

## 3 Interfaccia col PAI.

### 3.1 Utilizzo del VAPI ai fini pianificatori.

Come noto, è stato condotta dall'Autorità di Bacino del fiume Po un'analisi idrologica su alcuni dei corsi d'acqua Piemontesi, grazie alla quale sono state definite le portate al colmo di Piena per differenti tempi di ritorno. Queste portate di piena sono contenute nella *Direttiva piena di progetto*, e nelle varianti al PAI.

Fermo restando le determinazioni dell'Autorità, come riferimento agli scopi pianificatori, è di interesse generale, per la pianificazione della difesa del suolo, la quantificazione, su ampi bacini idrografici, delle portate di piena dei corsi d'acqua per assegnato tempo di ritorno, al fine di fornire uno scenario idrologico omogeneo sul territorio, utile alla quantificazione e alla riduzione del rischio da alluvione.

Al contrario il solo riferimento a valutazioni idrologiche condotte alla scala locale può portare alla definizione di un quadro di dissesto spiccatamente eterogeneo e pertanto difficilmente gestibile nella pianificazione della difesa del territorio.

Se, da una parte, i sistemi di valutazione di tipi regionale e geostatistico possono fornire stime utili per la pianificazione, ovvero valori di prima approssimazione, dall'altro la programmazione e la realizzazione degli interventi necessita di valutazioni locali anche molto raffinate.

Infatti se, dal punto di vista teorico, dato un bacino idrografico sotteso ad una certa sezione di chiusura, ad N modelli idrologici possono essere associate N valutazioni di portata idrologica di piena (ciascuna, se teoricamente e coerentemente valutata, con un proprio grado di affidabilità), dal punto di vista pratico è sconsigliabile il riferimento ad una messe di valori che lasciano margini di grande incertezza. Nella letteratura scientifica si propongono pertanto modelli idrologici, come il VAPI, che possono essere di riferimento, sia per il loro elevato grado di affidabilità, sia perché essi forniscono valori di portata utili all'Amministrazione per le valutazioni di rischio e pericolosità sul territorio finalizzate alla previsione.

E' tecnicamente noto che le valutazioni condotte alla scala locale (singoli Comuni etc.) possono differire dalle valutazioni VAPI, anche in modo vistoso. Tali discordanze nei risultati modellistici sono da imputarsi alle incertezze proprie nei modelli idrologici proposti in letteratura, che possono raggiungere valori percentuali elevati. Le incertezze modellistiche idrologiche, in generale sono dovute:

1. alla schematizzazione dei processi fisici rilevanti, di elevata complessità e non linearità, in natura, ed estremamente semplificati nei modelli
2. alla parametrizzazione dei processi, in cui sia la fisicità del fenomeno sia le esigenze di calibrazione devono essere contemplate;
3. alla valutazione dei dati di input, generalmente rappresentati dalle precipitazioni, di cui viene semplificata sia la distribuzione spazio-temporale sia il volume totale.

e sono condivise anche dal modello VAPI messo a punto dall'Università di Salerno.

*Dal punto di vista amministrativo, si pone allora la questione non di "quale" sia il metodo più affidabile in senso assoluto, bensì a.) quali siano le incertezze tra modelli b) quali incertezze di stima siano o non siano accettabili, per l'amministrazione, rispetto ad un valore di riferimento.*

A tal fine, occorre preliminarmente discutere le incertezze modellistiche del metodo proposto dal CNR CUGRI per poi discutere il livello (o i livelli di affidabilità) di stime rispetto al VAPI.

### 3.2 Incertezze modellistiche del VAPI

Le incertezze proprie dei modelli idrologici sono condivise anche dal modello VAPI messo a punto dall'Università di Salerno.

*Evidentemente è improduttivo, ai fini pianificatori, discutere dell'incertezza di una stima modellistica rispetto al valore di  $Q(T)$  che si otterrebbe dall'inferenza statistica degli infiniti valori di  $Q$  a disposizione in una certa sezione di chiusura, in quanto ciò è possibile solo se si conoscesse la CFD (distribuzione di probabilità cumulata) delle  $Q$  nella sezione di interesse. In tal caso non sarebbe neanche necessario effettuare una stima da nodello, in quanto si disporrebbe già del valore cercato.*

E' possibile invece effettuare un'analisi comparata degli scarti dei risultati del modello rispetto a quelli ottenuti da altri modelli, ovvero un confronto tra performance modellistiche. L'incertezza delle stime ottenute dall'applicazione di un certo modello è quindi da intendersi in senso *relativo*, in quanto riferita ad un altro campione di stime.

### 3.3 Incertezze modellistiche del VAPI a confronto con i valori dell'Autorità di Bacino

La valutazione dell'*incertezza relativa* della stima del VAPI, va necessariamente operata nei riguardi di un insieme "omogeneo" di stime. L'omogeneità è qui intesa dal punto di vista metodologico, ovvero fa riferimento all'uniformità di trattamento modellistico con cui le stime sono operate. Generalmente le stime idrologiche presenti sul territorio sono il frutto del lavoro di operatori differenti, con sensibilità al problema, metodi, esperienze, dissimili e pertanto esse non possono rappresentare un campione omogeneo.

Al contrario un campione di tale caratteristiche è rappresentato dai valori di stime idrologiche effettuate dell'Autorità di Bacino del fiume Po, contenute nella Direttiva Piena di progetto e nei progetti di variante alle fasce fluviali. Rispetto ad esso, è possibile confrontare le stime idrologiche del VAPI. A tal fine è stata proposta una procedura che si basa sullo scarto udometrico (di modello) tra stime VAPI e stime dell'Autorità di Bacino, calcolato nel seguente modo:

$$\text{scarto.udometrico} = \Delta u_{\text{mod}} = \left| \frac{Q_{\text{VAPI}200}}{A} - \frac{Q_{\text{AdB}200}}{A} \right| \quad (1)$$

Parimenti è possibile effettuare un confronto tra stima del modello VAPI e stime all'idrometro:

$$\text{scarto.udometrico.idrometro} = \Delta u_{\text{idrom}} = \left| \frac{Q_{\text{VAPI}200}}{A} - \frac{Q_{\text{idrometro}200}}{A} \right| \quad (2)$$

con:

$Q_{\text{VAPI}200}$ : stima della portata duecentennale secondo il VAPI;

$Q_{\text{AdB}200}$ : stima della portata duecentennale secondo l'autorità di Bacino;

$Q_{\text{idrometro}200}$ : stima della portata duecentennale effettuata con i dati all'idrometro.

Il riferimento al tempo di ritorno duecentennale è dovuto alla finalità dello stesso confronto, ovvero la pianificazione del territorio, condotta, tranne alcuni casi sporadici, con riferimento alla  $Q_{200}$ .

Dal confronto, effettuato dalla Direzione Difesa del Suolo, sia tra stime idrologiche sia tra stime e valori all'idrometro, sembra che gli scarti  $\Delta u_{idrom}$  e  $\Delta u_{mod}$  si possano comprendere, in tutto o in parte, entro range di variazione limitati, nel range [0; 3.8].

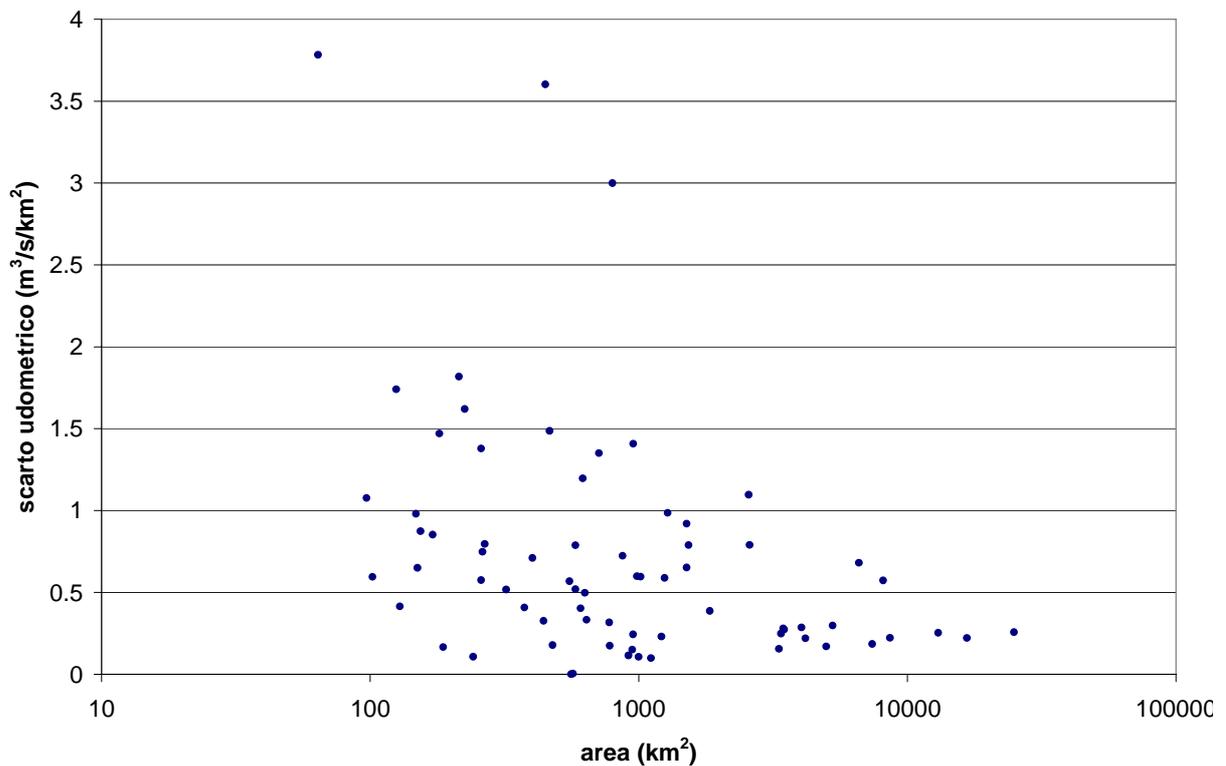


Figura1. Scarti udometrici  $\Delta u_{mod}$  tra stime idrologiche.

E' possibile individuare curve, maggioranti, che sottendano l'intero set di punti o parte di essi, allo scopo di individuare analiticamente, nel campione rappresentato dalle espressioni (1) e (2), la tendenza di  $\Delta u_{mod}$  ovvero di  $\Delta u_{idrom}$ .

Le curve sono del tipo seguente:

$$Scarto.udometrico = \frac{a}{A^b + c}$$

Per la stima dei coefficienti a, b, c, dell'equazione sopra scritta, è stato adottato un criterio di scelta, in base al quale il modello è stato tarato. Si ottengono allora le seguenti curve:

- una curva "TUD-95"<sup>(2)</sup>, ad andamento monotono decrescente, che sottende almeno il 95% dei punti del campione degli scarti di stime di modello  $\Delta u_{\text{mod}}$  e il 100% degli scarti tra stime tra modello e idrometro  $\Delta u_{\text{idrom}}$ ;
- una curva "TUD-80", ad andamento monotono decrescente, che sottende almeno il 80% dei punti del campione degli scarti di stime di modello  $\Delta u_{\text{mod}}$  e il 100% degli scarti tra stime tra modello e idrometro  $\Delta u_{\text{idrom}}$ ;
- una curva "TUD-50", ad andamento monotono decrescente, che sottende almeno il 50% dei punti del campione degli scarti di stime di modello  $\Delta u_{\text{mod}}$  e almeno l'85% degli scarti tra stime tra modello e idrometro  $\Delta u_{\text{idrom}}$ ;

Ne risulta:

	<i>Curva "TUD-95"</i>	<i>Curva "TUD-80"</i>	<i>Curva "TUD-50"</i>
"a"	1200	2200	880
"b"	0.8	0.9	0.9
"c"	500	1500	1000

L'approccio seguito è di utilità dal punto di vista amministrativo per le valutazioni delle stime di portata a  $Tr=200$  anni, operate con altre metodologie e modelli.

### **3.4 Conclusioni**

Da quanto esposto si possono tratte le seguenti conclusioni.

L'approccio proposto al §3.3 mostra un indubbio adattamento sia all'insieme campionario di stime rappresentato dai valori di portata proposti dall'Autorità di Bacino del fiume Po, sia ai valori di portata stimati all'idrometro.

Si noti che il metodo fa riferimento esclusivamente alla differenza tra scarti di udometrici e non fornisce indicazioni sul valore udometrico della  $Q_{200}$ . Generalmente i valori delle stime udometriche  $u_{200}$  della portata duecentennale del modello VAPI sono superiori a:

$$u_{200} > 20A^{-0.5} \quad \text{con } 100 \text{ Km}^2 < A < 1000 \text{ Km}^2$$

Il metodo soffre di alcuni limiti, evidenti dal punto di vista teorico e pratico. Il principale consiste nel fatto che l'ottenimento delle curve è basato esclusivamente dal confronto tra stime VAPI e Autorità di bacino e tra stime VAPI e dati all'idrometro.

### **3.5 Considerazioni applicative**

Ciascuna delle curve TUD può essere assunta come limite di affidabilità o meno dell'incertezza di stima di una portata idrologica (condotta alla scala locale) rispetto a un valore di riferimento (VAPI). Le curve sono state denominate T.U.D., dall'acronimo ***Threshold of Udometric Deviance***.

2. L'acronimo deriva dall'inglese: *Threshold of Udometric Deviance*., come verrà discusso in seguito.

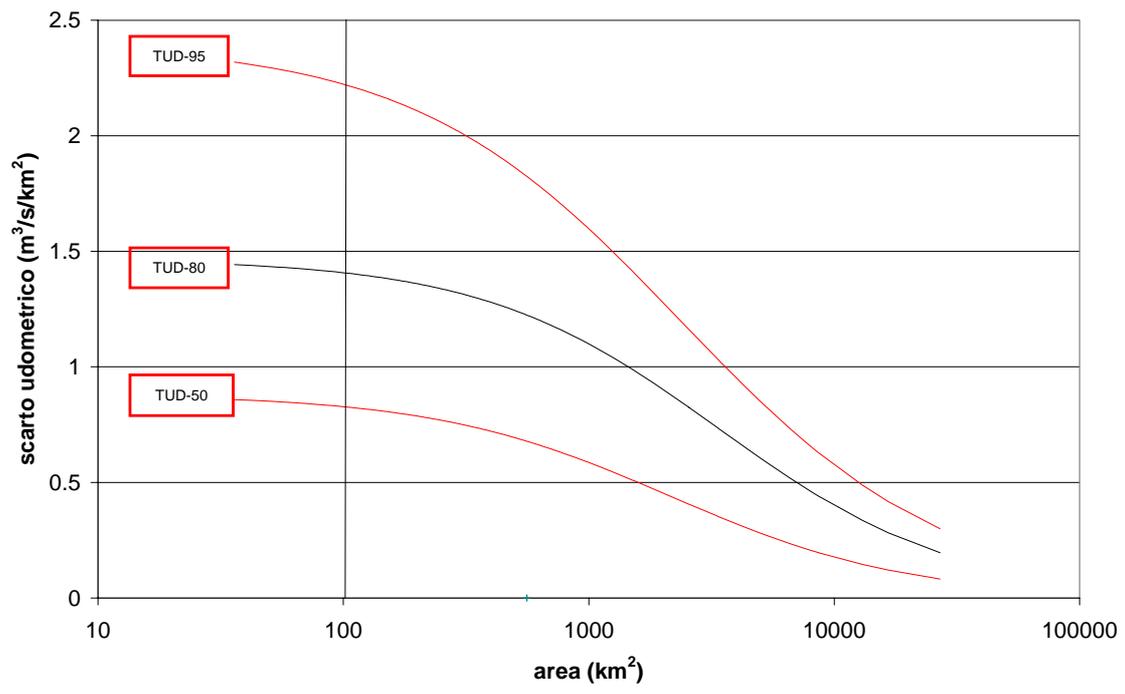


Figura 2. Andamento delle curve TUD

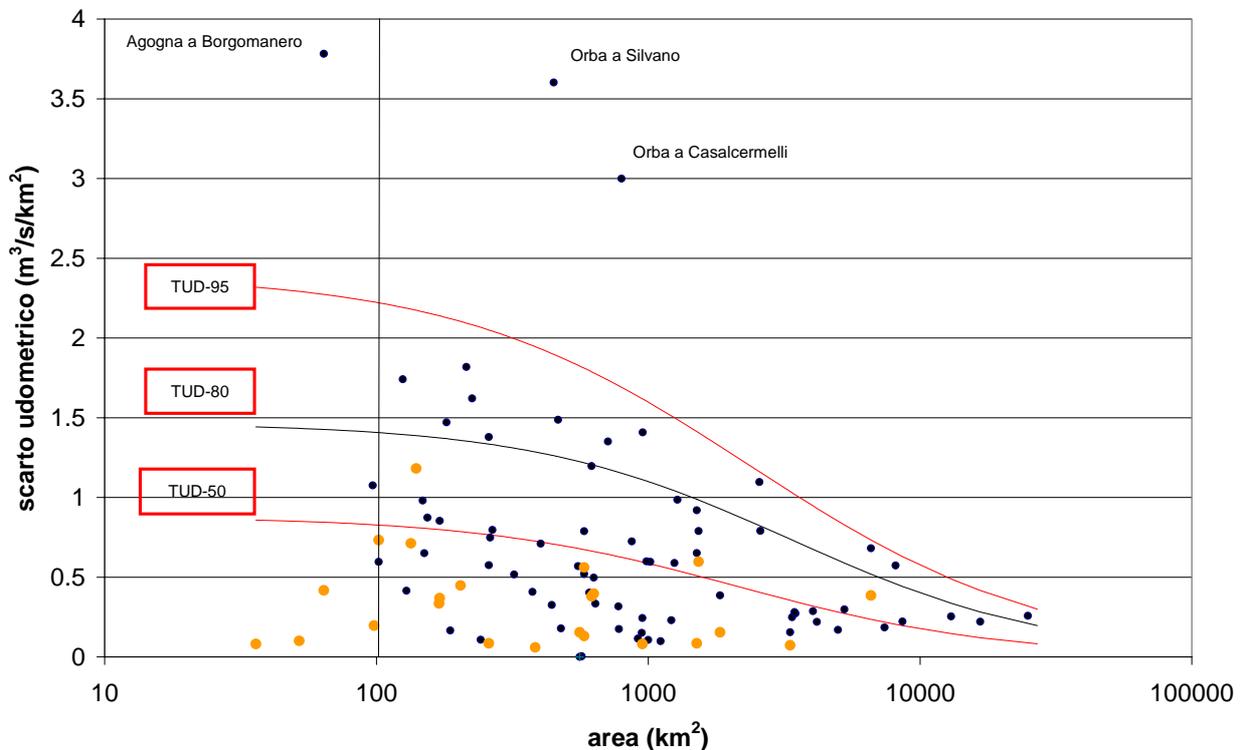


Figura 3. Andamento delle curve TUD. In nero, i punti  $\Delta u_{\text{mod}}$  e in arancione i punti  $\Delta u_{\text{idrom}}$

L'utilizzo di queste curve per la difesa del suolo è il seguente.

- ❑ Se si assume come *threshold* la curva *TUD-95*, implicitamente si ammette che siano affidabili, a livello idrologico, scarti tra valutazioni locali e valutazioni VAPI (in valore assoluto) compresi tra 0 e 2.2 per i bacini di 100 km<sup>2</sup> e circa tra 0 e 0.3 per i bacini di circa 25000 km<sup>2</sup>. Per tutti i casi di aree intermedie tra 100 km<sup>2</sup> e 25000 km<sup>2</sup>, il valore limite inferiore è ovviamente 0 e il valore superiore è dato dalla curva *TUD-95*.
- ❑ Se si assume come *threshold* la curva *TUD-80*, implicitamente si ammette che siano affidabili, a livello idrologico, scarti tra valutazioni locali e valutazioni VAPI (in valore assoluto) compresi circa tra circa 0 e 1.4 per i bacini di 100 km<sup>2</sup> e circa tra 0 e 0.19 per i bacini di circa 25000 km<sup>2</sup>. Per tutti i casi di aree intermedie tra 100 km<sup>2</sup> e 25000 km<sup>2</sup>, il valore limite inferiore è ovviamente 0 e il valore superiore è dato dalla curva *TUD-80*.
- ❑ Se si assume come *threshold* la curva *TUD-50*, implicitamente si ammette che siano affidabili, a livello idrologico, scarti tra valutazioni locali e valutazioni VAPI (in valore assoluto) compresi circa tra circa 0 e 0.82 per i bacini di 100 km<sup>2</sup> e circa tra 0 e 0.08 per i bacini di circa 25000 km<sup>2</sup>. Per tutti i casi di aree intermedie tra 100 km<sup>2</sup> e 25000 km<sup>2</sup>, il valore limite inferiore è ovviamente 0 e il valore superiore è dato dalla curva *TUD-50*.
- ❑ Se si assume come *threshold* l'asse delle x, si impone, sostanzialmente, che il valore di riferimento sia la stima del VAPI, in modo rigido.

La scelta del threshold di riferimento e, conseguentemente dello scostamento rispetto alle stime VAPI, deve essere operata in funzione delle caratteristiche del bacino considerato.