

**CIRCOLARE PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 13
DICEMBRE 1995, N. DSTN/2/22806**

«Disposizioni attuative e integrative in materia di dighe»

Pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale 7 marzo 1996, n. 56 (Circolare c.d. "Barberi")

**A) PRESCRIZIONI INERENTI LA DESIGNAZIONE DELL'INGEGNERE
RESPONSABILE DELLA SICUREZZA DELLE DIGHE (DECRETO—LEGGE 8
AGOSTO 1994, N. 507, CONVERTITO CON LEGGE 21 OTTOBRE 1994, N. 584)**

L'art. 4, comma 7, del decreto—legge 8 agosto 1994, n. 507, recante misure urgenti in materia di dighe, convertito con legge 21 ottobre 1994, n. 584, di seguito denominata *legge*, dispone che: “*al fine di garantire l'azione di controllo esercitata nella costruzione e nell'esercizio delle dighe da parte della pubblica amministrazione, ogni concessionario o gestore delle opere è tenuto ad individuare, anche all'interno della propria struttura, un ingegnere, designato responsabile della sicurezza delle opere e dell'esercizio dell'impianto*”.

Al fine di attuare tale disposizione, si prescrive che i concessionari o richiedenti la concessione o, in loro assenza, i proprietari che gestiscono direttamente le opere di sbarramento, dighe di ritenuta o traverse, indicate all'art. 1, comma 1, della *legge*, comunichino, entro 30 giorni dalla data di pubblicazione della presente circolare nella *Gazzetta Ufficiale*, al Servizio nazionale dighe (SND), ai competenti Provveditorati alle opere pubbliche, ovvero all'Assessorato ai lavori pubblici della Regione Sardegna per le opere ricadenti in detta regione, ed alle competenti Prefetture, per ogni opera esercitata o in costruzione, il nominativo od i recapiti dell'ingegnere responsabile della sicurezza delle opere e della sicurezza dell'esercizio dell'impianto (nonché di un ingegnere che lo sostituisca in caso di assenza o impedimento—ingegnere sostituto). Unitamente alla comunicazione al SND dovrà essere trasmessa copia dell'atto formale di designazione allo svolgimento dell'incarico di ingegnere responsabile e, nel caso di liberi professionisti, anche la loro dichiarazione di accettazione dell'incarico. In caso di inadempienza rilevata a seguito degli accertamenti periodici di controllo, ricorrono le condizioni per l'applicazione della sanzione pecuniaria prevista dal predetto art. 4, comma 4, della *legge* ai concessionari o richiedenti la concessione o, in loro assenza, ai proprietari che gestiscono direttamente le opere di sbarramento.

**B) PIENE ARTIFICIALI E FOGLI DI CONDIZIONE PER L'ESERCIZIO E LA
MANUTENZIONE**

Nell'ambito della propria attività di vigilanza e conoscitiva il SND deve promuovere od acquisire gli studi sulle conseguenze che hanno sui territori di valle le manovre normali ed eccezionali degli organi di scarico della diga e l'ipotetico crollo della diga stessa [art. 24, comma 6, lettera e), del d.p.r. 24 gennaio 1991, n. 85]¹, ai fini della definizione degli

¹ "6. L'attività di vigilanza, da effettuare avvalendosi anche di esperti, si svolge con le seguenti modalità:..e) promozione ed acquisizione degli studi sulle conseguenze sui territori di valle per

scenari degli incidenti probabili, sulla base dei quali dovranno essere redatti dai prefetti i relativi piani di emergenza.

A tal fine i concessionari o richiedenti la concessione o, in loro assenza, i proprietari che gestiscono direttamente le opere di sbarramento, dighe di ritenuta o traverse, indicate all'art. 1, comma 1, della *legge*, qualora non avessero già provveduto, devono redigere, attenendosi alle allegate "raccomandazioni" elaborate con il concorso del G.N.D.C.I. [All. 1], e far pervenire al SND entro 6 mesi dalla data di pubblicazione della presente circolare, gli studi sugli effetti delle piene artificiali connesse alle manovre degli organi di scarico e gli studi teorici tendenti ad individuare il profilo dell'onda di piena e le aree soggette ad allagamento in conseguenza di ipotetico collasso della struttura.

I sopra indicati soggetti devono altresì valutare la massima portata di piena transitabile in alveo a valle dello sbarramento, contenuta nella fascia di pertinenza fluviale come delimitata dalla competente autorità di bacino o, ove non costituita, dall'autorità competente per l'asta fluviale. Il dato deve essere comunicato al Dipartimento della Protezione Civile ed alle locali autorità di protezione civile.

Al fine di consentire al SND la redazione del foglio di condizione per l'esercizio e la manutenzione e del documento contenente le condizioni che devono verificarsi perché si debba attivare il sistema di protezione civile e le procedure da porre in atto (definito nella circolare 4 dicembre 1987, n. 352, pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 14 del 19 gennaio 1988), ove già non esistenti, i sopraindicati concessionari o richiedenti la concessione o, in loro assenza, i proprietari che gestiscono direttamente le opere di sbarramento trasmettono all'ufficio periferico, entro 90 giorni dalla data della richiesta, i dati e le informazioni ritenuti necessari dal SND.

In caso di inadempienza dell'invio dei documenti di cui ai precedenti commi (piene artificiali, informazioni per la redazione del foglio di condizioni e del documento di protezione civile) rilevata a seguito degli accertamenti periodici di controllo, ricorrono le condizioni per l'applicazione ai soggetti anzidetti della sanzione pecuniaria prevista dall'art. 4, comma 4, della *legge*; nel contempo il SND, previa ordinanza prefettizia disposta ai sensi dell'art. 2 del Testo Unico delle leggi di pubblica sicurezza 18 giugno 1931, n. 773, provvede alla raccolta dei dati ed alla redazione degli elaborati non pervenuti avvalendosi di soggetti pubblici o privati di comprovata competenza, a spese degli interessati.

I fogli di condizione per l'esercizio e la manutenzione già redatti devono intendersi integrati con la prescrizione che il valore della massima portata di piena transitabile in alveo a valle degli sbarramenti contenuta nella fascia di pertinenza fluviale come delimitata dalla competente autorità di bacino o, ove non costituita, dall'autorità competente per l'asta fluviale, non dovrà essere superato nel corso delle manovre ordinarie degli organi di scarico.

C) ASSEVERAZIONE DELLO STATO DELLE DIGHE IN ESERCIZIO E DELLA LORO SICUREZZA

I concessionari o richiedenti la concessione o, in loro assenza, i proprietari che gestiscono direttamente le opere di sbarramento, dighe di ritenuta o traverse, indicate all'art. 1,

manovre normali ed eccezionali degli organi di scarico della diga e per l'ipotetico crollo della diga stessa;...";

comma 1, della *legge* devono inoltrare al SND, entro 120 giorni dalla data di pubblicazione della presente circolare, e successivamente ogni 6 mesi, una dichiarazione con la quale l'ingegnere responsabile di cui al precedente punto A) assevera lo stato delle opere, ivi comprese le sponde del serbatoio, e delle apparecchiature, per quanto riguarda la manutenzione, l'efficienza e le condizioni di sicurezza, nonché il rispetto del foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione durante la gestione dell'impianto.

La dichiarazione, cui devono essere allegati i diagrammi aggiornati delle misure significative del comportamento dell'opera, deve altresì asseverare che non si ravvisano situazioni di pericolo per le popolazioni ovvero indicare gli eventuali provvedimenti di urgenza assunti.

Il SND effettua i sopralluoghi e gli accertamenti ritenuti opportuni, comunicandone i risultati, ove necessario, alla competente prefettura per l'eventuale applicazione di provvedimenti cautelativi e/o sanzionatori.

D) OPERE DI SBARRAMENTO REALIZZATE IN ASSENZA DI PROGETTO APPROVATO OVVERO IN DIFFORMITÀ ALLO STESSO SUCCESSIVAMENTE ALLA DATA DÌ ENTRATA IN VIGORE DELLA LEGGE

1) Le opere di sbarramento (da identificare nel manufatto costituente la diga, con i relativi interventi di consolidamento e tenuta in fondazione e nelle spalle, e nelle opere di scarico con i relativi impianti) realizzate successivamente alla data di entrata in vigore della *legge* senza aver previamente ottenuto l'approvazione tecnica del progetto, ovvero in difformità del progetto approvato (o modificate successivamente al completamento degli invasi sperimentali ed all'inizio dell'ordinario esercizio) in modo tale da ridurre le loro originarie condizioni di sicurezza, fattispecie sanzionate dall'art. 4, comma 1, della *legge*, sono soggette all'applicazione dei provvedimenti di cui all'art. 18 del d.p.r. 1 novembre 1959, n. 1363, fino alla loro eventuale demolizione, qualora non presentino eventuali condizioni di sicurezza rientranti nei limiti previsti dalla normativa tecnica vigente.

Nel caso in cui le opere di sbarramento siano riconducibili alle condizioni di sicurezza previste dalla normativa tecnica vigente, il trasgressore, attuati gli anzidetti provvedimenti, potrà effettuare i necessari lavori semprechè il relativo progetto, da presentare al SND entro 6 mesi dalla rilevata trasgressione, sia stato dallo stesso approvato, anche nella forma condizionata all'osservanza di prescrizioni (art 1, comma 1, della *legge*). Le opere di sistemazione dovranno essere completate, nel rispetto degli obblighi, oneri e vincoli di cui all'art. 1, comma 6, della *legge* entro i tempi tecnici indicati nel progetto approvato dal SND. Il definitivo parere negativo sul progetto presentato comporta per il trasgressore l'immediato obbligo di messa in sicurezza definitiva dei luoghi.

2) Sulle modifiche apportate alle opere di sbarramento (da identificare come al precedente punto 1) che non ne riducano le originarie condizioni di sicurezza e non incidano in modo rilevante sull'impostazione progettuale a suo tempo approvata, ed a quelle apportate allo stato dei luoghi ovvero alle opere accessorie o complementari (interventi di consolidamento dei versanti dell'invaso, dispositivi di tenuta del serbatoio, strumentazione di misura e di controllo, impianti di sorveglianza, allarme ed illuminazione, casa di guardia, viabilità di servizio), ma, per queste ultime, solo nel caso di riduzione delle loro specifiche condizioni statico—funzionali, deve essere

acquisita l'approvazione tecnica da parte del SND, che può essere rilasciata anche a posteriori e nella forma condizionata all'osservanza di prescrizioni. Il richiedente la concessione o concessionario o, in mancanza di questo, il proprietario che gestisce direttamente le opere, può pertanto dare subito inizio ai suddetti lavori di modifica, restando peraltro a suo carico esclusivo gli oneri conseguenti alle eventuali prescrizioni del SND. In ogni caso la mancata approvazione comporta la realizzazione degli interventi come da progetto originariamente approvato. Nel caso venga accertata, in qualunque fase dei lavori o a lavori eseguiti, l'assenza dei presupposti di sicurezza sopra indicati per le opere di sbarramento, ricorre la fattispecie sanzionatoria di cui all'art. 4, comma 1, della *legge* e l'applicazione delle procedure di cui al precedente punto 1).

L'invio al SND della documentazione tecnico—progettuale da sottoporre ad approvazione deve avvenire prima del termine dei lavori relativi alla modifica. Ove le modifiche siano apportate in occasione di lavori di costruzione o di manutenzione di apprezzabile rilevanza detto invio potrà avvenire prima della ultimazione degli stessi. Nel caso in cui le modifiche in argomento siano già realizzate o in corso di realizzazione alla data di pubblicazione della presente circolare, l'anzidetto invio deve avvenire entro 90 giorni da detto termine. Per omesso o ritardato invio degli elaborati progettuali relativi a modifiche rilevate a seguito degli accertamenti periodici di controllo, ricorrono le condizioni per l'applicazione della sanzione pecuniaria prevista dall'art. 4, comma 4, della *legge*, salvo che il fatto non costituisca più grave reato.

E) APPLICAZIONE DEL D.P.R. 1 NOVEMBRE 1959, N. 1363

- 1) L'art 28 del d.p.r. 24 gennaio 1991, n. 85, modificato ed integrato dall'art. 5, comma 2, della *legge* stabilisce che, fino all'assegnazione del personale agli uffici periferici del SND, e comunque non oltre il 31 dicembre 1995, i Provveditorati regionali alle opere pubbliche del Ministero dei lavori pubblici e l'Assessorato ai lavori pubblici della Regione Sardegna continuano a svolgere le attività espletate in applicazione degli articoli 16, 17 e 18 del regolamento approvato con d.p.r. 1 novembre 1959, n. 1363. Ciò premesso, in attesa dell'emanazione del nuovo regolamento per la disciplina del procedimento di approvazione dei progetti e del controllo sulla costruzione e l'esercizio delle dighe di cui all'art. 2, comma 1, della *legge* si forniscono alcuni chiarimenti indispensabili per un corretto ed uniforme impiego del citato regolamento del d.p.r. 1363/59, emanato in funzione di una organizzazione statale oggi profondamente modificata, che non ne consente la letterale applicazione. Peraltro lo stesso decreto del Presidente della Repubblica è stato in passato oggetto, da parte del Ministero dei lavori pubblici, di circolari interpretative e prescrittive volte a consentire di adeguare la normativa alla struttura amministrativa modificatasi a seguito del d.p.r. 616/77 e delle mutate esigenze di sicurezza. Successivi provvedimenti legislativi (*legge* 183/89, d.p.r. 85/91, decreto—*legge* 507/94) hanno regolamentato in maniera diversa aspetti trattati sia dal Decreto del Presidente della Repubblica in questione che dalle citate circolari che pertanto, per tali profili, sono da considerare superati.
- 2) Si specifica che, insediati gli uffici periferici del SND, e comunque a partire dal 1 gennaio 1996:

- a) le funzioni affidate dal d.p.r. 1363/59 agli uffici del genio civile (all'epoca facenti parte del Ministero dei lavori pubblici), agli articoli 5, 6, 7, comma 2, 8, 10, 11, 12, 13, 14, commi 1 e 2, 15, 16, 17, 18 sono da intendersi affidate agli uffici periferici del SND;
- b) le funzioni affidate dal d.p.r. 1363/59 al servizio dighe sono da intendersi affidate a:
- ufficio periferico del SND (articoli 1, 7, comma 1, 9, comma 2);
 - sede centrale del SND (articoli 4, 5, 7, comma 2, 8, 10, 11, 12, 13, 14, comma 1, 17, 18);
 - sede centrale e ufficio periferico del SND (articoli 9, comma 1, 14, comma 3);
- c) la disposizione di cui al secondo punto del comma 3 dell'art. 5 del d.p.r. 1363/59 viene attuata dall'ufficio periferico del SND inviando la documentazione ivi indicata alla sede centrale che, eseguite le verifiche e gli accertamenti del caso, le trasmette al Consiglio superiore dei lavori pubblici per l'esame e parere di cui all'art. 24, comma 3, lettera b), del d.p.r. 85/91;
- d) la disposizione di cui all'art. 12, comma 7, del d.p.r. 1363/59 viene attuata dall'ufficio periferico del SND riferendo alla sede centrale che potrà chiedere in merito il parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici,
- e) per le attività di competenza dell'amministrazione prescritte dagli articoli 16, 17 e 18 del d.p.r. 1363/59, si fa riferimento a quanto indicato alla precedente lettera c);
- f) i bollettini di cui all'art. 19, ultimo comma, del d.p.r. 1363/59 devono essere inviati in duplice copia al competente ufficio periferico del SND, che ne trasmetterà una alla sede centrale;
- g) i soggetti cui sia stato affidato dai titolari della concessione di derivazione, ovvero dai proprietari delle opere, l'esercizio dell'impianto, assumono gli oneri previsti per questi ultimi dalla vigente normativa in materia di dighe solo dopo che il Ministero dei lavori pubblici abbia concesso esplicita autorizzazione al subentro nella gestione dell'impianto e che detto subentro sia stato notificato al SND ed agli organi competenti in materia di protezione civile;
- h) gli elaborati del progetto di opere di sbarramento da sottoporre all'approvazione del SND, elencati all'art. 2 del d.p.r. 1363/59 ed indicati come costituenti il progetto "esecutivo", devono essere redatti con il livello di approfondimento precisato all'art. 16, comma 4, del decreto-legge 101/95, convertito con legge 216/95, per il progetto "definitivo".² Quanto sopra tenuto conto che, in conformità al dettato dell'art. 6,

² "4. Il progetto definitivo individua compiutamente i lavori da realizzare, nel rispetto delle esigenze, dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti nel progetto preliminare e contiene tutti gli elementi necessari ai fini del rilascio delle prescritte autorizzazioni ed approvazioni. Esso consiste in una relazione descrittiva dei criteri utilizzati per le scelte progettuali, nonché delle caratteristiche dei materiali prescelti e dell'inserimento delle opere sul territorio; nello studio di impatto ambientale ove previsto; in disegni generali nelle opportune scale descrittivi delle principali caratteristiche delle opere, delle superfici e dei volumi da realizzare, compresi quelli per l'individuazione del tipo di fondazione; negli studi ed indagini preliminari occorrenti con riguardo alla natura ed alle caratteristiche dell'opera; nei calcoli preliminari delle strutture e degli impianti; in un disciplinare descrittivo degli elementi prestazionali, tecnici ed economici previsti in progetto nonché in un computo metrico estimativo. Gli studi e le indagini occorrenti, quali quelli di tipo geognostico, idrologico, sismico, agronomico, biologico, chimico, i rilievi e i sondaggi, sono condotti fino ad un livello tale da consentire i calcoli preliminari delle strutture e degli impianti e lo sviluppo del computo metrico estimativo";

comma 5, primo periodo, del medesimo decreto-legge³, il Consiglio superiore dei lavori pubblici cui vengono trasmessi dal SND i progetti per esame e parere, si esprime sui progetti “definitivi”. Analogamente il progetto indicato all'art. 1 del d.p.r. 1363/59 deve essere equiparato al progetto “preliminare”⁴ come definito all'art. 16, comma 3, del citato decreto-legge 101/95.

F) DEFINIZIONE DI ALTEZZA DI UNA DIGA E VOLUME DI INVASO, AI FINI DELL'ATTRIBUZIONE DELLE COMPETENZE

- a) Con il termine di “*altezza*” si intende la differenza tra la quota del piano di coronamento, ovvero del ciglio più elevato di sfioro nel caso di traverse prive di coronamento, e quella del punto più depresso dei paramenti da individuare su una delle due linee di intersezione tra paramenti e piano di campagna.
- b) Con il termine “*volume di invaso*” si intende la capacità del serbatoio compresa tra la quota più elevata delle soglie sfioranti degli scarichi, o della sommità delle eventuali paratoie (quota di massima regolazione), e la quota del punto più depresso del paramento di monte da individuare sulla linea di intersezione tra detto paramento e piano di campagna.

G) ELENCO DELLE DIGHE DI COMPETENZA DEL SND

Il SND pubblica nella *Gazzetta Ufficiale* l'elenco delle dighe che rientrano nella propria competenza per le quali sono stati autorizzati gli invasi.

³ "5. Il Consiglio superiore dei lavori pubblici esprime parere obbligatorio sui **progetti definitivi** di lavori pubblici di competenza statale, o comunque finanziati per almeno il 50 per cento dallo Stato, di importo superiore ai 25 milioni di ECU, nonché parere sui progetti delle altre pubbliche amministrazioni, sempre superiori a tale importo, ove esse ne facciano richiesta. Per i lavori pubblici di importo inferiore a 25 milioni di ECU, le competenze del Consiglio superiore sono esercitate dai comitati tecnici amministrativi presso i provveditorati regionali alle opere pubbliche, la cui composizione viene parimenti modificata secondo quanto previsto al comma 4. Qualora il lavoro pubblico di importo inferiore a 25 milioni di ECU, presenti elementi di particolare rilevanza e complessità, il provveditore sottopone il progetto, con motivata relazione illustrativa, al parere del Consiglio superiore”;

⁴ "3. Il **progetto preliminare** definisce le caratteristiche qualitative e funzionali dei lavori, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire e consiste in una relazione illustrativa delle ragioni della scelta della soluzione prospettata in base alla valutazione delle eventuali soluzioni possibili, anche con riferimento ai profili ambientali e all'utilizzo dei materiali provenienti dalle attività di riuso e riciclaggio, della sua fattibilità amministrativa e tecnica, accertata attraverso le indispensabili indagini di prima approssimazione, dei costi, da determinare in relazione ai benefici previsti, nonché in schemi grafici per l'individuazione delle caratteristiche dimensionali, volumetriche, tipologiche, funzionali e tecnologiche dei lavori da realizzare; il progetto preliminare dovrà inoltre consentire l'avvio della procedura espropriativa”;

RACCOMANDAZIONI PER LA MAPPATURA DELLE AREE A RISCHIO DI INONDAZIONE CONSEGUENTE A MANOVRE DEGLI ORGANI DI SCARICO O AD IPOTETICO COLLASSO DELLE DIGHE

1. Requisiti degli studi
2. Descrizione della diga
3. Piene artificiali per manovre degli organi di scarico
 - 3.1. Ipotesi di manovra
 - 3.2. Condizioni idrauliche e valutazione delle portate effluenti
 - 3.3. Rilievi della geometria a valle della diga
 - 3.4. Propagazione dell'onda di piena
 - 3.5. Rappresentazione dei risultati
4. Piene artificiali per ipotetico collasso della diga
 - 4.1. Ipotesi di cedimento
 - 4.1.1. Dighe murarie
 - 4.1.2. Dighe di materiali sciolti
 - 4.1.3. Dighe miste e serbatoi fuori alveo
 - 4.2. Condizioni idrauliche alla rottura
 - 4.2.1. Dighe murarie
 - 4.2.2. Dighe di materiali sciolti
 - 4.3. Metodi di valutazione delle portate uscenti attraverso la breccia
 - 4.3.1. Tipo di approccio
 - 4.3.2. Dighe murarie
 - 4.3.3. Dighe di materiali sciolti
 - 4.3.4. Dighe miste e serbatoi fuori alveo
 - 4.4. Dighe in serie
 - 4.5. Geometria delle aree a valle della diga
 - 4.6. Propagazione dell'onda di piena
 - 4.6.1. Trasporto di materiale solido
 - 4.6.2. Estensione del tratto fluviale soggetto al calcolo di propagazione
 - 4.7. Rappresentazione dei risultati

1. REQUISITI DEGLI STUDI

Gli studi relativi alle onde di piena artificiali conseguenti e manovre degli organi di scarico o ad ipotetico collasso delle dighe consistono in un elaborato tecnico conforme alle indicazioni di seguito riportate.

Lo studio è completato dalla compilazione della scheda riportata in allegato alle presenti raccomandazioni.

I sopraindicati elaborati forniscono informazioni sugli scenari degli incidenti probabili in materia di dighe, anche sulla base dei quali sono redatti dai Prefetti i relativi piani di emergenza.

2. DESCRIZIONE DELLA DIGA

Nella prima parte degli studi sono riportate tutte le informazioni di carattere generale utili per la identificazione e localizzazione della diga e per la conoscenza del suo utilizzo e dello sua gestione. In esso sono pure descritte le principali caratteristiche dello sbarramento, dei suoi organi di scarico, dell'invaso artificiale, nonché del bacino idrografico sotteso ed è inoltre segnalata e localizzata la presenza di altri sbarramenti posti a monte e/o a valle della diga.

Con riferimento al progetto originario della diga, è indicata la portata di progetto degli organi di scarico ed, eventualmente, le valutazioni delle portate di piena affluente nel bacino con assegnato tempo di ritorno. Ove disponibile è riportata anche l'entità della massima piena osservata.

3. PIENE ARTIFICIALI PER MANOVRE DEGLI ORGANI DI SCARICO

Lo studio deve esaminare la variabilità dei parametri maggiormente significativi e di più incerta determinazione (scabrezze, interrimento, effetti bidimensionali, ecc.), motivando adeguatamente la scelta dei valori assunti nel calcolo.

3.1. Ipotesi di manovra

Negli studi è valutato, separatamente, l'effetto della manovra dei soli organi di scarico profondi e di manovra contemporanea degli organi di scarico superficiali e profondi.

Nelle elaborazioni sono adottate le manovre di massima rapidità compatibili con il funzionamento, anche anomalo od accidentale, degli organi di scarico.

Quale schema semplificato può essere adottato quello di manovre istantanee.

Nel caso di manovra congiunta degli scarichi superficiali e profondi, deve essere verificato che lo schema di manovra adottato individui effettivamente la condizione più gravosa nei riguardi del picco della portata complessivamente affluente.

3.2. Condizioni idrauliche e valutazione delle portate effluenti

La valutazione delle portate effluenti attraverso gli organi di scarico è effettuata assumendo, quale condizione preesistente alla manovra, un livello del serbatoio pari alla quota massima di regolazione. Nelle elaborazioni si tiene conto delle variazioni del livello idrico nel serbatoio artificiale indotte dall'apertura degli scarichi. Per gli invasi di grande capacità, quale schema semplificato, può essere adottato un livello idrico del serbatoio di ritenuta costante nel tempo. Quest'ultimo schema deve comunque essere associato all'ipotesi di istantaneità della manovra di apertura degli scarichi. Si ipotizza che gli scarichi rimangano completamente aperti a tempo indeterminato.

3.3. Rilievi della geometria a valle della diga

La caratterizzazione geometrica delle aree potenzialmente soggette ad inondazione deve essere effettuata in base a cartografia ufficiale, o prodotta da soggetti pubblici, di sufficiente dettaglio, di norma e scala non inferiore a 1:5.000, e con l'ausilio di specifici rilievi in sito.

Laddove la cartografia disponibile sia in scala 1:10.000 o minore, devono essere effettuati specifici rilievi in sito per tutte le sezioni idrauliche dell'alveo e della valle interessate alla potenziale inondazione. Alla cartografia ufficiale, in tal caso, è riservato il ruolo di quadro d'insieme dei rilievi e di base per il tracciamento delle aree potenzialmente inondate.

Nei casi in cui invece la cartografia disponibile sia in scala 1:5.000 o sia di dettaglio ancora maggiore, i rilievi in sito sono limitati a quelle sezioni corrispondenti a particolari configurazioni morfologiche del fiume, o caratterizzate dalla presenza di infrastrutture in alveo che possono assumere un ruolo di controllo delle modalità del deflusso durante il transito della piena artificiale.

Nei calcoli sono sempre utilizzate le sezioni normali alla direzione del moto, dopo aver verificato che esse risultino non solo in numero adeguato, ma anche localizzate in modo da consentire una corretta descrizione della variabilità della geometria dell'alveo e della valle.

Nell'uso della cartografia deve essere sempre accertato che, dalla data del rilevamento, non siano intervenuti mutamenti nell'uso del territorio limitrofo al corso d'acqua, o lungo l'alveo stesso, il cui mancato rilievo possa alterare significativamente i risultati dello studio o ridurne l'immediata utilizzabilità ai fini della Protezione Civile.

3.4. Propagazione dell'onda di piena

Lo studio della propagazione verso valle dell'onda di piena dovuta a manovre degli organi di scarico delle dighe è affrontato, di norma, per mezzo di simulazione numerica. Non è però escluso l'impiego di modelli fisici.

L'applicazione dei modelli per la simulazione numerica della propagazione delle onde di piena è facilitata dall'esistenza di opportuni codici di calcolo, generalmente facenti riferimento a schemi di moto monodimensionale in forma più o meno semplificata. All'atto della scelta del codice di calcolo è opportuno sincerarsi che esso sia stato sottoposto ad ampie verifiche e sia stato validato sulla base di situazioni reali.

In tutti i casi si fa riferimento a modelli di propagazione della piena che considerano l'alveo fisso, cioè non soggetto a processi di erosione o deposito.

Il modello impiegato deve tenere conto di tutti i parametri e condizioni che possono portare a sensibili scostamenti dei risultati, quali ad esempio coefficiente di scabrezza, la presenza di ostacoli naturali o artificiali (ponti, viadotti, rilevati, ecc.), forti variazioni longitudinali e trasversali dell'alveo, ecc. In particolare il modello di propagazione deve tener conto:

- dell'eventuale presenza di marcati restringimenti delle sezioni idrauliche, sia di carattere naturale che legati alla presenza di strutture in alveo;
- dell'inondazione di ampie aree pianeggianti o fortemente urbanizzate;
- del sormonto di arginature o altre condizioni che portino alla formazione di zone allagate ove sia notevole l'espansione laterale della piena.

L'alveo a valle dello sbarramento va considerato inizialmente asciutto.

L'estensione del tratto fluviale soggetto al calcolo di propagazione deve essere non minore di 20 km a meno che esso non confluisca prima in mare o in un lago di grande capacità. In caso di confluenza in un altro corso d'acqua, il calcolo può essere arrestato solo allorché quest'ultimo presenti portate di piena naturali nettamente maggiori di quelle oggetto dello studio e cioè nei casi in cui sia scontato che la piena dovuta a manovre degli organi di scarico defluisca ben contenuta nell'alveo naturale a valle della confluenza.

3.5. Rappresentazione dei risultati

Il principale risultato richiesto agli studi in questione è l'individuazione delle zone soggette a potenziale inondazione: la mappa delle aree allagabili è la sintesi dei risultati delle varie elaborazioni che riveste la maggiore importanza.

La rappresentazione della massima estensione di tali aree deve, ovviamente, essere chiara e di facile lettura e localizzazione. E' dunque necessario che essa sia tracciata su una

cartografia quanto più completa ed aggiornata possibile. E' opportuno che nelle zone di maggiore espansione dell'inondazione, siano anche riportate le curve di egual valore dei tiranti idrici.

Deve anche essere fornito, su supporto magnetico, un file ASCII in cui sono riportate le coordinate geografiche dei vertici della poligonale che descrive il perimetro delle aree allagate.

La rappresentazione dei risultati dello studio è completata con ulteriori elaborati tra i quali gli involucri tracciati lungo tutto il tratto di fiume oggetto del calcolo di propagazione:

- delle massime altezze idriche;
- dei carichi idraulici totali;
- dei tempi di arrivo del colmo e delle quote del pelo libero;
- delle velocità della corrente;
- delle portate defluenti.

E' inoltre, ritenuto particolarmente utile che gli studi riportino anche i profili idrici longitudinali della piena per almeno 3 istanti significativi.

Per completezza di esposizione, devono essere riportate anche le tabulazioni, eventualmente sintetiche, dei valori numerici delle principali grandezze in gioco, fornite dai vari metodi o codici di calcolo adottati. Occorre anche riportare, in forma grafica e tabellare, la curva di espansione dell'invaso e quella delle portate degli scarichi in funzione della quota di invaso.

4. PIENE ARTIFICIALI PER IPOTETICO COLLASSO DELLA DIGA

Anche in questo caso lo studio deve esaminare la variabilità dei parametri maggiormente significativi e di più incerta determinazione (formazione della breccia, scabrezze, interrimento, effetti bidimensionali, ecc.), motivando adeguatamente la scelta dei valori assunti nel calcolo.

4.1. Ipotesi di cedimento

4.1.1. Dighe murarie

La necessità di prefigurare la condizione di rottura più gravosa in relazione alla generazione dell'onda di piena impone che il crollo sia considerato totale, interessante cioè l'intera diga, a meno che la tipologia sia tale da richiedere la verifica di stabilità per ogni singolo elemento strutturale costituente l'opera. In tal caso il crollo può essere ragionevolmente ipotizzato parziale, interessante cioè i soli elementi strutturali di maggiore altezza, in numero comunque tale da fornire un rapporto tra le aree delle sezioni di breccia e diga non minore di 1/3. L'asportazione della diga, o di una parte della quale si suppone il crollo, è considerata istantanea.

4.1.2. Dighe di materiali sciolti

Nelle dighe di materiali sciolti l'asportazione del rilevato avviene con modalità di sviluppo della breccia nel corpo diga dipendenti dall'intensità dell'azione erosiva

dell'acqua tracimante lo sbarramento. Da quanto suddetto ne consegue che l'asportazione del rilevato risulta praticamente sempre parziale e progressiva.

4.1.3. Dighe miste e serbatoi fuori alveo

Per le dighe miste e per i serbatoi fuori alveo, sono analizzate separatamente le varie ipotesi di cedimento, adottando quella che provoca la maggiore portata di picco nell'idrogramma di piena uscente attraverso la breccia, nonché quella che provochi l'allagamento di zone di particolare interesse a valle dello sbarramento.

4.2. Condizioni idrauliche alla rottura

4.2.1. Dighe murarie

Per le dighe murarie è ipotizzato che il collasso della struttura non sia legato ad eventi idrologici intensi, cosicché la condizione idraulica iniziale più gravosa da considerarsi è quella di serbatoio pieno fino alla quota massima di regolazione.

Durante il processo di efflusso attraverso la breccia creatasi per rottura della diga, possono essere trascurate le portate in ingresso al serbatoio e le portate eventualmente rilasciate attraverso gli organi di scarico.

4.2.2. Dighe di materiali sciolti

Per le dighe di materiali sciolti si ipotizza che il collasso sia dovuto ad una piena di carattere eccezionale, non smaltita dagli organi di scarico della diga, e che causi perciò il completo riempimento del serbatoio ed il sormonto dello sbarramento. Come condizione idraulica iniziale è dunque da assumersi un livello del serbatoio pari alla quota del coronamento della diga.

Salvo casi particolari, riferibili a dighe con invasi di modesto volume o dighe soggette ad onde di piena da rottura di sbarramenti posti a monte, le portate in ingresso al serbatoio durante lo svolgersi del fenomeno di efflusso per brecciatura della diga possono essere trascurate, risultando il loro effetto contenuto nei riguardi del processo di generazione dell'onda di piena artificiale da rottura.

Le portate rilasciate attraverso gli organi di scarico superficiale sono valutate in relazione ai livelli idrici presenti nel serbatoio. Trattandosi di livelli superiori a quelli di progetto, occorre verificare la reale capacità di smaltimento delle portate da parte delle opere di scarico. Le portate rilasciate attraverso gli scarichi di mezzofondo e di fondo possono invece essere trascurate.

4.3. Metodi di valutazione delle portate uscenti attraverso la breccia

4.3.1. Tipo di approccio

Le portate uscenti attraverso la breccia a seguito del collasso di uno sbarramento di ritenuta sono valutate utilizzando metodologie di simulazione numerica. Non è però escluso il ricorso a modelli fisici.

4.3.2. Dighe murarie

Per le dighe murarie una prima valutazione dell'onda di piena effluente può essere effettuata assimilando il fenomeno della rottura all'eliminazione istantanea di una paratoia di sezione trasversale pari a quella della diga inserita in un canale prismatico, utilizzando quindi i relativi risultati teorici. Con un calcolo più accurato, generalmente basato su approcci di tipo numerico, è possibile tenere conto di quegli aspetti presenti nel fenomeno reale e non riprodotti dallo schema di paratoia nel canale.

4.3.3. Dighe di materiali sciolti

Per le dighe di materiali sciolti l'idrogramma delle portate effluenti va determinato utilizzando modelli matematico—numerici che permettono di riprodurre l'interazione tra la corrente defluente attraverso la breccia ed il materiale solido costituente il rilevato. E' raccomandato il confronto tra i risultati forniti dai modelli matematico—numerici con le formule empiriche basate su analisi statistiche dei dati relativi ai casi storici di rottura.

4.3.4. Dighe miste e serbatoi fuori alveo

Per le dighe miste e i serbatoi fuori alveo, al fine di individuare l'ipotesi di rottura più gravosa da adottare in via definitiva nello studio, si dovranno valutare, secondo gli schemi descritti ai punti precedenti, le portate di picco risultanti dalle modalità di collasso citate al punto 4.1.3.

4.4. Dighe in serie

Lo studio dell'ipotetica rottura di una diga posta a valle di un altro sbarramento artificiale, fermo restando la necessità del calcolo riferito al collasso della singola diga secondo quanto descritto ai punti precedenti, richiede un'ulteriore verifica.

E' infatti necessario esaminare anche la possibilità che l'evento che porta alla rottura della diga in esame si identifichi con l'onda generata dal collasso dello sbarramento artificiale di monte. Occorre verificare se gli organi di scarico della diga di valle siano in grado di far fronte all'onda di piena in arrivo (nel qual caso l'evento non provoca il collasso) o, viceversa, se si prefigura il completo riempimento dell'invaso e il suo successivo sormonto.

In quest'ultimo caso, anche per le dighe murarie, e in via cautelativa, va ipotizzato che il collasso dello sbarramento avvenga, secondo le modalità descritte al punto 4.1.1, in corrispondenza del raggiungimento del livello idrico nel serbatoio pari alla quota di coronamento.

Per onde di piena quali quelle generate da rottura di dighe poste a monte, le portate in ingresso al serbatoio risultano ovviamente tutt'altro che trascurabili e devono pertanto essere considerate nel calcolo. Tali portate, tuttavia, sono in questo caso ben definite essendo il risultato della propagazione dell'onda da rottura della diga di monte.

E' raccomandato che la valutazione delle onde di piena da rottura di dighe in serie sia svolta di concetto tra i gestori delle varie opere di ritenuta coinvolte e si concretizzi in un unico studio che fornisca un quadro d'insieme delle aree soggette a potenziale inondazione. In caso contrario, ogni studio deve estendere l'analisi fino al primo sbarramento artificiale presente a valle della diga in esame. E' evidente, in tal caso, che i

gestori degli sbarramenti posti nella valle sono tenuti a fornire tutte le informazioni ed i dati necessari alla formulazione dello studio.

4.5. Geometria delle aree a valle della diga

La caratterizzazione geometrica delle aree potenzialmente soggette ad inondazione deve essere effettuata sulla base della cartografia ufficiale, o prodotta da soggetti pubblici, alla scala di maggior dettaglio disponibile, e con l'ausilio di specifici rilievi in sito.

Laddove la cartografia disponibile sia in scala 1:25.000, devono essere effettuati specifici rilievi in sito per tutte le sezioni idrauliche significative dell'alveo e della valle interessate alla potenziale inondazione, sufficienti cioè per la completa descrizione dei luoghi. Alla cartografia in scala 1:25.000 è riservato il ruolo di quadro d'insieme dei rilievi e di base per il tracciamento delle aree potenzialmente inondate.

Nei casi in cui invece la cartografia disponibile sia in scala 1:10.000 o 1:5.000, o sia di dettaglio ancora maggiore, i rilievi in sito sono limitati a quelle sezioni, corrispondenti a particolari configurazioni morfologiche del fiume o caratterizzate dalla presenza di infrastrutture in alveo, che possono assumere un ruolo di controllo delle modalità del deflusso durante il transito della piena artificiale.

Nei calcoli sono sempre utilizzate le sezioni normali alla direzione del moto, dopo aver verificato che esse siano non solo in numero adeguato, ma anche localizzate in modo da consentire una corretta descrizione della variabilità della geometria dell'alveo e della valle.

Nell'uso della cartografia occorre sempre accertare che dalla data del rilevamento, non siano intervenuti mutamenti nell'uso del territorio limitrofo al corso d'acqua, o lungo l'alveo stesso, il cui mancato rilievo possa alterare significativamente i risultati dello studio o ridurne l'immediata utilizzabilità ai fini della Protezione Civile.

4.6. Propagazione dell'onda di piena

Come nel caso delle onde di piena dovute a manovre degli organi di scarico, lo studio della propagazione verso valle dell'onda di piena da rottura di dighe è affrontato per mezzo di simulazione numerica. Anche in questo caso non è escluso l'impiego di modelli fisici.

Per quanto attiene ai modelli di calcolo della propagazione in alveo dell'ipotetica onda di piena da rottura di diga, valgono considerazioni analoghe a quelle riportate al punto 3.4. All'atto della scelta del codice di calcolo è opportuno sincerarsi che esso sia stato sottoposto ad ampie verifiche e sia stato validato sulla base di situazioni reali.

Il modello impiegato deve tenere conto di tutti i parametri e condizioni che possono portare a sensibili scostamenti dei risultati, quali ad esempio coefficiente di scabrezza, la presenza di ostacoli naturali o artificiali (ponti, viadotti, rilevati, ecc.), forti variazioni longitudinali e trasversali dell'alveo, ecc. In particolare il modello di propagazione deve tener conto:

- dell'eventuale presenza di marcati restringimenti delle sezioni idrauliche, sia di carattere naturale che legati alla presenza di strutture in alveo;
- dell'inondazione di ampie aree pianeggianti o fortemente urbanizzate;
- del sormonto di arginature o altre condizioni che portino alla formazione di zone allagate ove sia notevole l'espansione laterale della piena.

4.6.1. Trasporto di materiale solido

Le modificazioni della configurazione dell'alveo fluviale, per fenomeni di deposito o di erosione durante il passaggio delle piene da rottura di dighe, possono portare a marcati scostamenti, spesso a svantaggio della sicurezza, tra i reali livelli del pelo libero e le corrispondenti valutazioni fatte supponendo il fondo dell'alveo fisso.

I modelli a fondo mobile - che descrivono il propagarsi dell'onda di piena, le modificazioni dell'alveo e le interazioni tra tali due fenomeni - sono tuttavia alquanto complessi, spesso di difficile applicazione a situazioni reali e, generalmente, non implementati in codici di calcolo di facile impiego.

Negli studi, quindi, è sufficiente il riferimento a considerazioni di tipo qualitativo, che consentono di individuare le zone presumibilmente soggette ad elevato deposito, con possibilità di marcati sopralzi del pelo libero od ostruzione di luci di opere di attraversamento, e le zone ove è da attendersi una forte erosione, con rischio di crolli lungo le sponde ed improvvisa immissione di quantità notevoli di materiale solido in alveo. Nei casi in cui le considerazioni di tipo qualitativo facciano emergere un'influenza notevole dei fenomeni di trasporto dei sedimenti sull'estensione delle aree potenzialmente inondabili, è auspicabile che se ne tenga conto, anche in maniera approssimata, nel modello a fondo fisso, ovvero che si ricorra all'impiego di modelli anche semplificati a fondo mobile.

4.6.2. Estensione del tratto fluviale soggetto al calcolo di propagazione

Il calcolo di propagazione è esteso a tutto il tratto fluviale a valle della diga lungo il quale le massime portate dovute all'onda artificiale si mantengono superiori alle portate naturali considerate nella formulazione dei piani di previsione e prevenzione degli eventi di piena naturali. In mancanza di indicazioni specifiche, può essere assunta una portata di piena naturale associata ad un tempo di ritorno pari a 500 anni.

Il principio suddetto si mantiene valido anche nel caso di confluenza in laghi naturali: il calcolo può essere arrestato solo allorché l'effetto di laminazione del lago sia tale che nell'emissario le portate defluenti non superino quelle considerate nei piani di previsione e prevenzione delle piene naturali. Nel caso di confluenza in laghi artificiali occorre riferirsi alle indicazioni riportate al punto 4.4.

4.7. Rappresentazione dei risultati

Per la rappresentazione dei risultati dello studio, restano valide le considerazioni già riportate al punto 3.5. Il principale risultato richiesto è l'individuazione della zone soggette a potenziale inondazione: la mappa delle aree allagabili è la sintesi dei risultati delle varie elaborazioni che riveste la maggiore importanza.

La rappresentazione della massima estensione di tali aree deve, ovviamente, essere chiara e di facile lettura e localizzazione. Affinché risulti di immediata utilizzazione, ai fini della Protezione Civile, è necessario che venga tracciata su una cartografia quanto più completa ed aggiornata possibile. E' anche opportuno che siano riportate su di essa le curve di egual valore dei tiranti idrici nelle zone di maggiore espansione dell'inondazione.

Deve anche essere fornito su supporto magnetico un file ASCII in cui sono riportate le coordinate geografiche dei vertici della poligonale che descrive il perimetro delle aree allagate.

La rappresentazione dei risultati dello studio è completata con ulteriori elaborati tra i quali non dovranno mancare gli inviluppi tracciati lungo tutto il tratto di fiume, oggetto del calcolo di propagazione:

- delle massime altezze idriche;
- dei carichi idraulici totali;
- dei tempi di arrivo del colmo;
- delle quote del pelo libero;
- delle velocità della corrente;
- delle portate defluenti.

E' inoltre ritenuto particolarmente utile che gli studi riportino anche i profili idrici longitudinali della piena per almeno 3 istanti significativi. Per completezza di esposizione devono essere riportate anche le tabulazioni, eventualmente sintetiche, dei valori numerici delle principali grandezze in gioco, fornite dai vari metodi o codici di calcolo adottati.

E' opportuno, infine, che sulle mappe siano individuate ed evidenziate:

- le opere di attraversamento del corso d'acqua che possano essere sormontate dalla corrente o che si prestino a rischio di erosione;
- i tronchi fluviali per i quali il pericolo di esondazione può essere aggravato da fenomeni di sovralluvionamento dell'alveo o da ostruzioni delle luci delle opere di attraversamento;
- le aree protette dalla piena da argini o terrapieni, indicando le quote assolute del pelo libero in alveo, ottenute dal calcolo di propagazione, utilizzate per la loro perimetrazione.

**STUDI SULLE CARATTERISTICHE DELLE ONDE DI PIENA ARTIFICIALI
CONSEQUENTI A MANOVRE DEGLI ORGANI DI SCARICO DELLE DIGHE O
AD IPOTETICO COLLASSO DEGLI SBARRAMENTI E SULLA
INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD ALLAGAMENTO (D.P.R. 24
gennaio 1991, n. 85 — art. 24, comma 6, lettera c)**

SCHEDA

[Omissis]