

CRITERI

per la

DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ RESIDUA IN AREE DIFESE DA INTERVENTI DI ARGINATURA INTERESSATI DA ORGANI DI SEZIONAMENTO

1. Premessa

Nel presente documento viene proposta una metodologia univoca per individuare le condizioni di pericolosità residua in aree difese da interventi di arginatura interessati da organi di sezionamento in corrispondenza di affluenti.

Tale individuazione attiene il livello progettuale, in quanto riguardante non tanto la definizione del quadro conoscitivo attuale o previsto in funzione delle caratteristiche dei corsi d'acqua interessati, ma risultante piuttosto strettamente conseguente alla progettazione e realizzazione di opere di arginatura e di chiusura. Inoltre, gli elementi che consentono di addivenire a tale individuazione sono di estremo dettaglio rispetto a quello della pianificazione di bacino, e sono acquisibili solo attraverso lo studio e la progettazione specifica delle opere.

Peraltro, i risultati di tali approfondimenti in termini di aree pericolose o di aree da eventualmente mantenere a disposizione della laminazione, costituiranno aggiornamento del Piano di Bacino a seguito della realizzazione delle opere.

Poiché allo stato attuale si registra un rilevante numero di progettazioni relative ad arginature, in particolare relative al fiume Magra a valle della confluenza Magra-Vara, da sottoporre a breve all'esame del C.T. per l'espressione dei pareri previsti, che presentano la problematica di cui sopra, si rende necessario definire criteri omogenei ed univoci, al fine di garantire che a territori soggetti a stessi tipi di pericolo o rischio corrisponda lo stesso livello di protezione e di regime normativo.

Pertanto si illustra nel seguito la proposta di metodologia da applicarsi agli affluenti dei corsi d'acqua principali intercettati dalle arginature in fase di progettazione e/o realizzazione, al fine della valutazione dei volumi che si debbono laminare a tergo argini in caso di eventi di piena concomitanti tra il ricettore e gli affluenti stessi, laddove la loro immissione sia controllata da organi di sezionamento.

2. Aree di invaso dovute alla laminazione delle portate di piena degli affluenti del corso d'acqua principale che defluiscono nel ricettore attraverso opere di sezionamento

In corrispondenza delle arginature di un corso d'acqua principale, quale in particolare il F. Magra, il deflusso degli affluenti è regolato da cosiddetto organi di sezionamento, che, al fine di difendere le aree circostanti dalle esondazioni del corso d'acqua principale, impediscono alle acque del ricettore di risalire i rii minori che in esso confluiscono e, di conseguenza, permettono il deflusso delle acque degli affluenti solo quando i livelli del ricettore stesso sono sufficientemente bassi.

È evidente che nella fase di chiusura di tali organi di sezionamento le acque dei rii minori in arrivo nello stesso lasso di tempo non sono più in grado di defluire nel ricettore e quindi si espanderanno nel territorio circostante.

Laddove il deflusso di colatori minori nel corso d'acqua principale avvenga tramite manufatti di attraversamento del corpo arginale, è necessario prevedere aree di laminazione o di espansione ove possano essere invasati i volumi d'acqua che non trovano recapito nel ricettore durante la fase di chiusura delle opere di sezionamento.

L'individuazione di tali aree è piuttosto complessa sotto il profilo tecnico-scientifico, e soggetta a notevoli incertezze di tipo statistico-probabilistico, soprattutto qualora si voglia associare alle aree

individuate una probabilità di evenienza confrontabile con le altre definite nell'ambito della pianificazione di bacino.

Tenuto conto, tuttavia, della necessità di individuare una metodologia omogenea sul territorio, si definiscono alcuni criteri generali, che seppur relativamente semplici ed immediati nell'applicazione, consentono di individuare in modo adeguato le aree di cui trattasi ai fini della conoscenza delle condizioni di pericolosità e rischio e del conseguente aggiornamento del quadro conoscitivo del piano di bacino.

A tal fine, nel seguito si precisano l'ambito di applicazione dei criteri in oggetto, gli eventi idrologici da considerare e modalità di perimetrazione.

Considerata la complessità della materia e le possibili peculiarità dei singoli casi, fermi restando i principi generali sottesi ai criteri che seguono, permane la possibilità, in casi specifici e particolarmente complessi, di richiedere, o produrre, analisi di maggior dettaglio nella definizione delle aree di espansione dei volumi di piena dagli affluenti.

2.1 Ambito di applicazione

In linea generale, la definizione delle aree di espansione delle piene non più contenute dagli affluenti in caso di chiusura degli organi di sezionamento, e quindi delle aree di laminazione retro argine, riguarda tutti i corsi d'acqua interessati da opere di sezionamento, appartenenti sia al reticolo idrografico significativo sia a quello non significativo, così come individuato nella cartografia del PAI. Nel caso di colatori minori interferenti con le arginature ma non cartografati nel PAI, devono essere determinate ugualmente le aree di laminazione a tergo, demandando la valutazione del loro inserimento nella cartografia del piano relativa al reticolo idrografico alla fase di aggiornamento dello stesso.

2.2 Eventi idrologici da considerare

Ai fini della perimetrazione delle aree di espansione di cui trattasi nell'ambito del piano di bacino, si ritiene sufficiente, almeno in prima approssimazione, determinare i volumi delle acque in arrivo negli affluenti quando gli organi di sezionamento presenti non ne consentono il loro deflusso nel corpo idrico ricettore (F. Magra).

L'entità di tali volumi dipende dalle caratteristiche e dalla capacità di deflusso dell'affluente, dalle caratteristiche degli organi di sezionamento e dai loro tempi e modalità di chiusura, oltretutto, naturalmente, dal tempo di ritorno caratteristico delle piene considerate.

Sulla base dei criteri con cui si sono perimetrare e disciplinate le aree pericolose nel PAI, appare ragionevole individuare aree di massima interessate da eventi con tempi di ritorno 30e 200 anni, in modo da potervi associare, per quanto possibile, normative già esistenti.

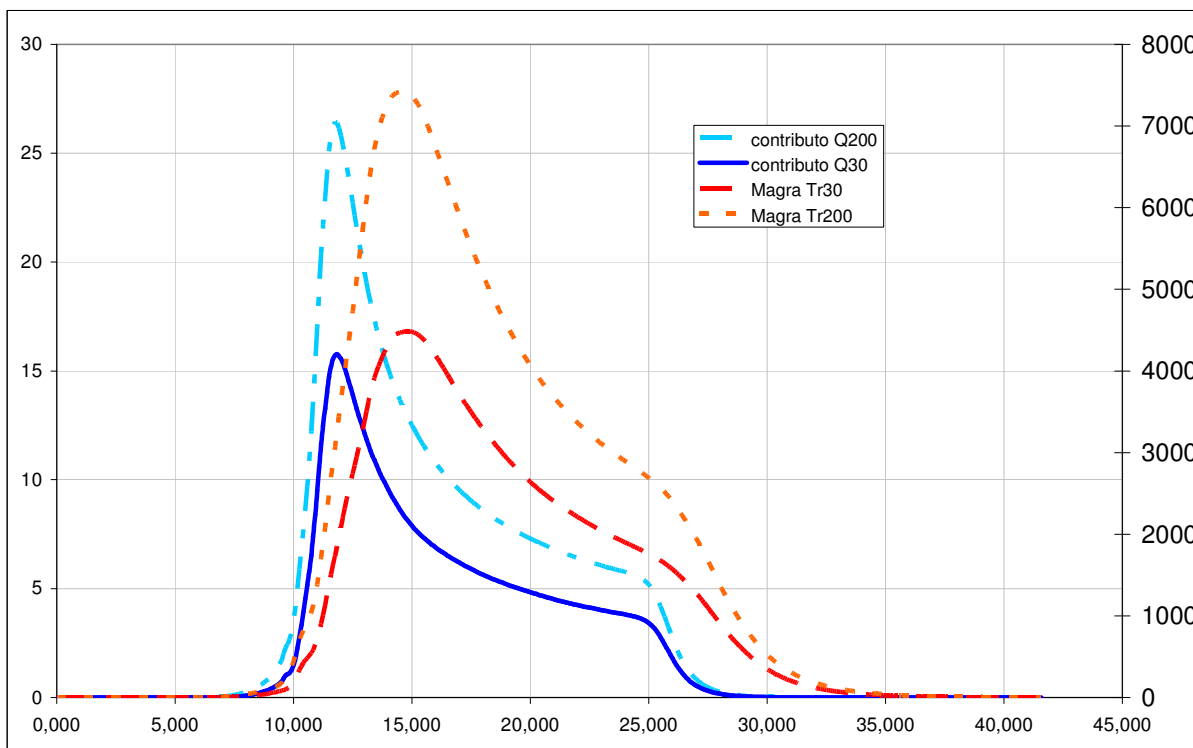
L'idrogramma di piena dell'affluente in occasione dell'evento di piena del corso d'acqua principale può essere calcolato sulla base delle seguenti considerazioni:

- l'evento meteorico che genera l'evento di piena su fiume Magra presenta una distribuzione delle precipitazioni che interessa di norma tutto il bacino;
- la precipitazione che interessa tutto il bacino del Magra presenta una intensità media ridotta rispetto a quella misurabile localmente;
- è ragionevole assumere che la piena dell'affluente in occasione dell'evento del Magra sia generata dalla stessa intensità di precipitazione che ha cimentato tutta la porzione del bacino situata a monte della sezione di confluenza (bacino dell'affluente incluso).

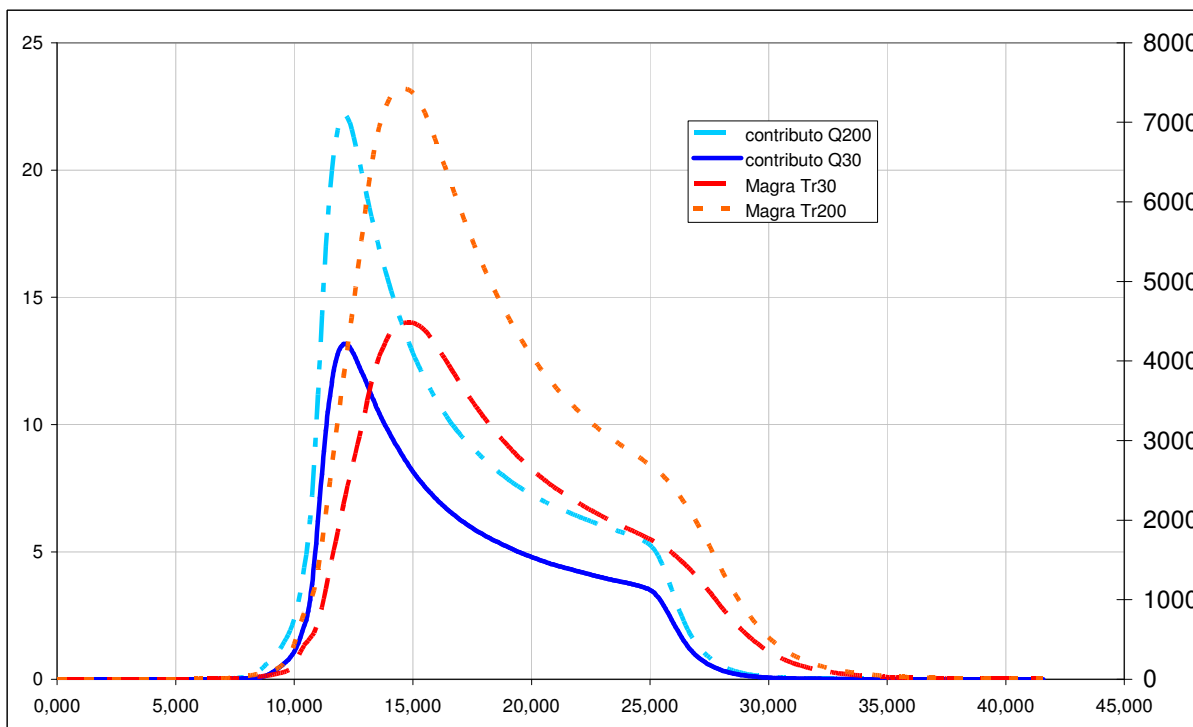
Pertanto, per l'individuazione delle aree di laminazione di affluenti con opere di sezionamento alla confluenza si stabilisce di prendere in considerazione l'idrogramma di piena che rappresenta il contributo dell'affluente alla piena del corso d'acqua ricettore per un dato tempo di ritorno.

Tale idrogramma può essere determinato con il modello matematico-numerico in uso presso l'Autorità di Bacino e pertanto essere fornito direttamente ai progettisti per i singoli affluenti di interesse.

A titolo di esempio, si riportano di seguito alcuni esempi, che riportano l'idrogramma di piena transitante nel fiume Magra per i tempi di ritorno caratteristici (T30 e T200) ed il contributo a tale idrogramma per il Torrente Arcola e il Canale Ressora, affluenti di destra della bassa val di Magra.



Esempio di “contributo” alla confluenza Ressora – Magra: in ordinate le portate in mc/sec del Magra (a destra) e del Ressora (a sinistra), in ascisse il tempo in ore.



Esempio di “contributo” alla confluenza Arcola – Magra: in ordinate le portate in mc/sec del Magra (a destra) e dell’Arcola (a sinistra), in ascisse il tempo in ore.

In tal modo i volumi da smaltire in eccesso, da determinarsi con la metodologia descritta nel seguito, occupano aree che possono essere equiparate ad aree inondabili per un tempo di ritorno pari a quello dell'evento nel corso d'acqua ricettore.

2.3 Metodologia di individuazione dei volumi da laminare

Per valutare i volumi da laminare a tergo delle arginature, si deve innanzitutto determinare la portata del ricettore per cui non è più possibile il deflusso libero delle acque; successivamente si deve calcolare il tempo per cui tale deflusso non è possibile.

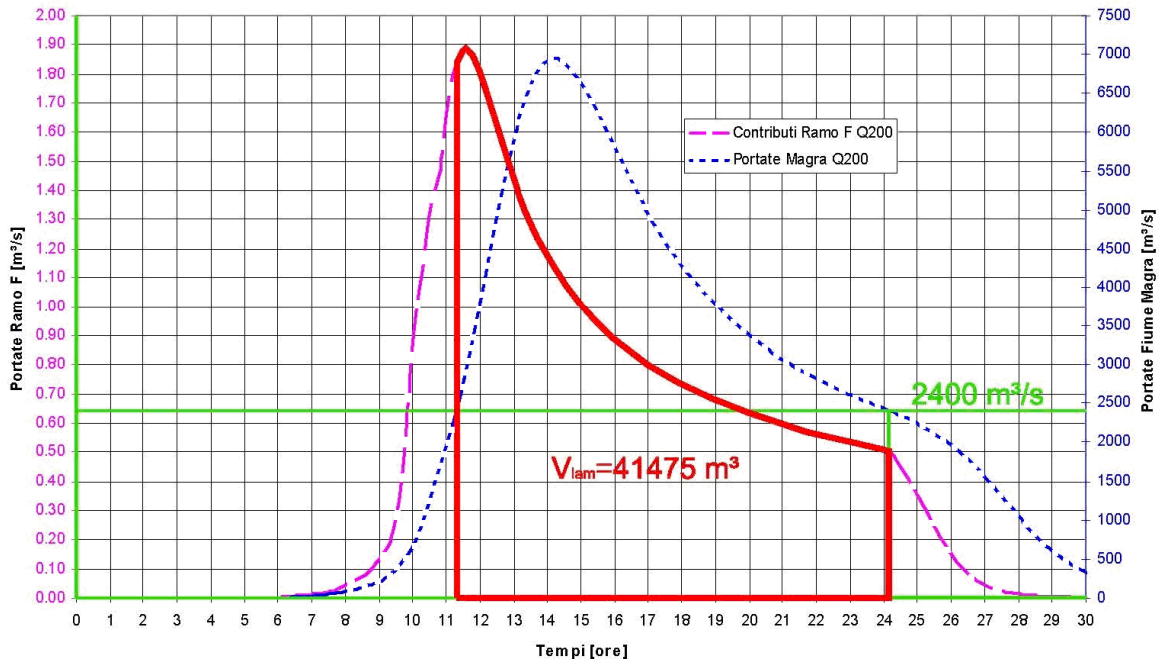
Nel caso di organi di sezionamento del tipo porte vinciane o valvole clapet è necessario associare all'idrogramma di piena i corrispondenti livelli in funzione del tempo. Tale valutazione deve essere fatta, quindi, mediante una scala di deflusso del Magra nella sezione di interesse, che in base alla portata fornisce il livello del fiume in quella sezione; tale livello deve essere confrontato con il livello che determina la chiusura della struttura al fine di determinare il tempo di chiusura sezionamento.

Nel caso di organi di regolazione manuali, il calcolo dei volumi da invasare deve comunque avvenire sulla base del tempo di chiusura previsto.

Partendo, quindi, dalla conoscenza della portata del Magra che determina la chiusura della struttura, si individua il periodo in cui non è possibile all'affluente defluire e, conseguentemente, la parte dell'idrogramma dell'affluente che deve essere invasato a monte delle arginature nel periodo corrispondente a tale chiusura. L'integrazione di questa parte di idrogramma fornisce il volume cercato.

A titolo esemplificativo, tale metodologia è illustrata schematicamente per il tempo di ritorno Tr200 anni nella figura che segue, riferita al colatore del f. Magra detto "Ramo F", che confluisce in sponda destra nella zona della piana di Ameglia. Nella figura la linea in verde, pari a 2400 m³/s, corrisponde alla portata del Fiume Magra per la quale si ha la chiusura della struttura di sezionamento. Attraverso l'intersezione di tale linea con l'idrogramma del ricettore, sono individuati i momenti di chiusura ed apertura delle opere, in corrispondenza dei quali è individuato sull'idrogramma del contributo dell'affluente la parte di idrogramma che non trova più recapito nel ricettore. L'area sottesa a tale porzione di idrogramma, indicata in rosso nella figura, fornisce il volume corrispondente, nel caso specifico pari a circa 41.475 mc.

Contributo Ramo F Q₂₀₀



Evento Tr200 anni alla confluenza “Ramo F” – Magra: esempio di “taglio” dei volumi sottesi all'idrogramma dell'affluente in quanto in grado di scaricarsi liberamente nel ricettore.

Il volume così calcolato si basa sull'assunzione che tutta la portata idrologica, e quindi il corrispondente volume, arrivi alla sezione di confluenza.

Tale assunzione è, in generale, cautelativa, poiché in molti casi non tutto il volume così determinato è in grado di raggiungere realmente la struttura, in quanto la capacità di deflusso dell'affluente spesso è inferiore a quello della portata massima dell'idrogramma. Per tale motivo alla struttura arriveranno solo i volumi della parte di idrogramma con portata inferiore alla portata limite corrispondente alla soglia di esondazione.

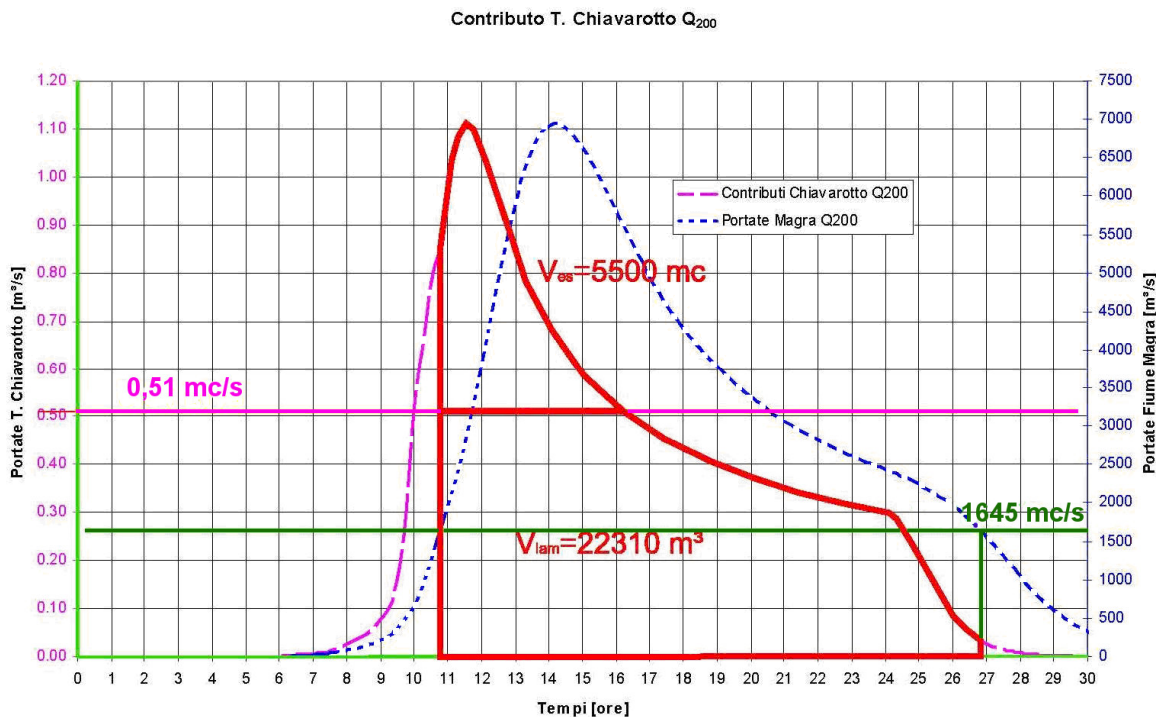
Chiaramente la determinazione della capacità di deflusso complessiva dell'affluente e della sua esondabilità andrebbe valutata in dettaglio nell'ambito di uno studio idraulico dell'intero affluente, non oggetto, di norma, della progettazione delle opere di arginatura in questione.

Appare quindi ragionevole determinare di norma le aree di espansione a tergo delle arginature sulla base dei volumi totali che possono arrivare alla sezione di chiusura solo sulla base delle valutazioni idrologiche, anche nell'ottica della semplicità di applicazione.

Peraltro solo in casi in cui si può assumere con ragionevole certezza, sulla base di adeguate considerazioni tecniche da parte dei progettisti, attraverso l'analisi della capacità di deflusso dell'ultima struttura o “sezione di controllo” sull'affluente stesso a monte della confluenza con il ricettore, che non tutti i volumi raggiungano la sezione di confluenza per la presenza di opere o configurazioni d'alveo che ne condizionano la capacità di deflusso, l'analisi che segue può essere effettuata solo con i volumi che possono effettivamente arrivare alla struttura di sezionamento allo stato attuale.

Nel caso, pertanto, sia stata individuata una portata massima smaltibile dall'affluente in prossimità delle opere di sezionamento, a causa di condizioni che ragionevolmente sono stabili nel tempo e comunque soggette a verifiche da parte delle autorità competenti in caso di loro variazione, questa può essere considerata come portata “limite”, operando quindi un “taglio” dell'idrogramma del colatore su tale valore. Il volume da laminare a tergo dell'arginatura sarà di conseguenza la differenza tra il volume totale precedentemente determinato con quello che non può raggiungere la sezione di sezionamento in quanto senz'altro esondato nel tratto più a monte.

L'applicazione della metodologia è schematicamente illustrata per il tempo di ritorno Tr_{200} anni nella figura che segue, riferita al T. Chiavarotto, che confluisce in sponda destra nel tratto terminale del Fiume Magra. Avendo appurato che la capacità massima di deflusso risulta pari a $0,51 \text{ mc/s}$, è possibile escludere il volume sotteso all'idrogramma al di sopra di tale soglia ($V_{es}=5.500 \text{ mc}$), individuando come volume da laminare a tergo delle arginature la parte sottostante ($V_{lam}=22.310 \text{ mc}$).



Evento Tr_{200} anni alla confluenza Chiavarotto – Magra: esempio di ulteriore “taglio” dei volumi sottesi all'idrogramma dell'affluente in quanto non smaltibili dal tratto di monte dello stesso.

Va chiarito comunque che l'operazione di “taglio” dell'idrogramma può essere effettuata solo nei casi in cui si può ipotizzare che i volumi laminati nei tratti di monte dell'affluente non siano comunque in grado di raggiungere l'opera di sezionamento durante il tempo di chiusura dello stesso.

Qualora non si intenda definire il tempo di chiusura dell'opera di sezionamento, come ad esempio nel caso di opere di scarsa rilevanza associate a bacini di drenaggio molto modesti, ovvero qualora non sia stata individuata la portata massima smaltibile da parte dell'affluente, deve, di norma, essere considerato tutto il volume sotteso all'intero idrogramma.

L'operazione di determinazione del volume di laminazione deve essere effettuata per ogni affluente almeno per i tempi di ritorno Tr_{30} e Tr_{200} (salvo i casi di arginature sul corso d'acqua principale idonee al contenimento della sola piena con eventi con Tr_{30} , per le quali la procedura risulta significativa solo per eventi con Tr_{30} anni).

2.4 Perimetrazione aree di laminazione a tergo delle arginature in corrispondenza di colatori minori

Sulla base dei volumi di laminazione determinati con la procedura sopra illustrata, ed associati, di massima, ai tempi di ritorno di 30 e 200 anni, vanno individuate le aree potenzialmente allagabili da tali volumi e, ove possibile, i tiranti idrici che vi si possono realizzare.

Le aree possono essere determinate, in prima approssimazione, attraverso l'identificazione delle aree che sulla base della relativa topografia permettono di invasare il volume determinato. Non si tratta quindi di uno studio di dettaglio dell'esondazione che si realizzerebbe in caso di concomitanza degli eventi e chiusura degli organi di sezionamento, ma si ritiene una determinazione comunque significativa ed affidabile in considerazione del fenomeno di cui si tratta e della finalità normativa oggetto dei presenti criteri.

Al fine di distribuire i volumi in eccesso sul terreno circostante le immissioni degli affluenti e le aree inondabili dovute alla laminazione, è comunque necessaria la ricostruzione planoaltimetrica di tali aree, attraverso rilievi di dettaglio delle aree a tergo delle arginature potenzialmente interessate, od almeno ad un DTM di dettaglio sufficiente laddove disponibile.

In casi particolarmente complessi, può invece risultare opportuno anche uno studio di maggior dettaglio che integri la determinazione di prima approssimazione di cui sopra.

Per l'evento con Tr500 anni l'operazione risulta, in generale, superflua in quanto le aree a tergo delle arginature risultano comunque già ricomprese nella classe "*Aree a pericolosità idraulica bassa (aree difese da interventi di sistemazione idraulica)*", equivalente sotto il profilo normativo.

Si osserva che per la perimetrazione delle aree di laminazione deve essere tenuto conto anche della possibile sovrapposizione con le eventuali aree di esondazione residua del corso d'acqua principale, operando la sommatoria dei volumi (non dei battenti).

Le stesse aree inondabili così determinate possono essere analizzate in termini di "Ambiti Normativi", in coerenza con i criteri del PAI vigente.

In generale queste aree, pur non avendo applicato modellazioni che consentano di calcolare la velocità di scorrimento, trattandosi di aree di laminazione (ragionevolmente quindi che si allagano con velocità assimilabili ad acque quasi ferme), possono essere trattate, e conseguentemente perimetrate anche in termini di ambiti normativi, utilizzando i limiti H/V indicati dal PAI per le aree dove è nota anche la velocità di scorrimento, associando ai tiranti idrici velocità molto basse (indicativamente inferiori a 0,5 m/s), o eventualmente anche nulle.

Le determinazioni di cui sopra devono far parte della progettazione, almeno a livello definitivo, delle opere di difesa sul ricettore principale, in quanto le aree di laminazione risultano complementari alle stesse ai fini del corretto funzionamento ed efficacia delle opere progettate.

Riguardo al dimensionamento delle opere di sezionamento, in mancanza della definizione di uno stato di progetto complessivo per l'affluente, in linea generale, l'obiettivo della progettazione deve essere quello di raggiungere, dove possibile, un dimensionamento tale da far transitare tutta la portata idrologica in arrivo dall'affluente o, quantomeno, tale da poter essere facilmente adattato al deflusso di tale portata. Considerata la complessità e la molteplicità dei casi possibili tale aspetto potrà essere valutato di volta in volta.

Infine nel caso in cui la pericolosità residua dovuta alla laminazione delle portate di piena degli affluenti del corso d'acqua principale dovesse risultare, in termini di ambiti normativi, a pericolosità elevata, potranno essere previsti opportuni interventi di riduzione della pericolosità, quali, a titolo di esempio il collegamento del tratto terminale del corso d'acqua con aree libere di laminazione classificabili in FRF, la previsione di canali che intercettino i colatori, o la previsione di impianti idrovori o anche soluzioni miste.

Sulla base delle risultanze delle valutazioni sopra illustrate, verrà individuato il quadro conoscitivo e pianificatorio da adottarsi nell'aggiornamento del piano vigente a seguito della realizzazione delle opere.

Di norma si applicherà alle aree così determinare la disciplina propria delle aree inondabili e/o degli ambiti normativi, dove possibile.

In particolare, considerato che, come detto, le aree di laminazione sono strettamente connesse alle opere idrauliche da realizzarsi ed anzi sono ad esse complementari, sarà valutato caso per caso, ed in coerenza con i criteri generali del PAI, l'opportunità di ricomprendere tali aree nella Fascia di Riassetto Fluviale, sulla base di elementi quali il livello di pericolosità relativa e la presenza di tessuto urbano e/o altri manufatti o la necessità di prevedere vere e proprie opere idrauliche quali casse di laminazione arginate.

3. Perimetrazione della pericolosità residua complessiva

Si ricorda che, nell'ambito del PAI vigente, a seguito della realizzazione di opere di difesa idraulica è prevista la perimetrazione della pericolosità residua. In aree difese da opere arginali tale pericolosità residua deriva in generale dalla:

- pericolosità residua del corso d'acqua principale (oggetto dell'intervento);
- pericolosità idraulica propria degli affluenti del corso d'acqua principale, indipendente dalla presenza dall'opera idraulica, ovvero in condizioni di deflusso libero del colatore minore nel ricettore principale;

oltre, naturalmente, alla pericolosità dovuta alla necessità di laminazione dei volumi che non trovano recapito nel ricettore principale in caso di concomitanza degli eventi, come descritto ai paragrafi precedenti.

I criteri di individuazione della pericolosità residua di cui ai primi due punti sono già contenuti nel PAI ed usualmente applicati nella determinazione delle aree inondabili a diversi tempi di ritorno.

Per quanto riguarda la valutazione del livello di pericolosità proprio degli affluenti, si ricorda che la stessa è prevista nell'ambito del PAI nelle sue fasi aggiornamento solo per i corsi d'acqua appartenenti al reticolo significativo sui quali si applicano le NdA e per i quali le stesse assumono carattere vincolante. Laddove non sia effettuata la perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità, opera comunque la disciplina dei cosiddetti "tratti non studiati".

Nel caso del reticolo classificato dal PAI come non significativo, anche qualora interferente con le opere di difesa, non verrà effettuata nell'ambito del PAI la perimetrazione delle aree inondabili; ma la stessa sarà demandata al Comune nell'ambito dei propri strumenti di pianificazione (strumenti urbanistici e/o di protezione civile), ai sensi delle NdA.

Ai fini della perimetrazione complessiva che tenga conto contemporaneamente dei tre elementi su indicati, sia in termini di aree inondabili che di ambiti normativi, si assume, in generale, la classe più cautelativa tra le diverse perimetrazioni, senza quindi effettuare la sommatoria dei battenti che si realizzano nei diversi scenari (ma solo la sommatoria dei volumi di laminazione con gli eventuali volumi di esondazione residua del corso d'acqua principale, come specificato in precedenza).