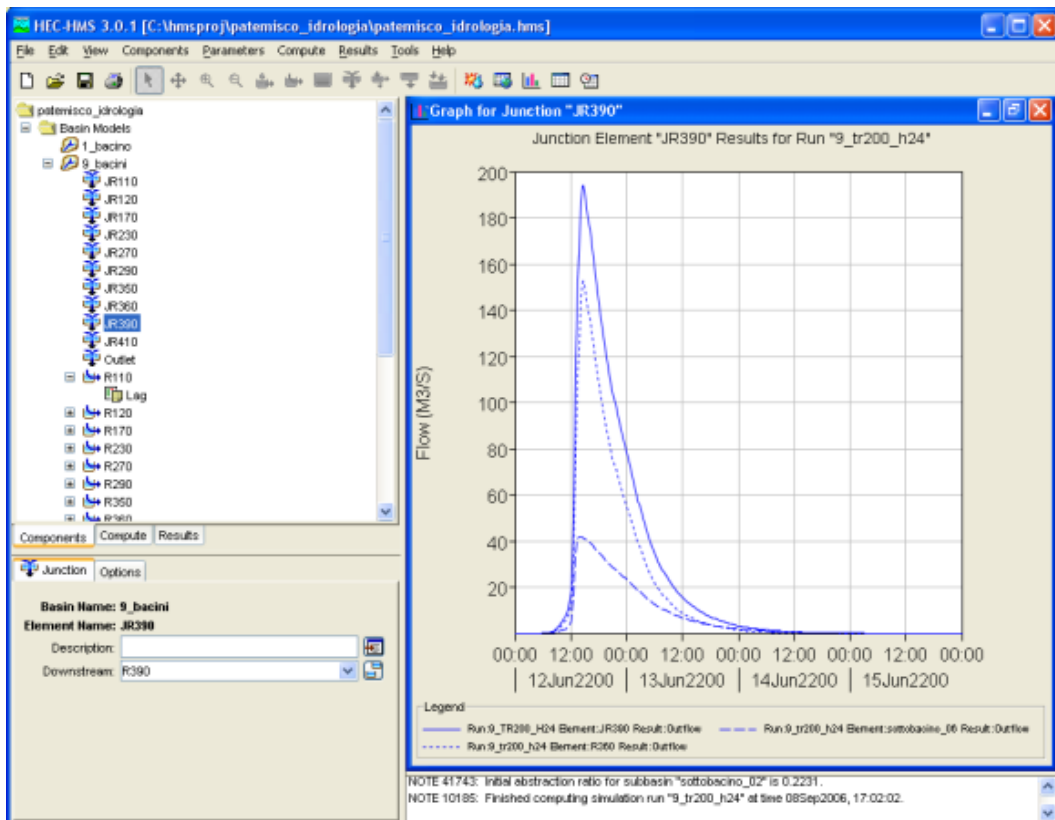
All'interno di questa componente è possibile utilizzare diversi metodi per l'analisi dei dati storici di precipitazione oppure utilizzare risultati derivanti da precedenti elaborazioni di serie statistiche di dati pluviometrici. E' possibile inoltre selezionare diverse modalità per distribuire spazialmente la pioggia incluso il metodo dei poligoni di Thiessen (topoietti).

### *La simulazione idrologica*

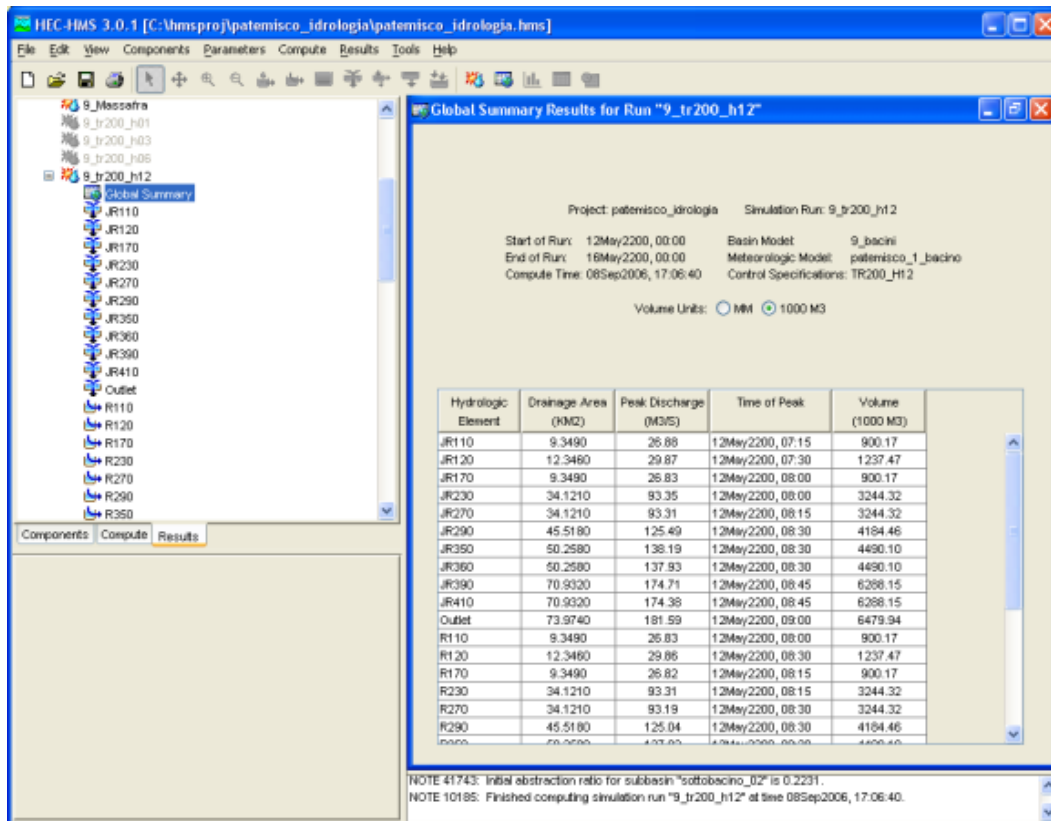
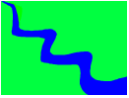
Una volta inseriti i dati necessari è possibile effettuare la simulazione idrologica del bacino idrografico con la possibilità di selezionare diverse durate e intervalli di simulazione. Eseguiti la modellazione è possibile visualizzare i risultati ottenuti sia in forma grafica che tabellare.



*Visualizzazione grafico risultati in un sottobacino*



*Visualizzazione grafico risultati in una giunzione*



*Visualizzazione tabella sintetica risultati nei vari elementi*

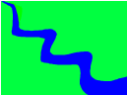
In questa fase sono inoltre possibili alcune operazioni di taratura del modello, in particolare, se si dispone di un idrogramma misurato è possibile tarare alcuni parametri inseriti piuttosto che altri in forma automatica.

### ***Obiettivi dei corsi di formazione***

Al termine del corso base i partecipanti saranno in grado di eseguire la modellazione idrologica di un bacino idrografico con i metodi a parametri concentrati più utilizzati allo stato attuale (Idrogramma Unitario Istantaneo e Curve Number del Soil Conservation Service) al fine di valutare le principali caratteristiche della piena di progetto (portata massima, volume di deflusso, tempo di risposta, ecc.).

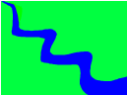
Al termine del corso avanzato i partecipanti saranno in grado di eseguire modellazioni idrologiche complesse di un bacino idrografico, con l'utilizzo di modelli a parametri distribuiti, compreso la valutazione degli effetti delle principali tipologie di interventi di sistemazione idraulica, quali casse d'espansione, adeguamenti di sezione e diversivi, sulle caratteristiche di deflusso del corso d'acqua studiato. I partecipanti saranno inoltre in grado di eseguire la modellazione idrologica continua di un bacino idrografico al fine di valutarne il bilancio idrico.

### ***Programma di corsi di formazione***



*Applicazione del software a casi reali*

- Canale Ozzeri, Provincia di Lucca, Toscana

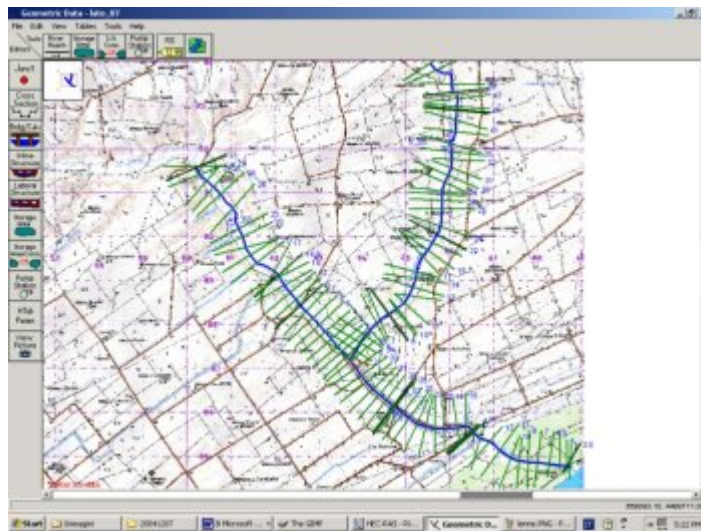


## *Il programma HEC-RAS per la modellazione idraulica*

- [Descrizione](#)
- [Moto permanente](#)
- [Moto vario](#)
- [Trasporto di sedimenti – Fondo mobile](#)
- [Obiettivi dei corsi di formazione](#)
- [Applicazione del software a casi reali](#)

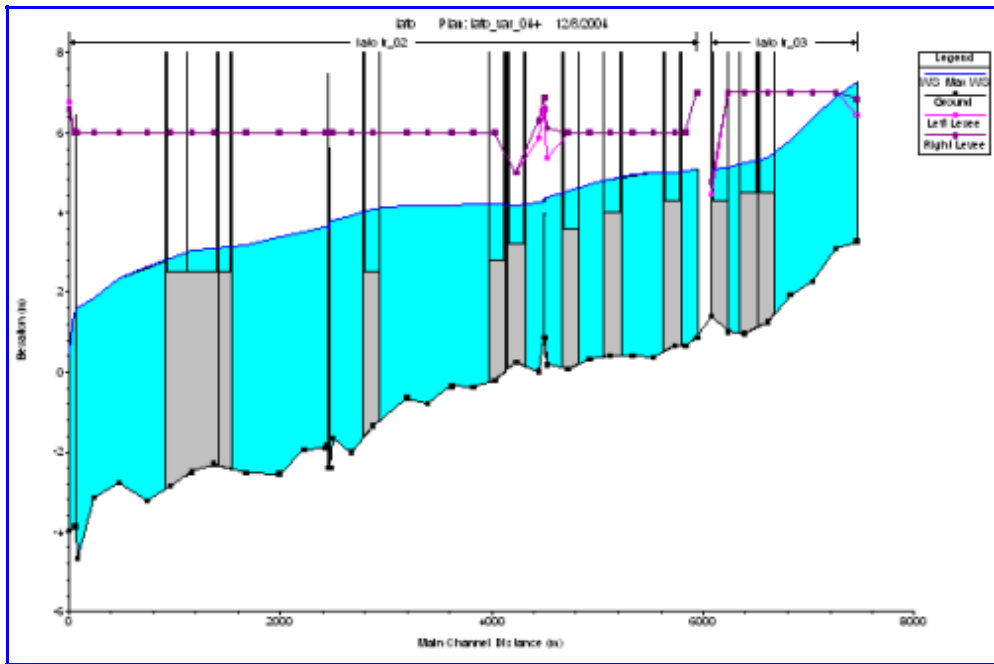
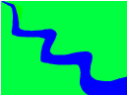
### *Descrizione*

Il software HEC-RAS è un sistema integrato predisposto per un uso interattivo tramite un'interfaccia grafica che permette di accedere alle altre componenti quali l'analisi idraulica, l'archiviazione e la gestione dei dati e la visualizzazione dei risultati.

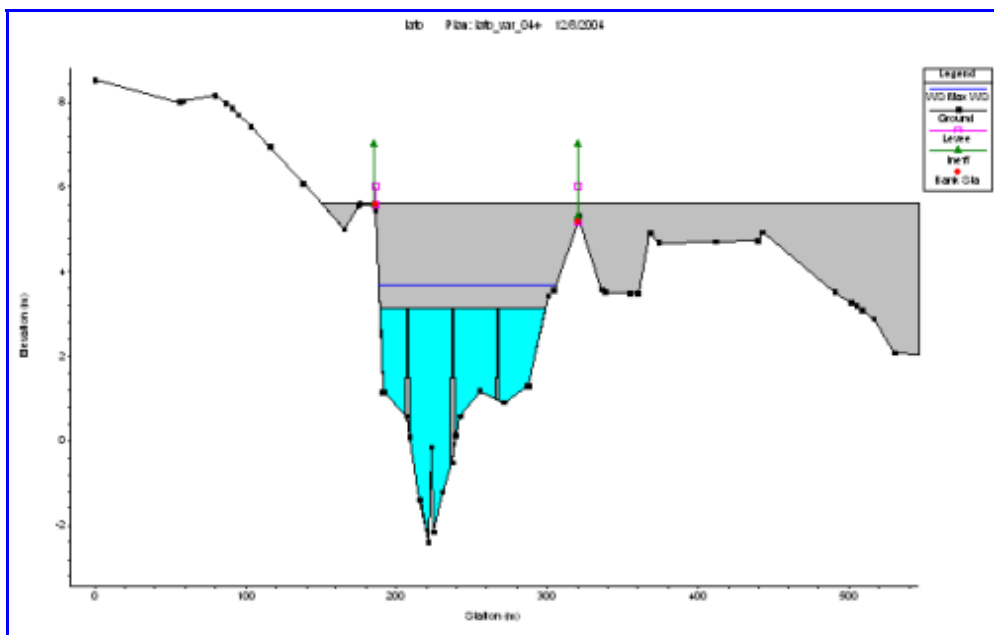


### *Modulo geometria delle aste*

Il sistema dispone di tre componenti principali per la modellazione idraulica secondo lo schema monodimensionale destinate rispettivamente al regime di moto permanente, vario e ad quello con fondo mobile. Le tre componenti sono comunque strettamente interconnesse, utilizzano infatti gli stessi dati geometrici. E' inoltre possibile effettuare alcuni tipi di verifiche idrauliche quali quella di erosione alle pile di un ponte.

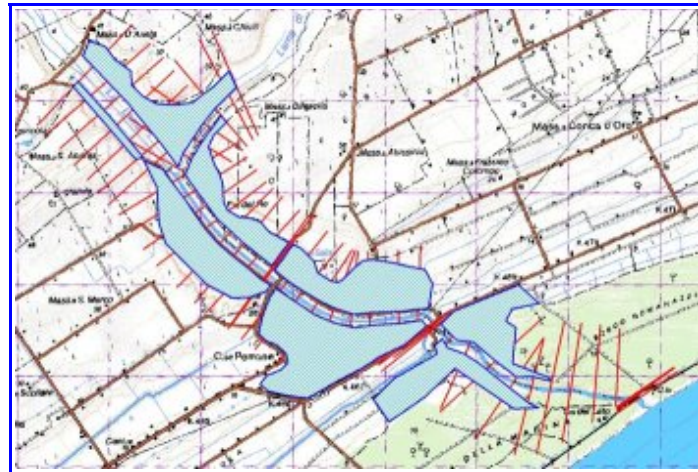
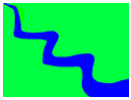


*Profilo di corrente*



*Sezione idrografica in corrispondenza di un ponte*

Per le modellazioni idrauliche di corsi d'acqua in regime di moto vario oltre al classico schema monodimensionale è possibile anche l'utilizzo di uno schema quasi-bidimensionale che prevede l'utilizzo di celle d'accumulo poste ai lati del corso d'acqua.



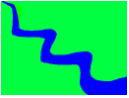
*Schema di moto quasi-bidimensionale*

Tramite l'utilizzo di alcuni elementi specifici è inoltre possibile simulare l'effetto provocato sulla corrente dalla presenza di strutture in alveo e restringimenti di sezione, sia che si tratti di opere idrauliche che di attraversamenti viari e/o ferroviari. Di conseguenza è possibile ottimizzare le caratteristiche dell'opera da eseguire affinché si inserisca nel miglior modo nel contesto idraulico del tratto di corso d'acqua interessato dall'intervento o, qualora richiesto, può essere possibile individuare le aree soggette a diversa probabilità di esondazione. Il programma in ogni caso permette di realizzare verifiche idrauliche nelle varie situazioni in cui viene richiesto di includere in un progetto uno studio idraulico completo.

### ***Moto permanente***

Questa componente del sistema di modellazione serve per calcolare la variazione del pelo libero per condizioni di moto permanente o gradualmente variato. Il sistema può considerare sia una rete completa di canali, sia un sistema endoreico e sia infine un singolo corso d'acqua. La componente di moto permanente è in grado di modellare correnti lenti, veloci e miste. La procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale. Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica. L'equazione dei momenti è utilizzata nelle situazioni in cui il pelo libero dell'acqua subisce variazioni repentine. Questa situazione comprende la valutazione in corrente mista (es: risalto idraulico), dell'idraulica dei ponti e dei profili in corrispondenza della confluenza tra diversi corsi d'acqua.

L'effetto di diverse ostruzioni quali ponti, tombini, briglie e strutture in genere lungo i corsi d'acqua può essere considerata nei calcoli idraulici. Il sistema di calcolo in modo permanente è concepito per applicazioni nella sistemazione dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali e per gli studi finalizzati alla determinazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno in caso di



esondazioni dai corsi d'acqua. E' inoltre possibile valutare il cambiamento nelle caratteristiche di moto dovuto alla rettifica della sezione e/o alla realizzazione di argini.

### ***Moto vario***

Questa componente del software è in grado di modellare la propagazione dell'onda di piena attraverso una rete di canali utilizzando lo schema monodimensionale in regime di moto vario. Il risolutore delle equazioni di moto vario è stato mutuato dal modello UNET del Dott. Robert Barkau. Questa componente di moto vario è stata sviluppata in primo luogo per il calcolo di correnti lente. Comunque con la versione 3.1, il modello può ora simulare anche correnti diverse cioè lenti, veloci, miste, risalto idraulico, ecc.

Tutti gli schemi di calcolo idraulico utilizzati per le sezioni trasversali, per i ponti, per i tombini e per le altre strutture idrauliche che erano stati sviluppati per il moto permanente sono quindi stati incorporati nel modello di calcolo per il moto vario.

### ***Trasporto di sedimenti – Fondo mobile***

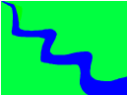
Questa componente del sistema di modellazione serve per la simulazione del trasporto solido e del fondo mobile, utilizzando uno schema monodimensionale, che derivano dall'erosione e dal deposito di materiale solido per la durata di tempo medio, tipicamente dell'ordine di qualche anno sebbene l'applicazione di questo modello sia possibile anche per singoli eventi di piena. Il trasporto di sedimenti è valutato in funzione delle varie granulometrie di materiale presenti sul fondo anche se è possibile simulare anche una parziale o totale corazzamento del fondo. Le principali caratteristiche includono la possibilità di modellare una rete di canali, l'escavazione di materiali litoidi, varie possibilità di arginature ed anse tramite l'uso di differenti tipi di equazioni per la valutazione del trasporto solido.

Il modello è concepito per simulare tendenze d'erosione e di deposito in un corso d'acqua che derivano dalla variazione della frequenza e della durata del deflusso liquido e del livello oppure modificando la geometria del corso d'acqua. Questo sistema può essere usato per valutare la sedimentazione nelle ritenute d'acqua, per progettare restringimenti di sezione nei canali per consentire di mantenere una profondità utile per la navigazione, per prevedere l'effetto di un'escavazione sull'evoluzione geomorfologica del corso d'acqua, per stimare la massima possibile escavazione durante un evento di piena ed infine per valutare la sedimentazione in un canale rivestito.

Con la nuova **versione 4.0**, rilasciata a titolo sperimentale nel dicembre 2006, è ora possibile effettuare delle vere e proprie simulazioni idrauliche a fondo mobile, l'implementazione su HEC-RAS di questa funzionalità completa la migrazione delle funzioni relative al trasporto solido in precedenza disponibili unicamente sul software HEC-6.

### ***Obiettivi dei corsi di formazione***

Al termine del corso base i partecipanti saranno in grado di eseguire la modellazione idraulica di un corso d'acqua in regime di moto permanente utilizzando lo schema monodimensionale, valutare



quindi il battente idrico previsto nelle varie sezioni e infine delimitare le aree allagabili. Al termine del corso avanzato i partecipanti saranno in grado di eseguire modellazioni idrauliche di corsi d'acqua in regime di moto vario utilizzando oltre al classico schema monodimensionale anche uno schema quasi-bidimensionale che prevede l'utilizzo di celle d'accumulo poste ai lati del corso d'acqua. Utilizzando il regime di moto vario i partecipanti al corso saranno in grado di valutare la laminazione che subisce l'onda di piena quando vengono impegnate dal deflusso delle acque anche aree golenali o aree di pertinenza fluviale. In combinazione con lo schema quasi-bidimensionale è possibile inoltre modellare il comportamento di corsi d'acqua arginati che presentano sezioni insufficienti a smaltire le portate attese e simulare quindi gli scambi di volumi idrici che avvengono tra il corso d'acqua, schematizzato in moto monodimensionale, e le aree esterne, schematizzate come celle d'accumulo. Infine, sulla base dei risultati ottenuti, si procederà alla perimetrazione delle aree allagabili. I partecipanti al corso saranno inoltre in grado di valutare l'effetto degli interventi previsti per la mitigazione del rischio idraulico quali casse d'espansione, diversivi e adeguamenti di sezione al fine anche di ottimizzarne il dimensionamento.

### **Programma di corsi di formazione**

#### ***Applicazione del software a casi reali***

- [Canale Ozzeri, Provincia di Lucca, Toscana](#)
- [Fiume Lato, Provincia di Taranto, Puglia](#)