

REGIONE CALABRIA

ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI - AUTORITA' DI BACINO REGIONALE

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

(ai sensi dell'art. 1-bis della L. 365/2000, dell'art.17 Legge 18 maggio 1989 n. 183, dell'art.1 Legge 3 agosto 1998 n. 267)

LINEE GUIDA SULLE VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELLE INFRASTRUTTURE INTERFERENTI CON I CORSI D'ACQUA, SUGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE, SULLE PROCEDURE PER LA CLASSIFICAZIONE DELLE AREE D'ATTENZIONE E L'AGGIORNAMENTO DELLE AREE A RISCHIO INONDAZIONE

- **Testo licenziato dal Comitato Tecnico - seduta del 15.07.2002**
- **Approvazione Comitato Istituzionale - seduta del 31.07.2002**
- **Documento composto da 32 pagine**

CAPITOLO 1	4
1.1 Premessa	4
1.2 Ambiti di applicazione	5
CAPITOLO 2	6
2.1 Premessa	6
2.2 Inquadramento generale dell'area e assetto geometrico dell'alveo	6
2.3 Individuazione delle opere di difesa idraulica e dei manufatti interferenti	7
2.4 Caratteristiche morfologiche e granulometriche dell'alveo	7
2.5 Portate di progetto	8
2.6 Modalità di deflusso in piena ed effetti degli interventi in progetto	9
2.6.1 Metodo di calcolo	9
2.6.2 Condizioni fisiche di riferimento per la progettazione di nuove opere	9
CAPITOLO 3	11
3.1 Interventi ordinari per la mitigazione del rischio	11
3.1.1 Interventi di manutenzione ordinaria	11
3.1.2 Interventi di idraulica forestale	12
3.1.3 Interventi di rinaturazione	12
3.2 Interventi di manutenzione straordinaria per il ripristino della sezione idraulica mediante asporto di materiale	13
CAPITOLO 4	15
4.1 Progettazione di ponti, viadotti, attraversamenti, costituenti parte di qualsiasi infrastruttura a rete.	15
4.1 Verifica dei ponti esistenti e condizioni di esercizio transitorio	17
4.2 Progettazione di arginature	18
CAPITOLO 5	19
5.1 Aree d'attenzione	19
5.2 Aggiornamento perimetrazioni aree a rischio	19

APPENDICE A	21
APPENDICE B	27
APPENDICE C	31
APPENDICE D	32

CAPITOLO 1

ASPETTI GENERALI

1.1 Premessa

La presente direttiva è emanata quale atto d'indirizzo con riferimento ai casi espressamente previsti dalle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia del PAI, fermo rimanendo il quadro normativo nazionale e regionale.

Le Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia (nel seguito indicate come Norme di Attuazione) del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Calabria approvato in data 28/12/2001 all'art.1 (Finalità) comma 3 prevedono che:

“Le finalità del PAI sono perseguite mediante

..... omissis

- *l'individuazione di interventi finalizzati al recupero naturalistico ed ambientale, nonché alla tutela ed al recupero dei valori monumentali ed ambientali presenti e/o alla riqualificazione delle aree degradate;*
- *l'individuazione di interventi su infrastrutture e manufatti di ogni tipo, anche edilizi, che determinino rischi idrogeologici, anche con finalità di rilocalizzazione;*
- *..... omissis*
- *la moderazione delle piene, la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua;*
- *la definizione dei programmi di manutenzione;*
- *l'approntamento di adeguati sistemi di monitoraggio;*
- *la definizione degli interventi atti a favorire il riequilibrio tra ambiti montani e costieri con particolare riferimento al trasporto solido ed alla stabilizzazione della linea di riva”.*

All'art. 2 (Aggiornamento e pubblicità del PAI) prevedono che:

“ E' espressamente previsto, da parte dell'ABR, il periodico aggiornamento del PAI in termini sia di conoscenza sia di approfondimenti specifici trattandosi di uno strumento dinamico della pianificazione di bacino. .. omissis ..”

Obiettivo della presente direttiva è quello di garantire omogeneità di analisi sul territorio valorizzando i dati conoscitivi esistenti per una corretta progettazione degli interventi di mitigazione del rischio, per l'eventuale aggiornamento delle perimetrazioni delle aree a rischio e di attenzione e per un corretto sviluppo della pianificazione territoriale.

Nei successivi paragrafi sono trattati in particolare:

- a) i contenuti dello studio idrologico - idraulico;
- b) gli interventi ordinari per la mitigazione del rischio quali:
 - la manutenzione ordinaria;

- gli interventi di idraulica forestale;
 - gli interventi di rinaturazione;
- c) gli interventi di manutenzione straordinaria per il ripristino della sezione idraulica mediante asporto di materiale;
- d) la progettazione e verifica delle opere che interagiscono con la rete idrografica:
- ponti, viadotti e attraversamenti, compresi i relativi rilevati d'accesso, costituenti parte di qualsiasi infrastruttura a rete;
 - arginature;
- e) requisiti minimi per la richiesta di modifica della perimetrazione di:
- aree di attenzione;
 - aree classificate a rischio (R1-R4).

1.2 Ambiti di applicazione

Dovranno essere dotate di studio idrologico-idraulico redatto in conformità alla presente direttiva:

- 1) le richieste di aggiornamento delle aree perimetrate ai sensi dell'art. 2 comma 2 delle Norme di Attuazione;
- 2) le richieste di classificazione della pericolosità delle aree d'attenzione ai sensi dell'art. 24 comma 2 delle Norme di Attuazione;
- 3) le istanze di modifica della perimetrazione delle aree a rischio d'inondazione molto elevato ed elevato ai sensi dell'art. 25 commi 1 e 2 delle Norme di Attuazione;
- 4) la progettazione degli interventi di cui all'art. 21 comma 2 lettere e), g), i), j), k);
- 5) la progettazione di grandi opere infrastrutturali quali strade di categoria A e B , ferrovie, reti di servizio (gasdotti, oleodotti, etc.).
- 6) le verifiche di cui all'art.30 delle Norme di Attuazione;
- 7) le verifiche di compatibilità dei progetti interferenti con i corsi d'acqua ai sensi dell'art. 26 delle Norme di Attuazione non rientranti alla precedente lettera d.

Sono da sottoporre a specifico parere dell'Autorità di Bacino tutti gli studi ricadenti nelle tipologie riportate ai punti 1), 2), 3), 4) lettere e) e g), 5). Per gli studi di cui al punto 7) è comunque richiesta la trasmissione all'ABR, per conoscenza, della documentazione comprensiva del progetto.

CAPITOLO 2

CONTENUTI DELLO STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO

2.1 Premessa

Lo studio idrologico - idraulico è rivolto alla valutazione del regime idraulico tipico del corso d'acqua in esame anche in relazione ad interferenze esercitate da eventuali opere idrauliche presenti o in progetto, con particolare attenzione ai fenomeni di piena.

Lo studio deve essere redatto in maniera chiara ed esauriente ed essere accompagnato dai dati necessari per consentire una puntuale verifica di tutti i calcoli eseguiti. Il professionista che utilizzi nel suo studio idrologico-idraulico codici di calcolo o software specialistici deve fornire le specifiche dei prodotti impiegati ed i risultati parziali di calcolo (es. ietogramma di progetto, dati dell'idrogramma unitario istantaneo IUH, ecc.).

L'ampiezza e l'approfondimento dello studio e delle indagini che ne costituiscono la base dovranno essere commisurati al grado di elaborazione del progetto generale.

Responsabile dello studio deve essere un ingegnere abilitato per il settore "Civile ed Ambientale" ai sensi del D.P.R. n. 328/2001.

Lo studio deve contenere idonei elaborati tali da definire compiutamente per il tronco in esame:

- a) l'assetto geometrico;
- b) le opere di difesa idraulica ed i manufatti interferenti;
- c) le caratteristiche morfologiche e granulometriche;
- d) la stima delle portate di piena;
- e) le modalità di deflusso in piena e gli effetti degli eventuali interventi in progetto.

Nel caso di bacini soggetti a fenomeni di dissesto diffuso, tali da generare fenomeni di trasporto di sedimenti di notevole intensità, si suggerisce un intervento congiunto e coordinato delle professionalità dell'ingegnere e del geologo.

Tutti gli elaborati cartografici prodotti dovranno essere consegnati, possibilmente, anche su supporto informatico per l'aggiornamento della banca dati regionale.

2.2 Inquadramento generale dell'area e assetto geometrico dell'alveo

Per il corretto inquadramento dell'area è necessario corredare lo studio idrologico-idraulico della seguente cartografia di base:

- una corografia generale del bacino idrografico di interesse che fornisca un'immagine chiara dei luoghi in scala maggiore o uguale 1:25000. Per bacini di grande dimensione è opportuno predisporre un quadro d'unione utilizzando basi topografiche a scala minore;
- cartografia geologica, geomorfologia, idrogeologica disponibile per la zona in esame ai fini della comprensione spazio-temporale della sua evoluzione in scala adeguata alla comprensione delle informazioni;

- uno stralcio della Carta dell'uso del suolo in scala maggiore o uguale 1:50000;

Nel caso di analisi condotta nell'ipotesi di moto monodimensionale, la cartografia di dettaglio dovrà contenere:

- planimetrie in scala maggiore o uguale 1:5000;
- profili longitudinali altimetrici in scala maggiore o uguale a 1:5.000/500;
- sezioni rilevate in scala maggiore o uguale ad 1:500.

Nel caso di analisi bidimensionale, i calcoli dovranno essere corredati anche del piano quotato di partenza utilizzato per derivare le caratteristiche plano-altimetriche inserite nel codice di calcolo.

Le sezioni e le planimetrie devono:

- essere estese in modo sufficiente a caratterizzare tutto il tronco in studio;
- rappresentare la geometria attuale dell'alveo evidenziandone le singolarità (variazioni di pendenza, variazioni di scabrezza, presenza di ponti, briglie, etc.) e le variazioni della sezione lungo il tratto in indagine;
- utilizzare le quote altimetriche in valore assoluto, tramite appoggio a capisaldi IGM.

Deve essere assicurata la congruenza delle quote di rilievo con le quote della carta di appoggio.

2.3 Individuazione delle opere di difesa idraulica e dei manufatti interferenti

Le opere di difesa idraulica ed i manufatti presenti sul tronco di corso d'acqua in esame vanno individuati e censiti sulla base di idonee schede predisposte dall'ABR. Le stesse opere devono essere riportate sulla cartografia di cui al punto precedente.

La caratterizzazione dell'assetto delle opere di difesa esistenti nel tratto di corso d'acqua va svolta attraverso i seguenti elementi principali:

- rilevamento della consistenza (dimensioni, tipologia, stato di conservazione);
- analisi della funzionalità delle opere in relazione al contenimento delle piene, al controllo delle modificazioni morfologiche dell'alveo e alle possibili interazioni con le infrastrutture e gli insediamenti esistenti.

Vanno, inoltre, individuati e riportati sulla cartografia generale di cui al precedente punto 2.2 gli eventuali insediamenti e le infrastrutture presenti sul tronco di corso d'acqua nonché tutte le opere interferenti con l'alveo pianificate ma non ancora realizzate.

E' necessario altresì rilevare tutti gli elementi conoscitivi utili all'individuazione dello stato di rischio idraulico attuale, nonché le modificazioni dello stato di rischio eventualmente conseguenti alla realizzazione dell'intervento.

2.4 Caratteristiche morfologiche e granulometriche dell'alveo

La caratterizzazione morfologica dell'alveo, ove possibile, deve :

- definire la tendenza morfo-evolutiva dell'alveo e dei versanti anche in relazione al grado di

sistemazione idraulica presente o eventualmente in progetto; fornire analisi generale dell'alveo fluviale per localizzare eventuali punti critici, attraversamenti insufficienti o restringimenti naturali ove, durante la piena possono verificarsi ostruzioni, che possono ingenerare repentine ed improvvise onde di piena.

- ricostruire le aree allagate e le modalità di allagamento in occasione di significativi e recenti eventi di piena;

Qualora sia necessario effettuare valutazioni sulla capacità di trasporto solido e su eventuali fenomeni erosivi locali nel tratto interessato, deve essere prodotta una caratterizzazione del materiale d'alveo mediante analisi granulometrica.

I punti di campionamento devono riguardare i depositi di fondo alveo, le sponde ed eventualmente le aree golenali e devono essere scelti in numero adeguato alla rappresentazione delle caratteristiche del materiale, impiegando metodiche di campionamento e di analisi granulometrica adatte alla dimensione ed all'assortimento del materiale stesso.

I risultati ottenuti dall'eventuale analisi granulometrica, unitamente alle caratteristiche della copertura vegetale presente nelle aree interessate al deflusso, costituiranno la base conoscitiva su cui effettuare la scelta dei coefficienti di scabrezza. A titolo orientativo per la scelta di tali valori si può fare riferimento alle indicazioni fornite in letteratura.

Nel caso in cui siano da temere fenomeni di *debris flow*, lo studio deve:

- a) individuare i tronchi torrentizi morfologicamente predisposti al processo;
- b) determinare, per quanto possibile, il volume di materiale movimentabile dalla colata.

Nell'analisi dei fenomeni di dissesto diffuso che possono innescare processi di trasporto di sedimenti di particolare intensità è auspicabile l'intervento congiunto e coordinato dell'Ingegnere e del Geologo.

2.5 Portate di progetto

La determinazione delle portate di progetto deve essere preceduta da una breve ricerca storica finalizzata ad approfondire la conoscenza del territorio in esame, in relazione a fenomeni di esondazione già avvenuti, citando le relative fonti.

I tempi di ritorno da utilizzare nello studio saranno :

- i valori indicati ai successivi punti 5.1 e 5.2 per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio;
- i valori previsti dal D.P.C.M. 29 settembre 1998 per la progettazione degli interventi di cui all'art. 21 comma 2 lettera e) delle Norme di Attuazione;
- T=200 anni per la verifica delle esistenti infrastrutture a rete e delle vie di comunicazione che attraversano le zone con pericolo d'inondazione;
- T=200 anni per la progettazione di opere che interagiscono con la rete idrografica.

Devono essere presentate in tabelle le informazioni utilizzate nello studio idrologico e in particolare:

- le serie storiche delle misure idrometriche e pluviometriche;
- i parametri morfometrici del bacino idrografico;
- le caratteristiche delle stazioni di misura.

L'utilizzo di metodi empirici e semiempirici è consentito solo per opere di modesta entità (passerelle e

piccoli attraversamenti, interventi di manutenzione, di idraulica fluviale e di rinaturazione di modesta entità; etc.) che non interferiscono significativamente con la corrente e non comportano un aggravio di rischio per le aree circostanti.

In Appendice A è descritta sinteticamente la metodologia adottata per la stima della portata di piena nel PAI; una descrizione dettagliata della procedura, con esempi applicativi e quanto necessario ad effettuare una compiuta analisi idrologica, sarà oggetto di una apposita pubblicazione. Quanto riportato in tale Appendice ha valore puramente informativo e non costituisce obbligo per i progettisti (salvo dove espressamente indicato), i quali hanno ampia facoltà di utilizzare modelli e procedure diversi, purché di comune uso nelle pratiche progettuali o altrimenti corredati di dettagliata relazione che ne giustifichi l'utilizzo.

2.6 Modalità di deflusso in piena ed effetti degli interventi in progetto

L'analisi è finalizzata alla quantificazione delle caratteristiche idrauliche del moto della corrente in condizioni di piena, rappresentate dai valori dei livelli idrici e delle velocità di corrente all'interno dell'alveo inciso e delle aree golenali o inondate.

L'esecuzione dei calcoli idraulici per la determinazione delle modalità di deflusso comporta la definizione dei seguenti punti principali:

- metodo di calcolo;
- condizioni di riferimento.

2.6.1 Metodo di calcolo

Lo schema di calcolo minimo da utilizzare per la determinazione del profilo idrico della corrente è quello di **moto permanente monodimensionale** (portata costante e geometria variabile). Nei casi di particolare complessità che richiedono la valutazione di fenomeni specifici (es: valori locali della velocità ai fini della valutazione della capacità erosiva della corrente), in presenza di elementi particolarmente vulnerabili in aree prossime ad attraversamenti (ospedali, centrali, etc.) o nel caso in cui si renda necessaria la quantificazione di capacità di laminazione dell'alveo, occorre ricorrere a codici di calcolo più complessi tali da riprodurre le condizioni di moto in regime di:

- a) moto vario monodimensionale o quasi bidimensionale (portata variabile nel tempo e geometria variabile);
- b) moto vario bidimensionale, alle differenze finite o agli elementi finiti (portata variabile nel tempo e geometria variabile).

L'ipotesi di moto uniforme, che costituisce una semplificazione rispetto allo schema minimo di moto permanente, non è generalmente consentita in quanto comporta approssimazioni eccessive. L'utilizzo di tale ipotesi è consentito solo per opere di modesta entità (passerelle e piccoli attraversamenti, interventi di manutenzione, di idraulica fluviale e di rinaturazione di modesta entità, etc.) che non interferiscono significativamente con la corrente e non comportano un aggravio di rischio per le aree circostanti, nonché in tutti quei casi in cui l'alveo:

- ha geometria approssimativamente cilindrica;
- non contiene al suo interno o sul contorno sezioni critiche costituite da salti o strettoie naturali o artificiali che provochino scostamenti apprezzabili dalle condizioni di moto uniforme.

Nella relazione vanno adeguatamente descritti:

- il codice di calcolo utilizzato per la valutazione del profilo idraulico e delle altre caratteristiche del moto;
- le condizioni al contorno fissate.

2.6.2 Condizioni fisiche di riferimento per la progettazione di nuove opere

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso connessi alla realizzazione di nuove opere vanno condotti con riferimento alle seguenti condizioni fisiche del corso d'acqua:

- assenza dell'opera (condizioni indisturbate);
- presenza dell'opera nella configurazione definitiva;
- ove necessario per l'importanza dell'opera durante le fasi più significative di costruzione, tenendo in conto delle opere provvisorie eventualmente inserite qualora comportino interazioni più severe con le condizioni di deflusso in piena rispetto alla condizione di opera realizzata.

Nell'ultimo caso il tempo di ritorno della piena da assumere per le valutazioni è quello la cui probabilità di essere raggiunta o superata una volta nel periodo temporale corrispondente alle fasi di costruzione non è superiore alla probabilità che ha la portata di progetto di essere raggiunta o superata una volta nel periodo di vita dell'opera.

Nell'ipotesi in cui le caratteristiche e la collocazione plano-altimetrica delle opere possano comportare il rischio di ostruzione parziale dell'alveo a seguito del deposito temporaneo nel corso della piena di materiale lapideo e/o arboreo, è necessario che la verifica dell'opera nella configurazione definitiva tenga conto di un'ipotesi di parzializzazione della sezione di deflusso, formulata sulla base di una ragionevole considerazione degli elementi che possono determinare tale fenomeno, quali ad esempio le condizioni di stabilità del bacino idrografico sotteso, l'entità del trasporto solido, la presenza di vegetazione arborea asportabile lungo l'asta fluviale.

Il confronto tra la condizione del corso idrico antecedente e successiva alla realizzazione degli interventi deve consentire di valutare gli effetti idraulici indotti dagli stessi che si manifestano come:

- variazioni dei livelli idrici, con evidenziazione degli effetti di rigurgito eventualmente indotti;
- variazione della capacità di trasporto solido della corrente;
- variazione del valore della portata al colmo a valle (solo nel caso in cui si modifichi in misura apprezzabile la capacità di laminazione in alveo).

CAPITOLO 3

PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO

3.1 Interventi ordinari per la mitigazione del rischio

Nel progetto delle opere di manutenzione, di idraulica forestale e di rinaturazione dovranno essere sviluppati oltre a quanto previsto alla parte II della presente direttiva, i seguenti punti:

- descrizione delle finalità e degli obiettivi dell'intervento;
- descrizione del contesto ambientale entro cui l'intervento si inserisce, corredata di documentazione fotografica d'insieme e di dettaglio dell'area;
- ove significativa, l'illustrazione della vegetazione presente nella zona d'intervento e nel territorio circostante con relativa carta tematica, nonché gli effetti che l'intervento produce sull'assetto vegetazionale preesistente;
- indicazione delle sezioni da tenere sotto osservazione per valutare gli effetti degli interventi e la giustificazione di tale scelta.

Qualora si preveda la ricollocazione in alveo del materiale di risulta degli interventi, il progetto dovrà contenere un ulteriore allegato cartografico con l'individuazione delle aree di accumulo, la giustificazione e le finalità perseguite da tale proposta.

Sono consentite altresì le seguenti semplificazioni:

- utilizzo di supporti cartografici esistenti senza uno specifico rilievo topografico;
- redazione semplificata del punto 2.4;
- utilizzo di formule empiriche per la stima dei valori di portata ed ipotesi di moto uniforme di cui ai precedenti punti 2.5 e 2.6 qualora gli interventi non comportino un aggravio di rischio per le aree circostanti.

3.1.1 Interventi di manutenzione ordinaria

Gli interventi di manutenzione sono sempre interventi di tipo passivo. Qualora si debbano realizzare interventi di manutenzione delle opere esistenti, si dovrà ricercare, per quanto possibile, di sostituire o integrare i manufatti tradizionali con quelli che rispondono ai criteri dell'ingegneria naturalistica, garantendo anche la minimizzazione dell'impatto attraverso opportuni interventi di mitigazione da valutare caso per caso. Interventi di parziale ricostruzione o ampliamento di manufatti in muratura di pietrame o laterizio dovranno sempre essere realizzati adottando, per le superfici a vista di nuova esecuzione, materiali analoghi a quelli preesistenti.

Gli interventi di manutenzione ordinaria sono rivolti:

- alla conservazione della sicurezza attuale del territorio attraverso il mantenimento dell'officiosità delle sezioni, intesa come vocazione delle stesse a garantire il normale deflusso delle acque;
- alla salvaguardia delle caratteristiche di naturalità dell'alveo fluviale;
- al rispetto delle aree di naturale espansione.

Per loro natura, tali interventi devono avere carattere periodico ed attengono, specificamente, ai seguenti elementi:

- pulizia degli alvei, tendente ad eliminare gli ostacoli al deflusso della piena. In caso di presenza di discariche all'interno dell'alveo fluviale, in fase di progetto, si dovranno localizzare per ciascuna categoria di rifiuti presente, le discariche autorizzate più vicine al sito interessato alla bonifica;
- risagomatura dell'alveo per facilitare il deflusso delle acque. Nell'effettuare tale operazione è fatto obbligo di eliminare eventuali discariche non autorizzate o materiali di risulta presenti in alveo, con recapito presso discariche autorizzate.

Il valore della portata di piena da assumere per il dimensionamento del ripristino della sezione dell'alveo è fissato pari a quello con periodo di ritorno di 50 anni, salvo i casi particolari in cui sia necessario assumere un periodo di ritorno superiore ovvero in cui le opere di protezione e sistemazione presenti siano dimensionate per un periodo di ritorno superiore. Le alberature interessate dagli eventi di piena con periodo di ritorno cinquantennale, nei tratti fluviali di intervento, devono essere sottoposte al taglio al fine di evitare la formazione di sezioni critiche in occasione del possibile sradicamento; la vegetazione arbustiva sulle sponde potrà essere controllata nel suo sviluppo attraverso il taglio periodico (ceduazione).

3.1.2 Interventi di idraulica forestale

Gli interventi di idraulica forestale sono finalizzati alla riduzione del grado di compromissione di aree soggette ad erosione. Tali interventi attengono, specificamente, ai seguenti aspetti:

- consolidamento forestale dello strato superficiale dei versanti;
- ripristino di superfici a bosco distrutte da incendi.

Essi sono sempre di tipo passivo e devono essere in sintonia con quelli di rinaturazione sotto riportati.

3.1.3 Interventi di rinaturazione

Gli interventi di rinaturazione sono finalizzati alla riqualificazione e alla protezione delle aree naturali esistenti. Tali interventi sono particolarmente favoriti nell'alveo inciso, limitatamente alla parte non attiva dello stesso. Essi attengono specificamente ai seguenti elementi:

- mantenimento ed ampliamento delle aree di esondazione, anche attraverso l'acquisizione di aree da destinare al demanio e la dismissione delle concessioni in atto (intervento di tipo attivo);
- riattivazione o ricostituzione di ambienti umidi.

Tali interventi devono assicurare la compatibilità con l'assetto delle opere idrauliche di difesa e la ridotta incidenza sul bilancio del trasporto solido del tronco.

3.2 Interventi di manutenzione straordinaria per il ripristino della sezione idraulica mediante asporto di materiale

Tra le tipologie di interventi manutentori ammessi nei corsi d'acqua non regimati l'art. 2 comma c) del D.P.R. 14-04-1993 relativo al "Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica" pubblicato sulla G.U. s.g. n. 91 del 20/04/1993, prevede l'asportazione di materiale lapideo nel caso di manifesto sovralluvionamento. A tal proposito il D.P.R. recita:

"... ripristino delle sezioni di deflusso inteso come eliminazione, nelle tratte critiche per il deflusso delle portate idriche, dei materiali litoidi, trasportati e accumulati in punti isolati dell'alveo, pregiudizievoli al regolare deflusso delle acque. La sistemazione di norma deve avvenire nell'ambito dello stesso alveo. Solo in casi eccezionali o di manifesto sovralluvionamento può essere prevista l'asportazione dall'alveo del materiale estratto, nel rispetto delle vigenti normative"

Gli interventi di manutenzione che prevedono rimozione di materiale dall'alveo devono avere carattere di organicità e unitarietà e, qualora prevedano asportazioni di quantità di materiali superiore ai 5.000 mc devono rientrare negli Schemi Previsionali e Programmatici adottati ai sensi dell'art. 31 della L. 183/89.

A tal fine ed in attuazione del disposto dell'art. 5, comma 1, della L. 5 gennaio 1994 n. 37, le proposte di intervento, al fine di essere inserite negli Schemi Previsionali e Programmatici, devono essere predisposte sulla base delle seguenti valutazioni preventive e studi di impatto, comprendente:

- a) relazione generale di inquadramento dell'intervento proposto, comprendente la descrizione del contesto ambientale entro cui lo stesso si inserisce, corredata da documentazione fotografica d'insieme e di dettaglio dell'area;
- b) indagine geologica, geomorfologica e sedimentologica finalizzata all'individuazione, per tutto il tratto d'asta d'influenza, alla classificazione e localizzazione dei processi morfodinamici in atto con particolare riferimento ai processi in alveo, alla stabilità delle sponde, ai fenomeni di frana attivi o quiescenti, alla definizione delle probabili tendenze evolutive degli stessi anche in connessione con la stabilità dei versanti. Lo studio, da visualizzare su cartografia a scala adeguata, dovrà contenere una valutazione degli effetti che l'intervento produce sulle condizioni di stabilità attuali per un significativo tratto del corso d'acqua, sia a monte che a valle dell'intervento.
- c) relazione idrologica ed idraulica finalizzata all'individuazione, per il tratto d'asta d'influenza, dei parametri idraulici ed idrologici in relazione sia allo stato di fatto che delle previsioni di progetto; allo scopo, dovranno essere evidenziati gli effetti che l'intervento produce sulla dinamica fluviale. La relazione idrologica - idraulica dovrà essere redatta in conformità a quanto riportato nei punti precedenti della presente direttiva.
- d) ove significativa, una relazione che illustri la vegetazione e la fauna fluviale e ripariale presente nella zona d'intervento e nel territorio circostante con valutazione degli effetti indotti dell'intervento proposto;
- e) raffronto fra sezioni riferibili allo stato di fatto, allo stato di progetto e, ove esistenti, a rilievi eseguiti in passato; tali sezioni dovranno essere tenute sotto osservazione per valutare gli effetti degli interventi;
- f) qualora nelle zone oggetto di intervento siano presenti opere d'arte o manufatti, è opportuno procedere alla loro identificazione così come descritto al precedente punto 2.3;

- g) documentazione attestante le finalità da conseguire attraverso l'intervento proposto e le conseguenti modalità esecutive prescelte;
- h) rilievi topografici dello stato di fatto, tavole grafiche di progetto e stime dei volumi da estrarre.

Tali studi, unitamente al progetto degli interventi, saranno redatti sotto la responsabilità dell'Amministrazione competente al rilascio del provvedimento autorizzativi. Gli stessi saranno trasmessi dall'Amministrazione stessa, previa valutazione di merito, all'Autorità di Bacino che li esaminerà per la successiva autorizzazione.

CAPITOLO 4

PROGETTAZIONE E VERIFICA DELLE OPERE CHE INTERAGISCONO CON LA RETE IDROGRAFICA

4.1 Progettazione di ponti, viadotti, attraversamenti, costituenti parte di qualsiasi infrastruttura a rete.

Per la progettazione dei ponti stradali si richiamano le norme vigenti, D.M. del 2 agosto 1980 e D.M. del 4 maggio 1990 Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali e la Circolare del Ministero LL.PP. n. 34233 del 25 febbraio 1991 recante Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali in cui sono contenuti indirizzi e prescrizioni circa il dimensionamento idraulico dei manufatti.

Il valore della portata di piena da assumere per le verifiche idrauliche delle opere interferenti con la rete idrografica, considerate le caratteristiche di estrema variabilità dei corsi d'acqua calabresi, vista la ridotta quantità di misure storiche disponibili e le conseguenti incertezze derivanti dall'analisi dei dati, è fissato pari a quello con periodo di ritorno $T = 200$ anni, salvo i casi particolari in cui sia necessario assumere un periodo di ritorno superiore ovvero in cui le opere di protezione e sistemazione presenti siano dimensionate per un periodo di ritorno superiore. Periodi di ritorno inferiori a 200 anni, sono ammessi solo in caso di attraversamenti di modesta entità, salvo esplicita approvazione dell'ente appaltante.

Il progetto delle opere di attraversamento, oltre alla documentazione prevista dalla normativa vigente ed a quanto previsto nella parte II della presente direttiva, dovrà riportare nello studio idrologico-idraulico:

- la descrizione e la giustificazione della soluzione progettuale proposta in relazione alle possibili interferenze tra l'ubicazione e le dimensioni degli elementi strutturali interessanti l'alveo (sia in fase di costruzione che d'esercizio) e l'assetto morfologico attuale del corso idrico nonché in relazione alla sua prevedibile evoluzione, alla natura geologica della zona interessata, al regime idraulico del corso d'acqua;
- l'evidenziazione delle interazioni delle opere con l'alveo di piena in termini di eventuale restringimento della sezione di piena, orientamento delle pile in alveo in rapporto alla direzione della corrente, eventuale riduzione delle aree allagabili, eventuali effetti di possibili parziali ostruzioni delle luci a causa del materiale galleggiante trasportato dall'acqua;
- l'individuazione e la progettazione degli eventuali interventi di sistemazione idraulica (difesa di sponda, soglie di fondo, argini, ecc.) che si rendano necessari in relazione alla realizzazione delle opere secondo criteri di compatibilità e integrazione con le opere idrauliche esistenti;
- la quantificazione dello scalzamento prevedibile in corrispondenza delle fondazioni delle pile in alveo, delle spalle e dei rilevati e progettazione delle eventuali opere di protezione necessarie;
- l'indicazione delle eventuali interferenze delle opere di attraversamento con le sistemazioni idrauliche presenti (argini, difese di sponda, ecc.) e delle soluzioni progettuali che consentano di garantirne la compatibilità;
- una relazione geologica, geomorfologica finalizzata alla individuazione, per il tratto d'asta

d'influenza, del grado di stabilità attuale dell'alveo e delle sponde, di eventuali dissesti in atto e potenziali e delle probabili tendenze evolutive degli stessi anche in connessione con la stabilità dei versanti.

L'ampiezza e l'approfondimento del progetto idraulico e delle indagini che ne costituiscono la base dovranno essere commisurati al grado di elaborazione del progetto generale.

I progetti degli attraversamenti dovranno rispettare, al fine della sicurezza delle stesse strutture, le seguenti verifiche e indicazioni costruttive:

- franco minimo tra quota di massima piena di progetto e quota di intradosso del ponte pari a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e, in ogni caso, non inferiore a 1,00 m; il valore del franco deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce quando l'intradosso del ponte non sia rettilineo;
- il franco minimo tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di sommità del rilevato di accesso al ponte (piano viabile) deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1.00 m;
- nel caso di corsi d'acqua arginati, la quota di intradosso del ponte deve essere superiore a quella della sommità arginale;
- l'insieme delle opere costituenti l'attraversamento non deve comportare condizionamenti sostanziali al deflusso della piena e indurre modificazioni all'assetto morfologico dell'alveo;
- l'orientamento delle pile (ed eventualmente delle spalle) deve essere parallelo al filone principale della corrente;
- la parte maggiormente attiva dell'alveo sgombra da pile con l'avvertenza di non disporle prossime al piede arginale;
- per i corsi d'acqua non arginati le pile e le spalle devono essere poste al di fuori delle sponde incise dell'alveo; in via eccezionale la pila può interessare la sponda, purché sia integrata con opportuni accorgimenti di difesa e di rivestimento;
- nei casi in cui il ponte sia inserito in un tratto di corso d'acqua interessato da altre opere di attraversamento poste in adiacenza, a monte o a valle, è necessario che le pile in alveo (ed eventualmente le spalle) siano allineate con quelle esistenti in modo che le pile presenti, considerate congiuntamente, non riducano la luce effettiva disponibile, anche ai fini del rischio di ostruzione da parte del materiale trasportato in piena.

Il progetto del manufatto e delle opere connesse deve contenere la verifica della stabilità strutturale rispetto ai seguenti aspetti:

- le fondazioni delle pile e delle spalle devono essere dimensionate in modo da sopportare direttamente il massimo scalzamento prevedibile (scalzamento diretto ed eventuale abbassamento del fondo alveo), senza la necessità di opere idrauliche aggiuntive. Ad esempio nel caso di fondazioni su pali il dimensionamento dei pali deve considerare scoperto il tratto di palo compreso tra la testa e la quota di massimo scalzamento;
- urti e abrasioni provocate dalla corrente sulle pile in alveo;
- scalzamento massimo sui rilevati di accesso per effetto dell'erosione della corrente;
- spinta idrodinamica per effetto del sovrizzo idrico indotto dalla struttura. Ove opportuno la valutazione deve essere condotta anche con riferimento a condizioni di tracimazione del ponte per

effetto di ostruzione delle luci.

Si raccomanda inoltre, compatibilmente con i vincoli di natura strutturale, che:

- il dislivello tra quota di intradosso impalcato e fondo alveo consenta il transito dei mezzi necessari per la realizzazione di eventuali lavori in alveo, non risultando inferiore a 6-7 m in tutti quei casi in cui si possa temere il transito di alberi di alto fusto. È consigliabile l'utilizzo di valori maggiori per ponti con luci inferiori ai 30 m o posti su torrenti su cui sono possibili sovralti del fondo alveo per deposito di materiale lapideo;
- la forma delle pile in alveo sia circolare o di tipo profilato in modo da costituire minore ostacolo alla corrente (minore esposizione all'erosione); nei casi in cui si abbia elevata velocità di corrente abbinata a un trasporto solido significativo, la parte delle pile a contatto con la corrente deve essere opportunamente protetta.

Deve costituire parte integrante del progetto la definizione delle esigenze di manutenzione delle opere da realizzare e del tronco di corso d'acqua interessato dall'attraversamento.

Per le opere di attraversamento minori (ponticelli e scatolari), il dimensionamento idraulico dei manufatti dovrà considerare e definire i seguenti elementi essenziali:

- effetti dovuti al rischio di ostruzione;
- effetti di erosione allo sbocco e relative protezioni.

E' vietata la tombatura di qualsiasi tipologia di corso d'acqua, anche dei fossi minori. Limitate tombature sono ammesse solo in casi eccezionali e di comprovata necessità, previo parere vincolante dell'Autorità di Bacino. In quest'ultimo caso, oltre alle verifiche ed alle prescrizioni sopra riportate per gli attraversamenti, dovranno essere previste tutte le opere e le cautele necessarie affinché non avvengano ostruzioni all'imbocco ed all'interno dell'opera. L'opera deve essere in ogni caso di dimensioni tali da essere manutenibile con mezzi meccanici.

4.2 Verifica dei ponti esistenti e condizioni di esercizio transitorio

L'Autorità di Bacino, nel corso della realizzazione del PAI, ha iniziato una catalogazione dei principali attraversamenti stradali e ferroviari della regione, al fine di effettuare una verifica idraulica sull'efficienza dell'opera. Per i ponti risultati insufficienti a far defluire portate con periodo di ritorno minore o uguale a 200 anni, sarà emanata una apposita direttiva.

4.3 Progettazione di arginature

I criteri guida per la progettazione degli interventi di regimazione e difesa idraulica sono i seguenti:

- i. il valore della portata di piena da assumere per il dimensionamento delle opere finalizzate alla regimazione ed alla difesa idraulica è fissato pari a quello corrispondente ad un periodo di ritorno $T = 200$ anni, salvo i casi particolari in cui sia necessario assumere un periodo di ritorno superiore. Periodi di ritorno inferiori a 200 anni, sono ammissibili solo nei casi in cui gli elementi esposti a rischio sono di modesta entità e non vi è rischio per le persone;
- ii. la realizzazione di arginature mediante rilevati in terra privi di rivestimento dovrà garantire un franco minimo tra la quota di massima piena di progetto e quota massima dell'argine pari a 0,5

volte l'altezza cinetica della corrente e, comunque, non inferiore a 1,00 m;

- iii. La realizzazione di argini in pietrame, muratura o calcestruzzo dovrà garantire un franco minimo tra la quota di massima piena di progetto e quota del piano viabile pari a 0,25 volte l'altezza cinetica della corrente e, in ogni caso, non inferiore a 0,50 m;

Dovrà, inoltre, essere condotta la valutazione della compatibilità dei manufatti con l'assetto dell'alveo in termini di:

- effetti di restringimento dell'alveo e/o di indirizzamento della corrente;
- compatibilità locale con le opere idrauliche esistenti;
- effetto di riduzione della capacità di invaso dovuto alla realizzazione dei rilevati.

All'atto della progettazione, il dimensionamento delle opere di difesa idraulica andrà definito in funzione:

- delle valutazioni sull'assetto morfologico dell'alveo e della relativa tendenza evolutiva (erosioni di sponda e di fondo, depositi, caratteristiche tipologiche dell'alveo);
- della dinamica del trasporto solido e delle relative fonti di alimentazione, per tutti gli aspetti interferenti con il buon funzionamento delle opere in progetto;
- delle condizioni d'uso cui destinare le pertinenze demaniali in rapporto alla situazione in atto;
- di indagini geomorfologiche e di indagini geologico-tecniche finalizzate al riconoscimento della stratigrafia e delle caratteristiche fisico-meccaniche del piano di posa adeguate all'importanza dell'opera ed alla fase progettuale.

Il progetto generale delle opere deve consentire il raggiungimento delle finalità prefissate senza necessità di successivi interventi. Particolare attenzione va posta al fatto che gli interventi abbiano una sufficiente flessibilità atta a garantire la necessaria compatibilità con la possibile evoluzione dei fenomeni oggetto di controllo. Gli eventuali interventi a stralcio, rispetto al progetto complessivo, devono avere comunque carattere di completezza e funzionalità in rapporto al conseguimento almeno parziale delle finalità generali che presiedono all'insieme delle azioni da attuare.

CAPITOLO 5

INDICAZIONI PER LA VERIFICA IDRAULICA DELLE AREE D'ATTENZIONE E L'AGGIORNAMENTO DELLE AREE A RISCHIO

5.1 Aree d'attenzione

L'ABR, visto l'art. 24 comma 1 delle Norme di Attuazione, sulla base delle priorità individuate, formula un programma annuale per la verifica delle Aree di Attenzione (comprese quelle derivanti dalla presenza di punti e zone di attenzione come indicato in Appendice B) e la loro classificazione. Nei casi di urgenza i Comuni possono presentare di propria iniziativa, ai sensi dell'art. 24 comma 2, studi ed indagini necessari alla valutazione della effettiva pericolosità delle Aree di Attenzione. Tali studi, per essere utilizzati dall'ABR per la definizione del livello di rischio, dovranno essere redatti secondo le specifiche contenute nel presente documento. In particolare, lo studio idrologico-idraulico dovrà essere redatto in conformità a quanto riportato nella "Parte II - Contenuti dello studio idrologico-idraulico".

Lo studio per la valutazione della pericolosità delle Aree di Attenzione relativa ad un corso d'acqua, dovrà essere condotto, di norma, su tutto il territorio comunale interessato. Qualora l'aggiornamento interessi solo una parte del corso d'acqua, gli studi e le indagini dovranno essere estesi a monte ed a valle per un tratto sufficiente a garantire che:

- l'area non è inondabile da monte;
- gli effetti di opere e restringimenti a monte o a valle sono trascurabili nel tratto interessato.

Lo studio dovrà riguardare ambo i lati del corso d'acqua e dovrà essere esteso, come condizione minima, su tutta le aree contigue con la medesima destinazione urbanistica.

Lo studio dovrà considerare i seguenti periodi di ritorno: 50-200-500 anni.

5.2 Aggiornamento perimetrazioni aree a rischio

L'art. 2 delle Norme di Attuazione prevede l'aggiornamento della perimetrazione delle aree a rischio sulla base di:

- a) indagini e studi a scala di dettaglio;
- b) richiesta di Amministrazioni Pubbliche corredate da studi specifici;
- c) nuove acquisizioni conoscitive derivanti da indagini e studi specifici;
- d) variazione delle condizioni di rischio derivanti da:
 - i) effetto di interventi non strutturali quali il presidio territoriale, ulteriori studi, sistemi di monitoraggio, etc;
 - ii) realizzazione e/o completamento di interventi strutturali di messa in sicurezza delle aree interessate;
 - iii) effetti prodotti dalle azioni poste in essere per la mitigazione del rischio.

Per i punti a), b), c) e d-ii) l'aggiornamento della perimetrazione è subordinato al rispetto di quanto riportato nella "Parte II - Contenuti dello studio idrologico-idraulico" e "Parte III - Progettazione degli interventi".

Qualora l'aggiornamento interessi solo una parte delle aree a rischio del corso d'acqua, gli studi e le indagini dovranno essere estesi a monte ed a valle per un tratto sufficiente a garantire che:

- l'area non è inondabile da monte;
- gli effetti di opere e restringimenti a monte o a valle sono trascurabili nel tratto interessato.

In ogni modo lo studio dovrà riguardare ambo i lati del corso d'acqua e dovrà essere esteso, come condizione minima, su tutta le aree contigue con la medesima destinazione urbanistica.

Lo studio dovrà considerare i seguenti periodi di ritorno: 50-200-500 anni.

APPENDICE A

Indicazioni sulla stima del calcolo della portata di piena

A.1 PREMESSA

Le procedure adottabili per stima della portata di piena in un corso d'acqua si differenziano in relazione alla disponibilità di serie storiche di dati idrologici rappresentativi.

Il caso più favorevole si ha quando nella sezione di interesse sono disponibili valori di portata misurati per un periodo di osservazione sufficientemente lungo; in queste condizioni l'analisi statistica diretta di frequenza delle piene consente di determinare le stime richieste.

In Calabria, purtroppo, tale situazione si verifica raramente, in ragione del modesto numero di stazioni di misura esistenti e del ridotto periodo di osservazione. Le serie storiche dei massimi annuali delle portate al colmo disponibili, sono spesso frammentate ed in molti casi prive dei dati corrispondenti ai principali eventi alluvionali.

Considerato quanto sopra, nella maggior parte dei casi si è nelle condizioni di dover stimare i valori delle portate di piena con metodi indiretti.

In questo caso le procedure utilizzabili sono le seguenti:

- impiego di modelli di regionalizzazione del dato idrometrico, costruiti tramite l'analisi statistica dei dati idrologici disponibili relativi a una porzione di territorio ("regione idrologica") omogenea rispetto ai fenomeni di piena;
- analisi statistica delle osservazioni pluviometriche relative al bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse e impiego di modelli afflussi/deflussi per la trasformazione in portate.

Il primo metodo consiste nell'utilizzare l'intera informazione idrometrica disponibile all'interno di una regione idrologica omogenea. In tal modo si perviene a un campione di dati storici di dimensioni molto maggiori rispetto a quelle di una singola stazione; sulla base di tale campione si ottiene, in genere mediante l'impiego di leggi di regressione statistica, la stima della distribuzione di probabilità delle portate di piena.

La costruzione di un modello di regionalizzazione richiede pertanto uno studio idrologico su vasta scala, che non è normalmente compatibile con le esigenze di progettazione o di verifica idraulica, di un singolo intervento, soprattutto se di dimensioni modeste.

In Calabria, nel 1989 è stato pubblicato, a cura del CNR-IRPI, nell'ambito del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), il "Rapporto sulla Valutazione delle Piene in Calabria". Nel volume sono riportati criteri e procedure per la stima delle massime portate al colmo di piena di assegnato periodo di ritorno, anche in sezioni prive di dati. Il modello di regionalizzazione del dato idrometrico si basa sul metodo della piena indice:

- individuando statisticamente zone omogenee, caratterizzate da un'unica curva di crescita delle massime portate di piena con il periodo di ritorno (zone idrometriche);
- definendo le relazioni per la valutazione della portata indice in funzione delle grandezze geomorfoclimatiche.

Il modello idrologico per la definizione delle portate di assegnato periodo di ritorno nell'ambito del

Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ha utilizzato la procedura descritta nel "Rapporto Calabria" solo per l'inferenza statistica delle piogge, per determinare, successivamente, le portate attraverso un metodo di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi superficiali. Tale scelta si è resa necessaria giacché, allo stato attuale delle conoscenze, l'informazione idrometrica disponibile per le piene in Calabria risulta molto carente e, di conseguenza, l'inferenza statistica delle portate, pur teoricamente raccomandabile, fornisce risultati giocoforza meno attendibili rispetto all'analisi delle precipitazioni. L'applicazione del modello regionale alle piene, nel caso del PAI, è stato utilizzato solo nei casi in cui era disponibile una serie storica significativa.

Per lo studio delle precipitazioni, sono stati acquisiti i dati di pioggia, registrati alle stazioni del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), aggiornati all'anno 2000.

E' di seguito descritto il metodo per la stima della portata di piena utilizzato nel PAI. Quanto descritto ha puramente valore informativo e non costituisce obbligo per i progettisti (salvo dove espressamente indicato), i quali hanno ampia facoltà di utilizzare modelli e procedure diversi, purché di comune uso nelle pratiche progettuali o altrimenti corredati di dettagliata relazione che ne giustifichi l'utilizzo. I valori dei parametri indicati nel paragrafo seguente costituiscono riferimento per le esigenze connesse a studi e progettazioni che, per dimensioni e importanza, non necessitano di valutazioni idrologiche più approfondite a scala locale.

A.2 MODELLO REGIONALE PIOGGE TCEV UTILIZZATO NEL PAI PER LA STIMA DELLE CURVE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

La legge di distribuzione probabilistica utilizzata nel PAI per la variabile casuale h_t , massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata oraria o suboraria t , è la *Two Component Extreme Value* (TCEV), secondo cui i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali e un'altra degli eventi eccezionali (*outliers*), legati a differenti fenomeni meteorologici.

La funzione di distribuzione di probabilità della h_t è funzione di 4 parametri: Λ_1 , θ_1 , Λ_2 e θ_2 , che esprimono il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori a una soglia delle due popolazioni (Λ_1 e Λ_2) e il loro valore medio (θ_1 e θ_2). Se si pone $\theta^* = \theta_2/\theta_1$ e $\Lambda^* = \Lambda_2/\Lambda_1^{1/\theta^*}$, si può considerare la quaterna di parametri Λ^* , θ^* , Λ_1 e θ_1 . La funzione di distribuzione di probabilità della variabile casuale $x = h_t$ (massimo annuale della pioggia di durata t) è espressa come segue:

$$F_x(x) = \exp\left(-\Lambda_1 e^{-\frac{x}{\theta_1}} - \Lambda_2 e^{-\frac{x}{\theta_2}}\right) \quad (1.1)$$

Nel VAPI l'analisi delle piogge giornaliere ha portato alla verifica dell'ipotesi che la Calabria sia una zona pluviometricamente omogenea, ciò implica la costanza dei parametri $\Lambda^* = 0,418$ e $\theta^* = 2,154$. Si sono, quindi, individuate tre sottozone in cui si ritiene costante il coefficiente di variazione e di conseguenza il parametro Λ_1 (sottozona tirrenica, T: $\Lambda_1 = 48,914$; sottozona centrale, C: $\Lambda_1 = 22,878$; sottozona ionica, I: $\Lambda_1 = 10,987$). Infine, sono state delimitate 13 aree omogenee³, in ciascuna delle quali si ritiene valido un legame di correlazione tra la media delle altezze di pioggia giornaliere massime annuali e la quota sul mare.

Ritenendo valida la suddivisione in sottozone e aree omogenee del VAPI anche per le piogge di breve durata t , si è effettuata l'analisi delle stesse, pervenendo alla valutazione dei parametri Λ^* , θ^* e Λ_1 per le diverse durate, $t = 1, 3, 6, 12, 24$ ore (Tabella 1), attraverso il metodo della massima verosimiglianza

(Maximum Likelihood, ML).

Tabella 1. Valori dei parametri Λ^* , θ^* e Λ_1 della TCEV per durate orarie

Durata (ore)	Calabria zona omogenea		Λ_1 per sottozone omogenee (Calabria)		
	Λ^*	θ^* (mm)	tirrenica	centrale	ionica
1	0.1997	2.0735	13.03	12.84	12.26
3	0.2614	2.4100	21.26	17.77	14.02
6	0.2834	2.3103	25.17	18.97	14.17
12	0.2915	2.2148	31.85	17.60	12.91
24	0.3610	1.9420	31.54	13.42	10.26

Per le 13 aree omogenee, si è ricercato un legame di correlazione multipla tra il valor medio delle intensità di pioggia massime annuali di breve durata, μ_i , la durata della pioggia, t , e la quota sul mare della stazione di misura, H .

Partendo dall'espressione:

$$\mu_i(t, H) = \frac{i_0}{(1 + t/t_{car})^{C+D \cdot H}} \quad (1.2)$$

sono stati stimati attraverso un'operazione di regressione lineare multipla i valori di:

- i_0 , valore finito dell'intensità di pioggia per durate tendenti a zero,
- t_{car} , durata caratteristica che rende massimo il coefficiente di correlazione multipla,
- C e D coefficienti.

Nota l'altitudine media di ciascun bacino, dalla (1.2) si ottengono:

- la media $\mu_i(t)$ in funzione della sola durata
- la media delle altezze di pioggia massime annuali di breve durata, $\mu_h(t) = \mu_i(t) \cdot t$,
- $\theta_1(t) = \mu_h(t) / \eta(t)$, essendo:

$$\eta(t) = \ln \Lambda_1(t) + 0,5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda_1^j}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\vartheta_*}\right)$$

Noti i parametri $\Lambda^*(t)$, $\theta^*(t)$ e $\Lambda_1(t)$, la distribuzione TCEV è caratterizzata completamente (relazione 1.1).

La procedura di calcolo al terzo livello di regionalizzazione, prevede pertanto :

- la scelta di un valore del tempo di ritorno, T ,
- la valutazione della probabilità di non superamento a esso legata, $F(T) = 1 - 1/T$,
- il calcolo di $x_T = h_{t,T}$ massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata t , per un fissato tempo di ritorno, invertendo la CDF della TCEV relazione (1.1),

Interpolando le altezze di pioggia $h_{1,T}$, $h_{3,T}$, $h_{6,T}$, $h_{12,T}$ e $h_{24,T}$ ottenute dalla legge TCEV, per ciascun bacino d'interesse sono state ricavate le curve segnalatrici di probabilità pluviometrica per i diversi tempi di ritorno. Si è utilizzata una curva di possibilità pluviometrica di tipo monomio

$$h(t,T) = a \cdot t^n$$

i cui parametri a e n dipendono dal tempo di ritorno.

Stimato il tempo di corrivazione del bacino in studio, attraverso le curve segnalatrici di probabilità pluviometrica è stato possibile ricostruire i pluviogrammi di calcolo per i diversi tempi di ritorno, che costituiscono il principale dato d'ingresso del modello afflussi/deflussi.

A.3 STIMA DELLA MASSIMA PORTATA AL COLMO DI PIENA

Per la trasformazione degli afflussi meteorici (pluviogrammi di calcolo) in deflussi superficiali, si è utilizzato il programma di calcolo HEC-1 *Flood Hydrograph Package* del *US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center*.

La procedura descritta nel prosieguo è stata adottata e ritenuta valida per i piccoli bacini, di estensione inferiore a circa 250 km², presupponendo che gli eventi estremi di piena avvengano in condizioni di terreno pressoché saturo, per precedenti precipitazioni, e, considerando che tali condizioni siano omogenee su tutto il bacino, vista la ridotta estensione dello stesso.

Analogamente, gli afflussi sono considerati uniformemente distribuiti sull'intero bacino, tenendo conto di coefficienti di riduzione areale per i bacini maggiormente estesi. Dapprima gli afflussi vengono depurati per ottenere le piogge nette; infatti, non tutto il volume affluito si trasforma in deflusso, poiché parte di esso viene intercettata dalla vegetazione, parte evapotraspira, parte s'invasa nelle piccole depressioni superficiali del suolo e parte s'infiltra nel terreno.

Il calcolo delle piogge nette è stato effettuato col metodo del Curve Number (CN) del Soil Conservation Service (SCS), considerando una perdita iniziale (initial abstraction), antecedente all'inizio dei deflussi.

Per la scelta del *Curve Number*, CN, variabile tra 0 e 100 e tabulato dal SCS secondo la capacità di deflusso del terreno e l'uso del suolo, si sono ritenute, cautelativamente, umide le condizioni antecedenti di umidità del suolo (*Antecedent Moisture Conditions*, AMC, di tipo III, secondo la classificazione delle tabulazioni del SCS). La mappa regionale di CN è stata realizzata sulla base delle informazioni fornite dalla carta dell'infiltrabilità dei suoli del PAI e della carta del Progetto CORINE per l'uso del suolo.

E' fatto obbligo al progettista, anche nell'utilizzo di metodi differenti, di porsi in condizioni di massima sicurezza nella scelta dei parametri che caratterizzano:

- condizioni di umidità del suolo;
- permeabilità dei terreni.

Adoperando il metodo dell'idrogramma unitario istantaneo del SCS e adottando per ogni bacino un opportuno tempo di ritardo (t_{lag} : tempo che separa i baricentri del pluviogramma efficace e dell'idrogramma, posto pari a una percentuale del tempo di corrivazione del bacino), sono state trasformate le piogge nette in idrogrammi di piena e sono stati valutati i valori della massima portata al colmo di piena, Q_c , del contributo di piena per km², $q_c=Q_c/A$, del volume affluito, W_p , del volume defluito, W_Q , del coefficiente di afflusso, $C_a=W_Q/W_p$.

È risultato appropriato, infine, considerare, ai fini dello studio idraulico per la delimitazione di aree inondabili, le stime della massima portata al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno derivanti dal modello afflussi-deflussi SCS-CN, con cui sostanzialmente concorda il metodo razionale.

A.4 STIMA DELLA MASSIMA PORTATA AL COLMO DI PIENA MEDIANTE METODI ANALITICI

Le formule analitiche forniscono la massima portata al colmo di piena in funzione di parametri morfometrici del bacino e della pioggia che genera la piena. Esse costituiscono una semplice forma di bilancio idrologico.

1) Metodo razionale:

$$Q_c = \frac{C_i A}{3,6} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

essendo C un coefficiente di riduzione degli afflussi, i_c (mm/ora) l'intensità della pioggia critica (cio è corrispondente al tempo di corrivazione), A (km²) l'area della superficie del bacino.

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione t_c .

Il tempo di corrivazione del bacino è normalmente calcolato con formule empiriche; tra esse molto usata è la formula di Giandotti (1934,1937):

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_m - H_0}},$$

essendo t_c (ore) il tempo di corrivazione, A (km²) l'area della superficie topografica, L (km) la lunghezza dell'asta principale, H_m (m) l'altitudine media del bacino, H_0 (m) la quota della sezione di chiusura. Si ritiene che questa formula sottostimi t_c nei bacini montani.

Altre formule sono

Formula di Puglisi e Zanframundo, valida per bacini imbriferi con $43 \leq A \leq 94$ km²:

$$t_c = 6 \frac{L^{2/3}}{d^{1/3}},$$

essendo L (km) e d (m) rispettivamente la lunghezza e il dislivello dell'asta principale.

Formula di Viparelli:

$$t_c = L/V$$

essendo L (m) la lunghezza dell'asta principale e V (m/s) la velocità di scorrimento dell'acqua nel percorso relativo sia ai versanti che alla rete idrografica, ritenuta dall'Autore pari a $1 \div 1,5$ m/s.

A.5 STIMA DELLA MASSIMA PORTATA AL COLMO DI PIENA MEDIANTE METODI EMPIRICI, SEMI-EMPIRICI

Le formule empiriche, alcune delle quali sono descritte nel seguito, possono essere utilizzate solo per raffronto con i risultati ottenuti dall'analisi statistica o in fase di progettazione preliminare di piccole opere che, in caso di sommersione, non costituiscono pericolo per i manufatti circostanti, o per raffronto con i risultati ottenuti dall'analisi statistica.

Informazioni utili per l'applicazione delle formule empiriche (sup. bacino, pendenza e quota media) possono essere desunte dal CD del "Catasto dei reticoli idrografici" allegato al PAI.

Le formule empiriche forniscono la massima portata al colmo di piena in funzione di soli parametri morfometrici del bacino.

1) Formula di Scimemi, valida per $A < 1000 \text{ km}^2$:

$$Q_c = A \cdot \left(1 + \frac{600}{A+10} \right)$$

2) Formula di Gherardelli, Marchetti:

$$Q_c = A \cdot q_{100} \left(\frac{A}{100} \right)^{-2/3}$$

essendo $q_{100} = 7.5 \text{ (m}^3/\text{s/km}^2\text{)}$ nel caso di bacini calabresi impermeabili, in corrispondenza di un tempo di ritorno di cento anni.

Le formule semi-empiriche forniscono la massima portata al colmo di piena in funzione di parametri morfometrici del bacino e delle precipitazioni, ma senza riferirsi alla pioggia che causa la piena.

1) Formula di Forti, valida per $A \leq 1000 \text{ km}^2$:

- nel caso di precipitazioni massime nelle 24 ore dell'ordine di $200 \div 250 \text{ mm}$:

$$Q_c = A \cdot \left(0,5 + 2,35 \frac{500}{A+125} \right)$$

- nel caso di precipitazioni massime nelle 24 ore dell'ordine di 400 mm :

$$Q_c = A \cdot \left(1,0 + 3,25 \frac{500}{A+125} \right)$$

APPENDICE B

Con la presente appendice sono descritti i criteri per definire l'estensione delle aree di attenzione nel caso che queste siano identificate sinteticamente da linee o punti nella cartografia PAI. Si ribadisce che le aree di attenzione, così definite, costituiscono una prima perimetrazione delle aree a rischio, in attesa della classificazione secondo le metodologie indicate nella parte seconda del presente documento

In presenza di zone (identificate sulla cartografia tramite linee rosse marcate) o punti di attenzione, la perimetrazione delle "Aree di attenzione", di cui all'art.24 delle Norme di Attuazione, è definita secondo i criteri sotto specificati.

ZONE D'ATTENZIONE

Perimetrazione in assenza di argini.

Si considera a rischio l'area comprendente il corso d'acqua delimitata dall'intersezione tra il terreno e un piano orizzontale tracciato a una quota superiore di 7 metri a quella del punto più depresso della sezione trasversale. L'area a rischio non sarà in ogni caso estesa per più di L metri, essendo L il prodotto dell'ordine di Horton dell'asta considerata (desumibile dal CD del *Catasto dei reticoli fluviali*⁷) per 15, a destra e a sinistra delle sponde dell'alveo ordinario.

Perimetrazione in presenza di argini.

Si considera a rischio l'area comprendente il corso d'acqua delimitata dall'intersezione tra il terreno e un piano orizzontale tracciato a una quota superiore di 1 metro a quella del punto più elevato delle arginature. L'area a rischio non sarà in ogni caso estesa per più di L metri, essendo L il prodotto dell'ordine di Horton dell'asta considerata (desumibile dal CD del *Catasto dei reticoli fluviali*⁷) per 10, a destra e a sinistra delle sponde dell'alveo ordinario. Sono state escluse da questa categoria le aree esterne ad argini ritenute insormontabili rispetto a piene con tempo di ritorno $T=200$ anni.

PUNTI D'ATTENZIONE

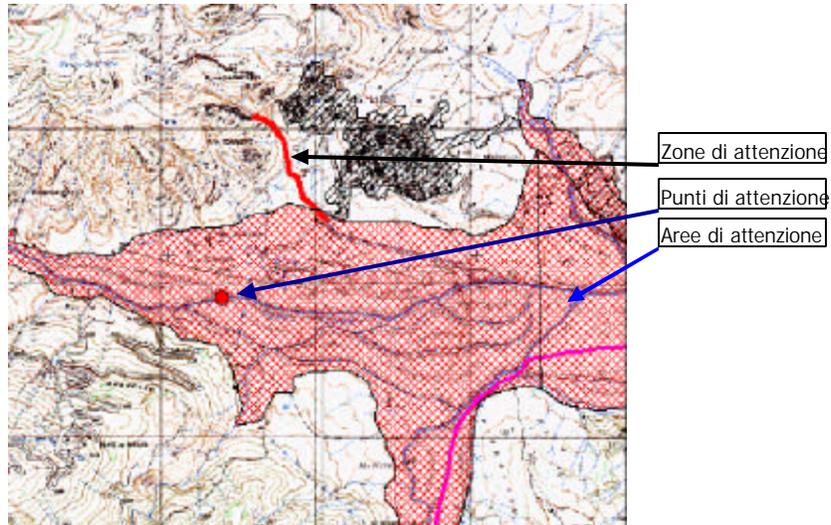
Perimetrazione in presenza di attraversamenti.

Si considera a rischio l'area comprendente il corso d'acqua delimitata dall'intersezione tra il terreno e un piano orizzontale tracciato a una quota superiore di 1 metro a quella del punto più elevato dell'estradosso dell'impalcato dell'attraversamento. L'ampiezza dell'area di attenzione adiacente al corso d'acqua non sarà in ogni caso estesa per più di L metri, essendo L il prodotto dell'ordine di Horton dell'asta considerata (desumibile dal CD del *Catasto dei reticoli fluviali*⁷) per 10, a destra e a sinistra delle sponde dell'alveo o delle spalle del ponte. La lunghezza dell'area di attenzione longitudinalmente al corso d'acqua a monte dell'attraversamento non sarà in ogni caso estesa per più di S metri, essendo S il prodotto dell'ordine di Horton dell'asta considerata (desumibile dal CD del *Catasto dei reticoli fluviali*⁷) per 100.

Sono state escluse da questa categoria le aree esterne a tratti d'alveo in cui siano presenti attraversamenti ritenuti insormontabili rispetto a piene con tempo di ritorno $T=200$ anni. Restano valide le prescrizioni di cui al precedente punto in presenza di arginature.

Nelle pagine successive vengono esempi di delimitazione delle aree d'attenzione.

AREE di ATTENZIONE derivanti da Zone, Punti, Aree

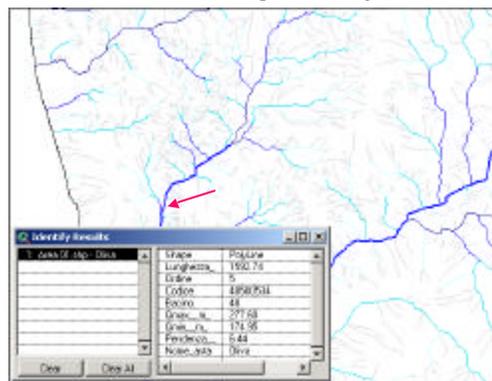


LETTURA ORDINE HORTON

Informazioni reticoli idrografici

Per ogni tronco fluviale, identificato da un codice univoco sono riportate le seguenti informazioni:

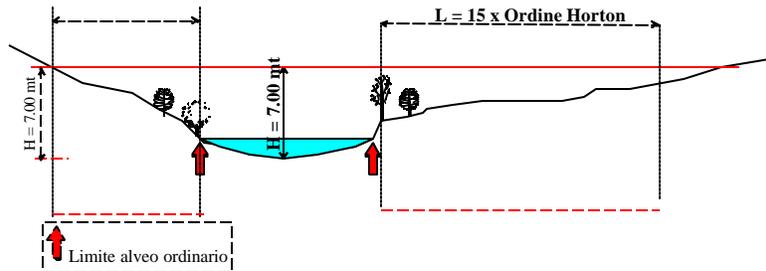
- CODICE ASTA;
- Quota iniziale;
- Quota finale;
- Pendenza media;
- Lunghezza;
- **Ordine Horton.**



AREE DI ATTENZIONE DERIVANTI DA ZONE

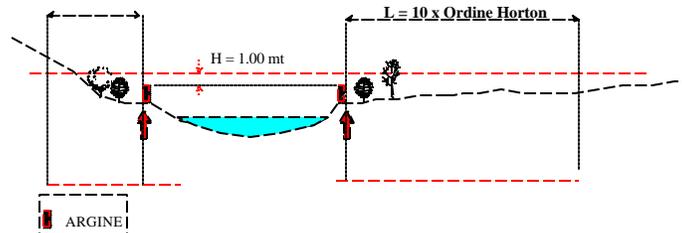
Limiti aree di attenzione in caso di alvei privi di argini e attraversamenti

Si considera a rischio l'area comprendente il corso d'acqua delimitata dall'intersezione tra il terreno e un piano orizzontale tracciato a una quota superiore di 7 metri a quella del punto più depresso della sezione trasversale. L'area a rischio non sarà in ogni caso estesa per più di L metri, essendo L il prodotto dell'ordine di Horton dell'asta considerata (desumibile dal CD del *Catasto dei reticoli fluviali*) per 15, a destra e a sinistra delle sponde dell'alveo ordinario.



Limiti aree di attenzione in presenza di argini

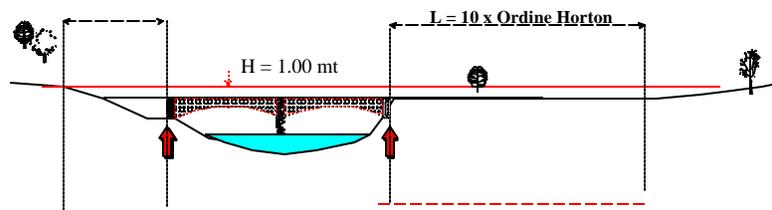
Si considera a rischio l'area comprendente il corso d'acqua delimitata dall'intersezione tra il terreno e un piano orizzontale tracciato a una quota superiore di 1 metro a quella del punto più elevato delle arginature. L'area a rischio non sarà in ogni caso estesa per più di L metri, essendo L il prodotto dell'ordine di Horton dell'asta considerata (desumibile dal CD del *Catasto dei reticoli fluviali*) per 10, a destra e a sinistra delle sponde dell'alveo ordinario. Sono state escluse da questa categoria le aree esterne da argini ritenute insormontabili rispetto a piene con tempo di ritorno $T=200$ anni.



AREE D'ATTENZIONE DERIVANTI DA PUNTI

Limiti aree d'attenzione in presenza di punti di attenzione

Si considera a rischio l'area comprendente il corso d'acqua delimitata dall'intersezione tra il terreno e un piano orizzontale tracciato a una quota superiore di 1 metro a quella del punto più elevato dell'estradosso dell'impalcato dell'attraversamento. L'ampiezza dell'area di attenzione adiacente al corso d'acqua non sarà in ogni caso estesa per più di L metri, essendo L il prodotto dell'ordine di Horton dell'asta considerata (desumibile dal CD del *Catasto dei reticoli fluviali*) per 10, a destra e a sinistra delle sponde dell'alveo o delle spalle del ponte. La lunghezza dell'area di attenzione longitudinalmente al corso d'acqua a monte dell'attraversamento non sarà in ogni caso estesa per più di S metri, essendo S il prodotto dell'ordine di Horton dell'asta considerata per 100. Sono escluse da questa categoria le aree esterne a tratti d'alveo in cui siano presenti attraversamenti ritenuti insormontabili rispetto a piene con tempo di ritorno T=200 anni. Restano valide le prescrizioni di cui al precedente punto in presenza di arginature.



APPENDICE C

CATASTO RETICOLI IDROGRAFICI

Allo scopo di raccogliere e archiviare in maniera coerente e completa le informazioni riguardanti tutti i fiumi calabresi, è stato realizzato il “catasto” dei reticoli fluviali, identificando ciascun tronco compreso tra due confluenze, assegnando un codice univoco a scala regionale.

Informazioni bacini

Per ogni bacino e per ciascun sottobacino sono state desunte le seguenti informazioni:

- superficie;
- perimetro;
- pendenza media;
- quota media.

Informazioni reticoli idrografici

Tutti i reticoli idrografici sono stati organizzati in una forma topologica congruente, orientando da monte verso valle ciascun tratto compreso tra due confluenze.

Per ogni tronco fluviale, identificato da un codice univoco sono riportate le seguenti informazioni:

- CODICE ASTA;
- Quota iniziale;
- Quota finale;
- Pendenza media;
- Lunghezza;
- Ordine Horton.

Tutti i dati sopra descritti sono contenuti in un CD distribuito dall’Autorità di Bacino. I dati sono organizzati secondo le 13+1 aree programma in cui è suddiviso il territorio calabrese; il formato di distribuzione è Shapefile della ESRI.

APPENDICE D

NORMATIVE

Si richiama nel seguito la normativa vigente per gli aspetti connessi alla compatibilità idraulica dei ponti.

Decreto Ministero LL.PP. 4 maggio 1990 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo dei ponti stradali

..... omissis

2.4. Problemi idraulici

Quando il ponte interessa un corso d’acqua naturale o artificiale, il progetto dovrà essere corredato da una relazione riguardante i problemi idrologici, idrografici ed idraulici relativi alle scelte progettuali, alla costruzione e all’esercizio del ponte. L’ampiezza e l’approfondimento della relazione e delle indagini che ne costituiscono la base saranno commisurati all’importanza del problema e al grado di elaborazione del progetto. Una cura particolare è da dedicare, in ogni caso, al problema delle escavazioni dell’alveo ed alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle. a trattazione dei citati problemi dovrà avvenire nel rispetto del testo unico 25 luglio 1904, n. 523 e successivi aggiornamenti.

Circolare n. 34233 del 25 febbraio 1991 del Ministero LL.PP. “Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali”

..... omissis

Problemi idraulici

Gli elementi del ponte, quali le opere di sostegno, di difesa ed accessorie, quando interessino l’alveo di un corso d’acqua, specie se di qualche importanza, dovranno far parte di un progetto unitario. Nello studio andranno in particolare illustrati i seguenti aspetti: ricerca e raccolta presso gli Uffici ed Enti competenti delle notizie e dei rilievi esistenti, utili per lo studio idraulico da svolgere:

- giustificazione della soluzione proposta per l’ubicazione del ponte, le sue dimensioni e le sue strutture in pianta, in elevazione e in fondazione, tenuto conto del regime del corso d’acqua, dell’assetto morfologico attuale e della sua prevedibile evoluzione e della natura geologica della zona interessata;
- studio idrologico degli eventi di massima piena; esame dei principali eventi verificatisi nel corso d’acqua; raccolta dei valori estremi, in quanto disponibili, e loro elaborazione in termini di frequenza probabile del loro verificarsi; definizione dei mesi dell’anno durante i quali siano da attendersi eventi di piena, con riferimento alla prevista successione delle fasi costruttive;
- definizione della scala delle portate nella sezione interessata per le condizioni attuali e per quelle dipendenti dal costruendo manufatto, anche per le diverse e possibili fasi costruttive previste; calcolo del rigurgito provocato dal ponte. Nel caso in cui l’opera di attraversamento sia costituita, oltre che dal ponte vero e proprio, anche da uno o due rilevati collocati in alveo, dovranno essere valutate quali modifiche possono prodursi a monte dell’opera in conseguenza della riduzione della luce libera rispetto a quella primitiva.