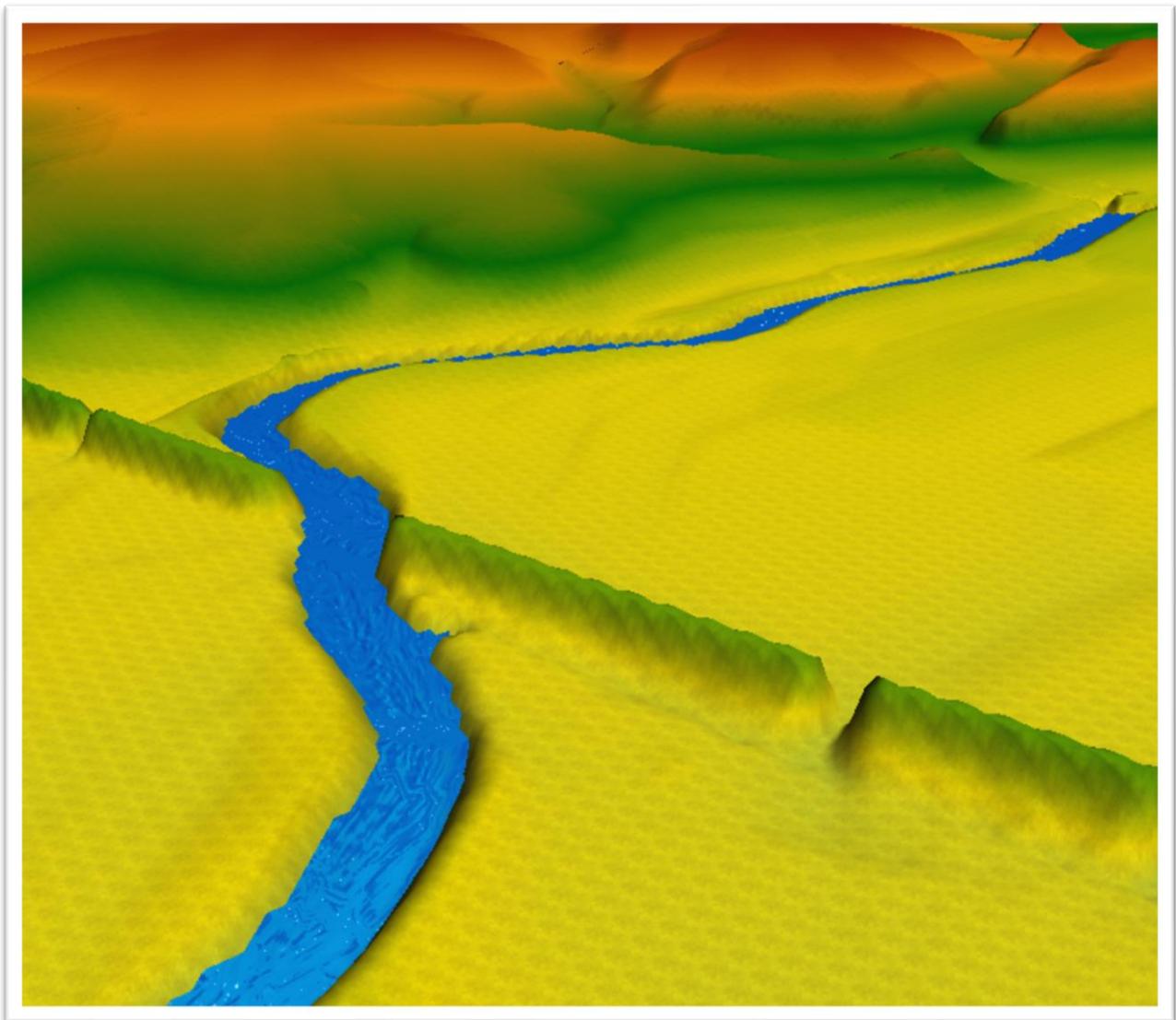


# Modellistica Idraulica per la Manutenzione dei Corsi d'Acqua

## Sommario

|   |   |
|---|---|
| 1. Introduzione .....   | 2 |
| 2. Individuazione del dominio di simulazione idraulica: dal bacino al tratto di corso d'acqua ..... | 2 |
| 3. Idrologia di Progetto e Regime di Flusso Idrico per l'Officiosità Idraulica .....                | 3 |
| 4. Modello 1D versus 2D: caratteristiche ed utilità dei due approcci .....                          | 3 |
| 5. Run del Modello, Produzione dei Risultati ed Analisi .....                                       | 4 |



## 1. Introduzione

Nel seguente tutorial vengono illustrate tutte le funzionalità di Hec-Ras relative alla verifica della sicurezza idraulica generale delle aree prospicienti a corsi d'acqua e alla loro relativa manutenzione. In questo contesto verrà mostrato come la simulazione numerica consenta di circoscrivere e quantificare gli effetti che il passaggio di onde di piena conseguenti a eventi di pioggia relativamente frequenti (tempi di ritorno dai 2 ai 20 anni) hanno sulle sponde dei canali. In particolare, Hec-Ras consente di determinare la capacità di convogliamento di un determinato corso d'acqua rispetto ad uno specifico evento e la verifica della sicurezza delle sponde. Analizzando la risposta del sistema agli input idrologici sarà possibile individuare le possibili cause di mancanza di officiosità del corso d'acqua e programmare e progettare interventi di manutenzione. Questi riguarderanno principalmente: rimozione di rifiuti solidi, estirpazione e taglio vegetazione in alveo e in golena, stabilizzazione sponde e ripristino sezione, lavaggio delle superfici in calcestruzzo (con particolare riferimento a quelle tombate).



Figura 1 Ritaglio sottobacini e flood routing in Hec-Hms

## 2. Individuazione del dominio di simulazione idraulica: dal bacino al tratto di corso d'acqua

All'interno dell'ecosistema HEC (Hydrologic Engineering Center) è presente anche il software Hec-Hms per la modellazione idrologica. Una volta individuato il bacino idrografico di riferimento, a monte o comprendente il dominio in analisi, è possibile inserire un modello digitale del terreno ed eseguire le analisi idrologiche funzionali ad ottenere un idrogramma di piena in uscita ad una determinata sezione (Figura 1). Il software estrae direzioni di deflusso e di accumulo, individua i sottobacini e calcola le portate in uscita con una svariata gamma di modelli afflussi-deflussi. A questo punto della modellazione sarà importante inserire ietogrammi di pioggia corrispondenti a tempi di ritorno relativamente bassi. La verifica dell'officiosità idraulica va implementata infatti per idrogrammi di piena frequenti, allo scopo di verificare la risposta del canale a input idrologici ordinari. La verifica di sicurezza va espletata con particolare riferimento alle zone urbanizzate, o comunque alle zone di interesse in generale. Non è necessario quindi studiare con la modellistica idraulica in ambiente

Hec-Ras tutto il tratto di corso d'acqua, ma definire le portate di piena frequenti per le porzioni a monte dell'area di interesse con la modellazione idrologica in Hec-Hms e passare poi alla modellistica idraulica per l'area specifica di interesse.

### 3. Idrologia di Progetto e Regime di Flusso Idrico per l'Officiosità Idraulica

In riferimento alla modellazione idrologica, sarà necessario definire l'intensità di pioggia per i temi di ritorno 2, 5, 10 e 20 anni. La stima si effettua con il metodo TCEV-VAPI di regionalizzazione delle piogge. Sarà sufficiente quindi inserire alcuni dati morfometrici di bacino (lunghezza asta, superficie sottobacino), per ottenere i relativi parametri per la definizione dello ietogramma di pioggia in termini di picco e durata. Una volta determinati i parametri degli ietogrammi di pioggia, sarà necessario scegliere il modello afflussi deflussi di trasformazione da piogge lorde a piogge nette, ovvero per l'eliminazione della componente di volumi che si infiltrano nel terreno e che non contribuiscono al deflusso superficiale.

| Element Name: ter13    |                                  |
|------------------------|----------------------------------|
| Description:           |                                  |
| Downstream:            | Sink-1                           |
| *Area (KM2)            | 0.1284                           |
| Latitude Degrees:      | Gridded Green and Ampt           |
| Longitude Degrees:     | Gridded SCS Curve Number         |
| Discretization Method: | Gridded Soil Moisture Accounting |
| Canopy Method:         | Initial and Constant             |
| Surface Method:        | Layered Green and Ampt           |
| Loss Method:           | SCS Curve Number                 |
| Transform Method:      | Smith Parlange                   |
| Baseflow Method:       | Soil Moisture Accounting         |
|                        | Initial and Constant             |
|                        | Clark Unit Hydrograph            |
|                        | Recession                        |

Figura 2 Scelta del modello di trasformazione ("Loss Method") in Hec-Hms

### 4. Modello 1D versus 2D: caratteristiche ed utilità dei due approcci

Dalla versione 5.0 di Hec-Ras è possibile implementare modelli di calcolo bidimensionale in cui vengono risolte le equazioni di De-Saint Venant in 2D per la simulazione numerica della propagazione dell'onda di piena nelle aree golenali. È necessario precisare che la funzionalità 2D consente sia un approccio totalmente bidimensionale in cui anche il flusso all'interno del canale è simulato con una discretizzazione del dominio con maglia di calcolo 2D, sia un approccio integrato 1D-2D in cui il flusso all'interno del canale è modellato con maglia di calcolo monodimensionale i cui bordi sono definiti dalle sezioni trasversali. Questo dominio 1D è collegato tramite strutture laterali all'area golenale che è implementata con celle di calcolo di lato definito dall'utente (anche a maglia variabile). Nel contesto della verifica dell'officiosità idraulica è necessario chiarire che solo una

modellazione integrata, monodimensionale all'interno del canale, consente un output accurato e preciso per le portate ed i livelli ad ogni sezione trasversale. Per canali a sezione minore di 50 metri la modellazione bidimensionale all'interno del canale risulta poco efficiente, in quanto l'accuratezza ricavata potrebbe essere dell'ordine dei millimetri, a fronte di un costo computazionale molto alto. Inoltre, la modellazione 1D consente comunque di variare i coefficienti di scabrezza lungo la sezione trasversale del canale. Si potrebbe anche affermare che, considerando la non necessità di simulare la pericolosità idraulica nell'intera area golenale l'implementazione 2D non risulti affatto necessaria. Questo anche nell'ipotesi probabile che non avvenga esondazione, dati i bassi tempi di ritorno. In ogni caso, definendo una sezione trasversale 1D comprendente la golenale sarà possibile verificare gli effetti dell'esondazione all'interno di questa, per porzioni di dominio poste a distanze dal canale dell'ordine delle decine di metri.

Per definire la geometria monodimensionale Hec-Ras offre due possibilità di editing: il *Geometry Editor*, ovvero la funzionalità nativa di Hec-Ras per la definizione della geometria, o Hec-Ras Mapper, l'interfaccia GIS interna a Hec-Ras che consente l'editing di tutti gli elementi della geometria con creazione di file vettoriali. Entrambe le forme di editing sono adesso imprescindibili, in quanto alcune funzionalità sono utilizzabili solo all'interno di uno dei due ambienti. A titolo esemplificativo, il caricamento di un DTM per la modellazione bidimensionale, eseguibile solo in Mapper, o la definizione point-wise della geometria delle sezioni trasversali con dati da rilevamento topografico, eseguibile solo nel *Geometry Editor*.

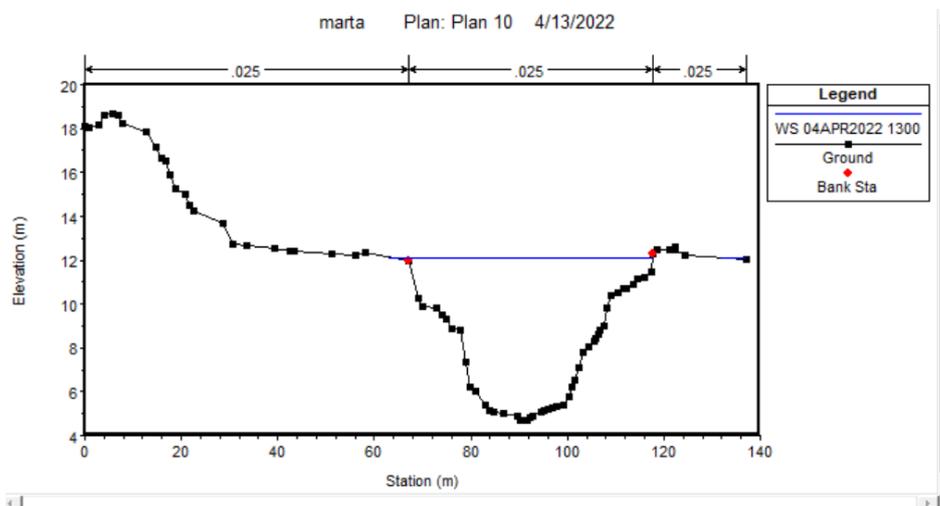


Figura 3 Verifica dei livelli idrici all'interno di una sezione trasversale. Analisi Monodimensionale.

## 5. Run del Modello, Produzione dei Risultati ed Analisi

Una volta definiti idrologia, portate di progetto, estensione del bacino e geometria del canale è necessario salvare tutti i dati relativi ad un run computazionale all'interno del file di Plan. Con la definizione di diversi file di plan, Hec-Ras consente di poter eseguire diversi modelli di calcolo in cui possono variare i dati geometrici, i dati idrologici o i dati di simulazione (ad esempio il time-step computazionale) per lo stesso dominio. Questi plan sono poi confrontabili in tutti i visualizzatori del risultato inclusi nel programma. In Figura 4 è riportato un esempio di visualizzazione dei profili idraulici in cui sono confrontati due plan, relativi alla stessa geometria, ma con input idrologici diversi. Analogamente i due profili potrebbero essere il risultato di due simulazioni con input identici, ma con

geometrie differenti. Questo tipo di confronto è effettuabile anche in altri tipi di visualizzatori, come quello per sezione trasversale (Figura 5) o il *Perspective Plot* (stereografico).

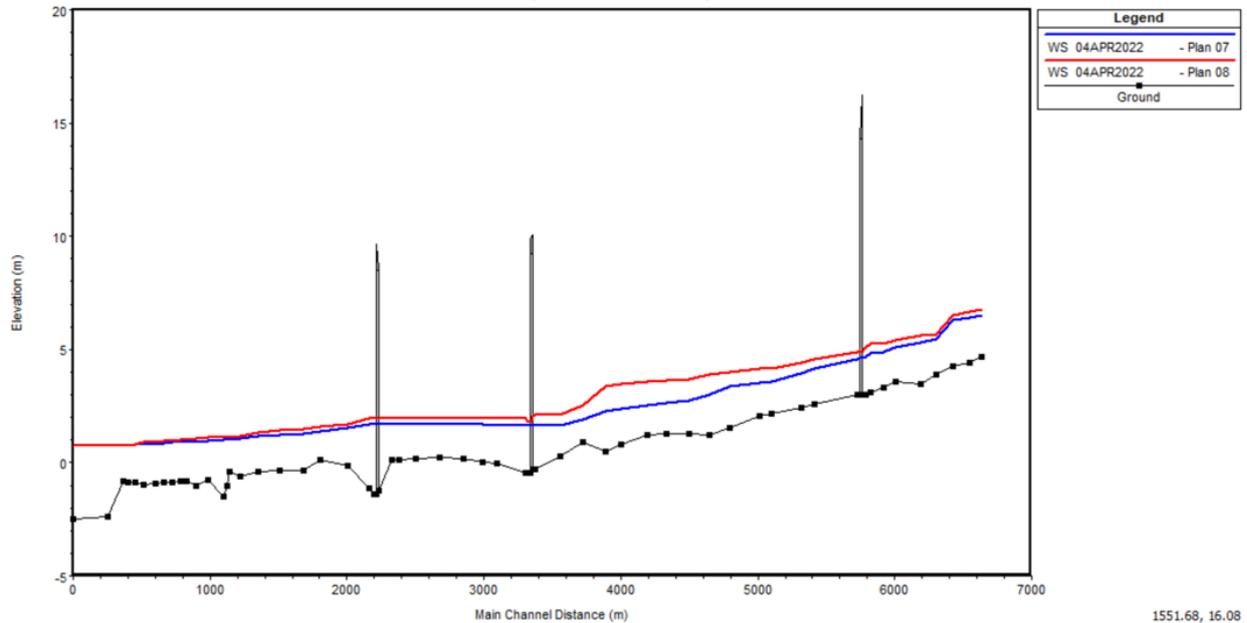


Figura 4 Esempio di confronto tra due plan differenti



Figura 5 Confronto tra due plan in visualizzazione trasversale

Grazie a Hec-Ras Mapper è possibile visualizzare i risultati della simulazione su DTM o su immagine satellitare. La proiezione del risultato sulla mappa avviene anche per la porzione monodimensionale del dominio. È sufficiente che a questo sia associato un dato di elevazione. Anche in questo caso i risultati dei vari plan sono confrontabili. Questa funzionalità di confronto è estesa in ambiente Mapper: infatti non solo è consentita la visualizzazione, ma anche la produzione di layer calcolati, ad esempio un layer risultato di una sottrazione cella per cella dei risultati di due plan differenti.

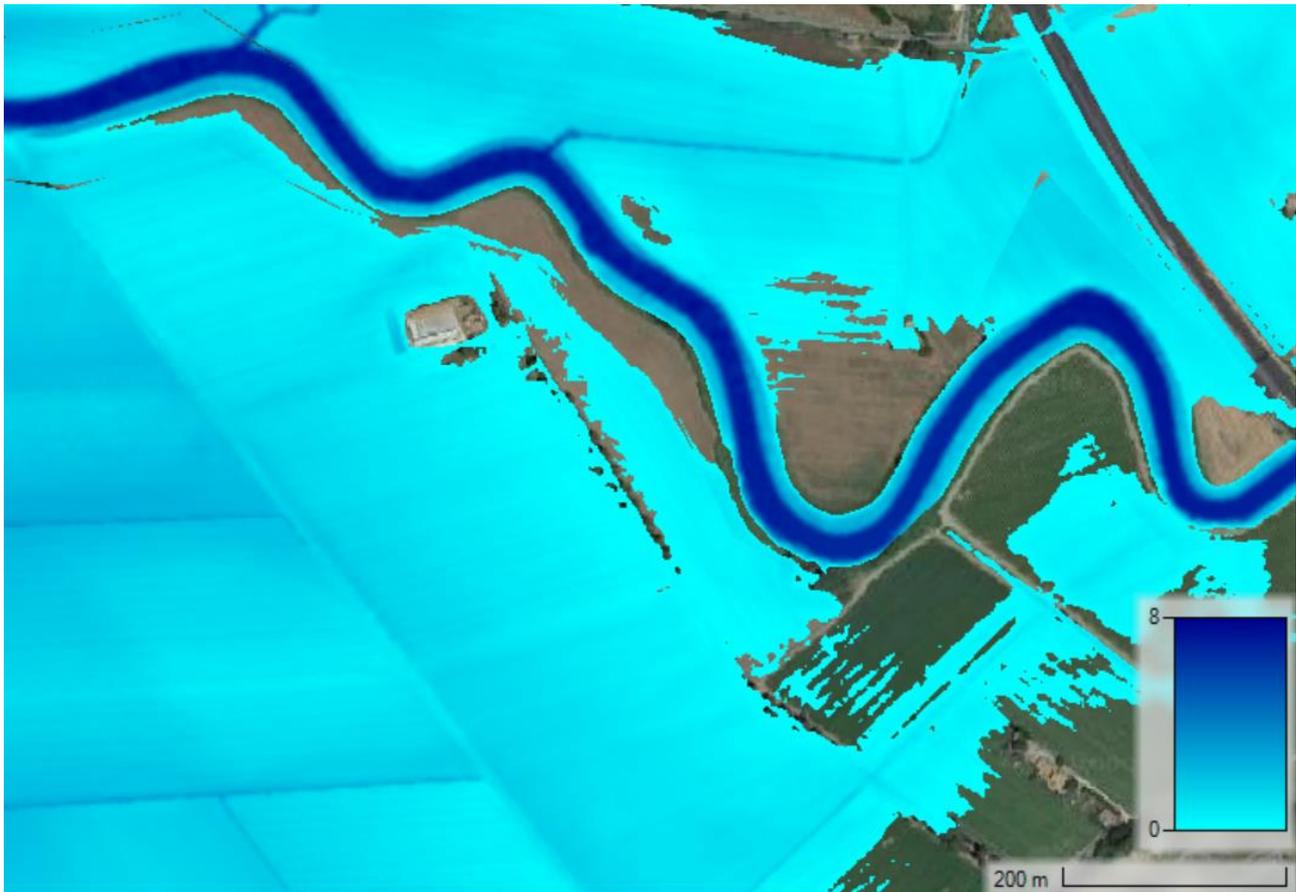


Figura 6 Visualizzazione risultati su mappa. Hec-Ras Mapper

L'analisi dei risultati risulta quindi l'operazione fondamentale a cui la modellistica fa da supporto. Il profilo idraulico (esempio in Figura 4) è il primo strumento da prendere in considerazione per le valutazioni finali. L'utente dovrà prima effettuare una selezione di tutte le porzioni del dominio dove si ravvisa la presenza di profili di rigurgito dovuti ad ostacoli al deflusso. Questi possono essere indicativi di restringimento della sezione o di strutture trasversali che si oppongono al deflusso oltre una certa soglia accettabile. Una volta individuate le aree in sofferenza, andrà effettuata un'analisi di dettaglio, tramite Hec-Ras Mapper o visualizzazione trasversale, dell'estensione di queste e dell'entità della pericolosità. Per ognuna di queste sarà necessario individuare l'altezza dei tiranti idrici critici (che si avvicinano o che superano le quote spondali) e la velocità del flusso. Sarà quindi possibile individuare immediatamente le aree in cui la sezione è compromessa (sedimentazione o presenza di rifiuti o arbusti) o in cui le strutture trasversali risultano insufficienti. A questo punto andranno individuate le aree in cui dovrà essere effettuata una risagomatura dell'alveo o una pulizia dei sedimenti. In ogni caso dovranno poi essere programmate e cantierizzate attività di allontanamento di rifiuti solidi dall'alveo, potatura alberi e rimozione arbusti e vegetazione.