

1

DIRETTIVA PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE E DELLE OPERAZIONI DI SMALTIMENTO E RECUPERO DEI RIFIUTI UBICATI NELLE FASCE FLUVIALI “A” E “B” E NELLE AREE IN DISSESTO IDROGEOLOGICO “Ee” ED “Eb”

1. Finalità

La presente Direttiva ha lo scopo di definire, in adempimento a quanto disposto agli artt.19bis e 38bis delle Norme di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), le prescrizioni e le raccomandazioni tecniche per la riduzione del rischio idraulico a cui sono soggetti gli impianti di trattamento delle acque reflue e le operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti ubicati nelle fasce fluviali A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb.

Le prescrizioni definiscono gli obblighi che devono essere rispettati dai proprietari degli impianti di trattamento delle acque reflue ubicati nelle fasce fluviali A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb e dai gestori delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti ubicate nelle stesse fasce fluviali ed aree in dissesto. Le raccomandazioni tecniche forniscono i criteri per la verifica del rischio idraulico a cui l'impianto è sottoposto e per la predisposizione degli eventuali interventi di riduzione del rischio idraulico.

Per quanto riguarda le limitazioni d'uso del suolo relative agli impianti di trattamento delle acque reflue e le operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, si rimanda alle Norme di attuazione del PAI.

2. Definizioni

1. *aree inondabili*: qualora non diversamente specificato, sono le aree classificate come fasce fluviali A e B nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali e nel PAI, nonché le aree classificate come aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb nel PAI;
2. *impianti di trattamento*: qualora non diversamente specificato, sono gli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, gli impianti di trattamento delle acque reflue industriali, le operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti;

3. *impianti di trattamento delle acque reflue urbane*: sono gli impianti dedicati al trattamento delle acque reflue urbane, così come definite all'art. 2 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche ed integrazioni;
4. *impianti di trattamento delle acque reflue industriali*: sono gli impianti dedicati al trattamento delle acque reflue industriali, così come definite all'art. 2 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche ed integrazioni;
5. *operazioni di smaltimento dei rifiuti*: sono le operazioni elencate all'allegato B del D.Lgs. 22/1997;
6. *operazioni di recupero dei rifiuti*: sono le operazioni elencate all'allegato B del D.Lgs. 22/1997, escluse le operazioni indicate al punto R10;
7. *impianti di trattamento esistenti*: sono quelli per i quali, alla data di entrata in vigore del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, siano già state completate tutte le procedure relative all'approvazione del progetto esecutivo o del livello di progettazione necessario all'indizione della gara d'appalto ai sensi della L. 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modifiche ed integrazioni, oppure, laddove non applicabile, quelli per i quali sia stata rilasciata autorizzazione edilizia o concessione edilizia ai sensi della L. 10/1977 e successive modifiche ed integrazioni.

3. Impostazione generale

Al fine di illustrare l'impostazione generale della direttiva, è opportuno richiamare le disposizioni del PAI relative alle fasce fluviali A e B e alle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb.

Il PAI è lo strumento attraverso il quale si persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico.

Tale obiettivo è perseguito mediante la definizione del quadro del rischio idraulico e idrogeologico, la costituzione di vincoli, prescrizioni, incentivi e destinazioni d'uso del suolo, l'adeguamento degli strumenti urbanistici e territoriali, l'individuazione degli interventi necessari e il monitoraggio dello stato dei dissesti.

In relazione alle suddette strategie il PAI ha affrontato i problemi connessi alla localizzazione delle opere pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B. Tale localizzazione è limitata in ragione dei vincoli d'uso del suolo stabiliti agli artt. 29, 30 e 39. Laddove essa è consentita, è subordinata alla verifica di compatibilità con il rischio idraulico esistente. Tale verifica è oggetto della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B" allegata alla deliberazione n. 2/99 dell'11 maggio 1999 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po. La valutazione della compatibilità delle opere ha l'obiettivo di verificare che esse non modifichino i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo nelle fasce, costituendo significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso.

Tale valutazione considera principalmente gli effetti che la presenza delle opere produce sul deflusso della piena di progetto. Per alcune tipologie di opere pubbliche tale analisi può non essere esaustiva per valutare la

compatibilità con il rischio idraulico esistente. Nel caso di impianti di trattamento, così come definiti al capitolo precedente, la prolungata interruzione del loro funzionamento a seguito dei danni provocati da eventi di piena può produrre rilevanti danni sanitari ed ambientali. E' pertanto necessario integrare la verifica di compatibilità idraulica con l'analisi degli effetti prodotti dalle piene sugli impianti stessi.

La sicurezza sanitaria ed ambientale dei suddetti impianti può essere garantita solo se il rischio idraulico a cui sono sottoposti, in termini di danni attesi a seguito dell'evento di piena di progetto, è contenuto entro limiti accettabili.

La presente direttiva affronta il problema del rischio idraulico fornendo prescrizioni e raccomandazioni tecniche.

Le prescrizioni, che devono essere rispettate dai proprietari degli impianti di trattamento delle acque reflue situati nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee e Eb e dai gestori delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti situati nelle stesse fasce fluviali ed aree in dissesto, riguardano l'assunzione di alcuni parametri di progetto per l'analisi del rischio idraulico e per la progettazione degli eventuali interventi di riduzione del rischio stesso, il rispetto di una soglia di rischio idraulico accettabile, la redazione di un piano di emergenza per gestire il rischio idraulico residuo.

Le raccomandazioni tecniche forniscono dei criteri per l'analisi del rischio idraulico a cui sono sottoposti gli impianti di trattamento e per l'individuazione degli eventuali interventi necessari a ridurre tale rischio. Le raccomandazioni tecniche, fornendo solamente delle indicazioni, non hanno carattere prescrittivo, pertanto non vincolano in alcun modo le scelte tecniche e progettuali.

4. Prescrizioni

Le prescrizioni riguardano i requisiti minimi necessari a garantire condizioni accettabili di sicurezza sanitaria ed ambientale negli impianti di trattamento situati nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee e Eb. I requisiti sono espressi in termini di rischio idraulico accettabile, in quanto, contenendo i danni attesi nel corso dell'evento di piena di progetto, è possibile ridurre i tempi di avaria degli impianti di trattamento e di conseguenza ridurre gli impatti ambientali.

4.1. Portata di piena di progetto

Le portate di piena di progetto devono essere calcolate secondo i contenuti della Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica, costituente parte integrante del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

Le portate di piena di progetto, rispetto alle quali devono essere garantiti i requisiti di rischio idraulico accettabile, sono caratterizzate dai tempi di ritorno di seguito esposti:

 T_1 pari a 20 anni;

 T_2 pari a:

- per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore al tempo di ritorno assunto per la delimitazione della Fascia B;
- per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb, non inferiore a 100 anni. In casi eccezionali, quando si tratti di corsi d'acqua di piccole dimensioni e di impianti di piccole dimensioni, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori in relazione ad esigenze specifiche adeguatamente motivate.

4.2. Rischio idraulico accettabile

4.2.1. Nuovi impianti di trattamento delle acque reflue

Nei nuovi impianti di trattamento delle acque reflue urbane, ubicati nella Fascia B e nelle aree in dissesto idrogeologico Eb, con potenzialità pari o superiore a 10.000 ae, deve essere garantita la completa operatività durante eventi di piena con tempo di ritorno pari a T_1 . Deve essere inoltre garantito che le strutture civili, gli impianti elettrici e le attrezzature elettromeccaniche siano protetti dal danneggiamento durante eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra T_1 e T_2 .

Nei nuovi impianti di trattamento delle acque reflue urbane, ubicati nella Fascia B e nelle aree in dissesto idrogeologico Eb, con potenzialità compresa tra 2.000 ae e 10.000 ae, le strutture civili, gli impianti elettrici e le attrezzature elettromeccaniche devono essere protetti dal danneggiamento durante eventi di piena con tempo di ritorno pari a T_2 .

Nei nuovi impianti di trattamento di acque reflue industriali, ubicati nella Fascia B e nelle aree in dissesto idrogeologico Eb, provenienti dai settori produttivi individuati nella tabella 3/A dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/1999, le strutture civili, gli impianti elettrici e le attrezzature elettromeccaniche devono essere protette dal danneggiamento durante eventi di piena con tempo di ritorno pari a T_2 .

4.2.2. Impianti esistenti di trattamento delle acque reflue

Negli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue urbane, ubicati nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb, con potenzialità superiore a 2.000 ae le strutture civili, gli impianti elettrici e le attrezzature elettromeccaniche devono essere protetti dal danneggiamento durante eventi di piena con tempo di ritorno pari a T_2 .

Negli impianti esistenti di trattamento di acque reflue industriali, ubicati nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb, nonché provenienti dai settori produttivi individuati nella tabella 3/A dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/1999, le strutture civili, gli impianti elettrici e le attrezzature elettromeccaniche devono essere protetti dal danneggiamento durante eventi di piena con tempo di ritorno pari a T_2 .

4.2.3. Operazioni esistenti di smaltimento dei rifiuti

Nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb, si deve garantire che le strutture civili, gli impianti elettrici, gli impianti termici e le

attrezzature elettromeccaniche connessi a operazioni esistenti di smaltimento dei rifiuti siano protetti dal danneggiamento durante eventi di piena con tempo di ritorno pari a T_2 .

Per eventi di piena con tempo di ritorno pari a T_2 è necessario:

-  evitare il contatto delle acque di piena con eventuali rifiuti pericolosi presenti nell'impianto;
-  evitare che le acque di piena asportino eventuali rifiuti non pericolosi presenti nell'impianto.

4.2.4. Operazioni esistenti di recupero dei rifiuti

Nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb, si deve garantire che le strutture civili, gli impianti elettrici, gli impianti termici e le attrezzature elettromeccaniche connessi a operazioni esistenti di recupero dei rifiuti siano protetti dal danneggiamento durante eventi di piena con tempo di ritorno pari a T_2 .

Per eventi di piena con tempo di ritorno pari a T_2 è necessario :

-  evitare il contatto delle acque con eventuali rifiuti pericolosi presenti nell'impianto;
-  evitare che le acque di piena asportino eventuali rifiuti non pericolosi presenti nell'impianto.

4.3. Franco idraulico

I requisiti di rischio idraulico accettabile devono essere verificati aumentando la quota idrometrica relativa alla piena di progetto di un franco non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1.00 m.

4.4. Piano di emergenza

Nelle Fasce A e B o nelle aree in dissesto idrogeologico Ee e Eb, gli impianti di trattamento delle acque reflue con potenzialità superiore a 2.000 ae, le operazioni di smaltimento dei rifiuti e le operazioni di recupero dei rifiuti devono essere dotati di un piano di emergenza per gli eventi di piena.

Il piano di emergenza deve essere redatto sulla base dei risultati dell'analisi del rischio idraulico a cui è sottoposto l'impianto stesso, prevista dagli artt.19bis e 38bis delle Norme di attuazione del PAI. Nel piano devono essere riportati i risultati di un'analisi di vulnerabilità dell'impianto rispetto all'evento di piena, che valuti per ogni sua parte i seguenti aspetti: presenza (e relativa quota) di elementi a rischio durante l'evento di piena, quota dell'apertura più bassa, quota delle vie di accesso.

Il piano di emergenza deve inoltre contenere almeno le seguenti informazioni per ogni parte dell'impianto: individuazione del responsabile delle operazioni, livello idrico di inizio allagamento, livello idrico di inaccessibilità, individuazione delle principali operazioni da svolgere e assegnazione del relativo ordine di priorità, personale necessario per l'attuazione del piano (differenziato tra

personale generico e personale specializzato), attrezzatura necessaria per l'attuazione del piano.

Il piano di emergenza dell'impianto di trattamento deve essere presentato al Comune di appartenenza dell'impianto, al fine di essere inserito nel piano comunale di protezione civile.

5. Raccomandazioni tecniche

Le raccomandazioni tecniche riguardano i seguenti aspetti:

-  i contenuti dell'analisi del rischio idraulico a cui sono sottoposti gli impianti di trattamento ubicati nelle aree inondabili;
-  la progettazione degli interventi di riduzione del rischio idraulico eventualmente necessari per soddisfare i requisiti specificati nel capitolo precedente.

Tali raccomandazioni non sono vincolanti e non esimono dall'individuare soluzioni alternative e più adatte alle situazioni dei singoli impianti di trattamento. Esse forniscono indicazioni per la valutazione della compatibilità degli impianti di trattamento nelle aree inondabili.

5.1. Contenuti dell'analisi del rischio idraulico

Gli artt.19bis e 38bis delle norme di attuazione del PAI prevedono che i proprietari di impianti esistenti di trattamento delle acque reflue e i soggetti che gestiscono le operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti ubicati nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb predispongano, entro un anno dalla data di pubblicazione dell'atto di approvazione del Piano, un'analisi del rischio idraulico a cui sono soggetti i suddetti impianti ed operazioni.

L'analisi è necessaria per verificare la compatibilità della presenza degli stessi nelle aree inondabili.

Tale analisi si articola su due livelli:

1. verifica degli effetti della presenza degli impianti sul deflusso della piena di progetto;
2. verifica degli effetti del deflusso della piena di progetto sul funzionamento degli impianti.

Il primo livello di analisi è mirato ad accertare che la presenza degli impianti di trattamento non modifichi i fenomeni idraulici naturali che hanno luogo nelle aree inondabili, costituendo ostacolo al deflusso delle piene e limitando in modo significativo la capacità di invaso.

Ai fini della presente direttiva si assume che il primo livello di analisi del rischio idraulico sia già stato svolto positivamente, secondo gli indirizzi riportati nella "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B", allegata alla deliberazione n. 2/99 dell'11 maggio 1999 del Comitato Istituzionale.

Il secondo livello di analisi è finalizzato a stimare il rischio idraulico a cui sono sottoposti gli impianti di trattamento. Il risultato di tale stima è confrontato con il rischio idraulico accettabile stabilito al paragrafo "Rischio idraulico accettabile". Il non superamento di tale rischio accettabile rappresenta la condizione necessaria affinché possano essere soddisfatti i requisiti di sicurezza igienico-ambientale degli impianti stessi.

Le raccomandazioni tecniche relative al secondo livello di analisi del rischio idraulico sono riportate nei paragrafi seguenti.

5.1.1. Condizioni di riferimento

L'analisi del rischio idraulico deve riferirsi a determinate condizioni degli impianti di trattamento, rispetto alle quali devono essere verificate le prescrizioni riportate al capitolo precedente. Le condizioni di riferimento variano a seconda del tipo di impianto:

- impianto esistente: deve essere analizzato il rischio idraulico dell'impianto di trattamento nella sua situazione attuale;
- impianto nuovo: deve essere analizzato il rischio idraulico dell'impianto di trattamento nella sua situazione di progetto e nella situazione transitoria dei lavori;
- impianti in adeguamento/ampliamento: deve essere analizzato il rischio idraulico dell'impianto di trattamento nella sua situazione attuale, nella situazione di progetto e nella situazione transitoria dei lavori.

5.1.2. Studio degli eventi di piena

Metodologia di studio

L'analisi del rischio idraulico deve essere condotta per le portate di piena i cui tempi di ritorno sono indicati al paragrafo "Portata di piena di progetto".

Le indicazioni relative al calcolo delle portate di piena nel bacino del Po sono riportate nella Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico. Tale direttiva riguarda la valutazione delle precipitazioni intense, il calcolo delle portate di piena sui bacini idrografici di piccole dimensioni, la stima delle portate di piena (relative ai tempi di ritorno di 20, 100, 200, 500 anni) in sezioni significative dei corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, il profilo di piena per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali.

Ai fini della presente direttiva, lo studio degli eventi di piena prevede le seguenti valutazioni:

-  calcolo della portata di inizio esondazione;
-  calcolo del limite delle aree inondabili;
-  calcolo dell'altezza e velocità delle acque di piena;
-  calcolo della velocità di crescita e durata dell'onda di piena.

Portata di piena di inizio inondazione

Oltre agli eventi di piena sopra indicati deve essere stimato il tempo di ritorno della portata di piena di inizio esondazione. Tale portata di piena è definita come il minimo valore di portata in corrispondenza del quale sono allagate parti essenziali per il funzionamento dell'impianto di trattamento.

Il valore della portata di piena di inizio esondazione è importante per valutare se un evento di piena in corso interesserà o meno l'impianto e, quindi, per decidere l'eventuale attivazione del piano di emergenza (di cui al paragrafo "Predisposizione di un piano di emergenza").

Il tempo di ritorno di tale evento di piena consente di valutare la probabilità che l'impianto di trattamento sia allagato durante la sua vita utile e, quindi, permette di valutare l'efficacia degli eventuali interventi di riduzione del rischio idraulico.

Limite delle aree inondabili

Per gli eventi di piena sopra indicati devono essere individuate le aree inondabili, confrontando le quote del terreno con la quota dei profili idrici corrispondenti alle portate di piena considerate.

Il profilo idrico deve essere calcolato lungo un tratto significativamente esteso a monte e a valle dell'impianto di trattamento, secondo le modalità indicate al paragrafo 2.8 della "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B", allegata alla deliberazione n. 2/99 dell'11 maggio 1999 del Comitato Istituzionale.

Altezza e velocità delle acque di piena

Per gli eventi di piena sopra indicati devono essere stimate l'altezza e la velocità delle acque di piena in corrispondenza dell'area occupata dall'impianto di trattamento, al fine di valutare le sollecitazioni imposte dall'evento di piena all'impianto stesso.

Il livello di approfondimento delle analisi e del supporto conoscitivo necessario per la valutazione delle grandezze indicate deve essere commisurato alla dimensione dell'impianto e al livello di pericolosità presumibile.

Velocità di crescita e durata dell'onda di piena

Il calcolo della velocità di crescita dell'onda di piena, rappresentata dalla pendenza del ramo ascendente dell'idrogramma di piena, costituisce un importante elemento decisionale per la gestione dell'emergenza da esondazione e, quindi, per la predisposizione del piano di emergenza nei bacini idrografici di superficie superiore a qualche migliaio di km² (di cui al paragrafo "Predisposizione di un piano di emergenza").

La durata dell'onda di piena, intesa come periodo di tempo durante il quale la profondità dell'acqua è superiore alla soglia di inizio inondazione, è importante sia nella predisposizione del piano di emergenza sia nella scelta di eventuali interventi di riduzione del rischio idraulico.

Per bacini idrografici di dimensioni inferiori, valutazioni analoghe possono essere effettuate sulla base dei dati forniti dalle reti meteorologiche e pluviometriche.

5.1.3. Analisi della vulnerabilità dell'impianto di trattamento

L'analisi della vulnerabilità ha lo scopo di valutare gli effetti degli eventi di piena analizzati al paragrafo precedente sull'impianto di trattamento.

L'analisi della vulnerabilità è articolata in diverse fasi, descritte nei paragrafi seguenti.

Ricognizione dell'impianto di trattamento

In questa fase deve essere dettagliatamente descritta ogni parte dell'impianto di trattamento: strutture civili, fasi di trattamento, impianti elettrici, attrezzature elettromeccaniche, condotte, materiali stoccati, vie di accesso, aperture. Di tali elementi devono essere fornite la disposizione planimetrica ed altimetrica, la tipologia, le caratteristiche costruttive e le ulteriori caratteristiche rilevanti ai fini della valutazione della vulnerabilità.

Le informazioni devono essere organizzate in modo tale da essere agevolmente rapportate con i dati relativi agli eventi di piena analizzati nei paragrafi precedenti.

Valutazione dell'interferenza tra gli eventi di piena e l'impianto di trattamento

Devono essere analizzate le parti dell'impianto di trattamento che sono interessate dagli eventi di piena descritti al paragrafo "Studio degli eventi di piena". L'analisi deve evidenziare le parti dell'impianto di trattamento che ricadono all'interno delle aree inondabili, nonché l'altezza e la velocità delle acque di piena in corrispondenza di tali parti. Particolare attenzione deve essere prestata alle parti dell'impianto che possono comprometterne il funzionamento (ad esempio, stazioni di sollevamento, quadri elettrici e vie d'accesso).

Tali informazioni possono essere organizzate sotto forma di:

-  planimetrie delle aree dell'impianto allagate;
-  sezioni significative delle suddette aree, riportanti le profondità delle acque di piena e la disposizione altimetrica delle parti dell'impianto allagate, degli impianti elettrici, delle attrezzature elettromeccaniche, delle condotte, dei materiali stoccati, delle vie di accesso, delle aperture.

Elaborando le informazioni suddette per portate crescenti dalla piena di inizio esondazione alla piena con tempo di ritorno T_2 , è possibile evidenziare la successione delle parti dell'impianto coinvolte dall'evento di piena. Tale informazione può essere importante per la predisposizione del piano di emergenza (paragrafo "Predisposizione di un piano di emergenza").

Analisi della funzionalità dell'impianto durante gli eventi di piena

Dalla stima, per valori di portate progressivamente crescenti, dell'interferenza tra gli eventi di piena e l'impianto di trattamento, è possibile valutare la capacità di funzionamento dell'impianto durante gli eventi di piena.

Tale valutazione ha lo scopo di indicare fino a quali valori di portate (o livelli idrici) l'impianto può funzionare a regime. Deve inoltre illustrare, in caso di superamento di tali portate, quali parti dell'impianto debbano essere progressivamente disattivate, fino alla completa interruzione del funzionamento.

L'analisi deve individuare le parti dell'impianto (vie di accesso, attrezzature elettromeccaniche, impianti di sollevamento) che maggiormente ne condizionano la funzionalità durante gli eventi di piena, allo scopo di evidenziare le eventuali necessità di intervento.

Identificazione delle parti dell'impianto vulnerabili rispetto agli eventi di piena

La valutazione dell'interferenza tra l'impianto di trattamento e gli eventi di piena e l'analisi della funzionalità dell'impianto durante gli eventi stessi consentono di evidenziare le parti dell'impianto maggiormente vulnerabili.

Tale informazione è fondamentale sia per la scelta degli eventuali interventi di riduzione del rischio idraulico, sia per la predisposizione del piano di emergenza dell'impianto di trattamento.

5.2. Interventi di riduzione del rischio idraulico

I proprietari e i soggetti gestori degli impianti di trattamento sottoposti ad un rischio idraulico superiore alla soglia individuata nel paragrafo "Rischio idraulico accettabile", devono provvedere alla realizzazione di interventi per portare il rischio stesso a livelli accettabili.

I principali interventi di riduzione del rischio idraulico sono i seguenti:

-  delocalizzazione;
-  sopraelevazione;
-  impermeabilizzazione;
-  protezione con arginature;
-  riduzione della vulnerabilità dell'impianto;
-  predisposizione di un piano di emergenza.

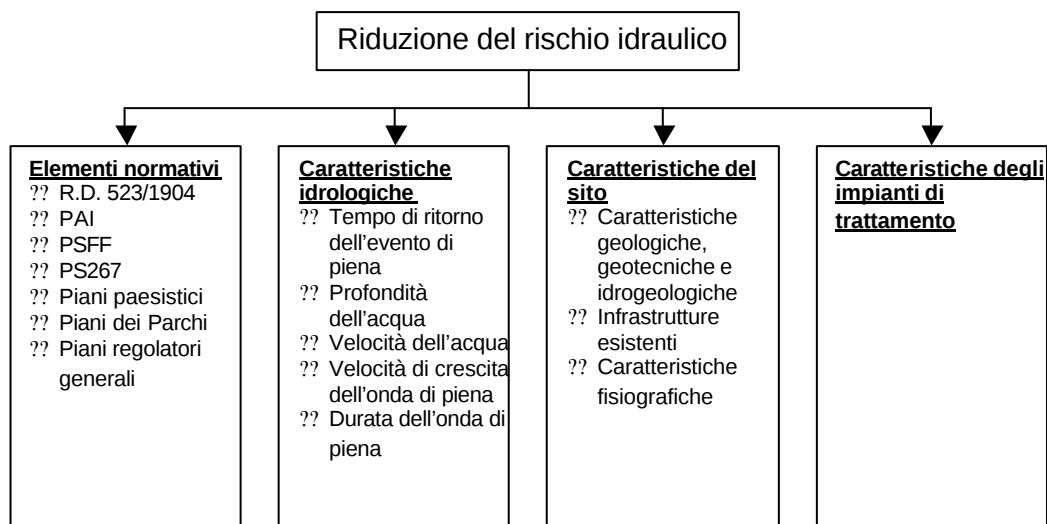
Prima di esaminare singolarmente tali interventi, può essere utile fornire alcune indicazioni generali in merito.

5.2.1. Indicazioni generali sulla riduzione del rischio idraulico

Nella riduzione del rischio idraulico degli impianti di trattamento devono essere considerati numerosi fattori, così come evidenziato nella Figura 1.

Figura 1

Fattori che influenzano la riduzione del rischio idraulico degli impianti di trattamento



5.2.2. Elementi normativi

L'attuazione degli interventi di riduzione del rischio idraulico, in particolare modo gli interventi di tipo strutturale, può essere condizionata dalla presenza di limitazioni d'uso del suolo nelle aree perifluviali.

Le principali norme d'uso del suolo relative al demanio fluviale sono contenute nel R.D. 523/1904 e nella L. 37/1994.

Le distanze di rispetto dalle opere di difesa idraulica sono regolamentate dal citato R.D. 523/1904 e dai provvedimenti successivamente emanati.

Per quanto riguarda la pianificazione di bacino, le limitazioni d'uso delle aree perifluviali sono contenute nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) e nel Piano straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS 267).

All'interno dei parchi naturali è necessario che gli interventi di riduzione del rischio idraulico siano conformi alle disposizioni del Piano del parco.

A livello regionale i Piani paesistici forniscono norme d'uso del suolo relative ad una fascia di 150 m dalle sponde, mentre a livello comunale la destinazione d'uso del territorio è stabilita dal Piano regolatore generale.

Per quanto riguarda la gestione dell'emergenza durante gli eventi di piena, è necessario assicurare la coerenza degli interventi di riduzione del rischio idraulico con le disposizioni del Piano comunale di protezione civile. Il raccordo con il Piano comunale è fondamentale per la predisposizione del piano di emergenza dell'impianto di trattamento, per il quale si rimanda al paragrafo "Predisposizione di un piano di emergenza".

5.2.3 Caratteristiche idrologiche

La scelta degli interventi di riduzione del rischio idraulico di un impianto di trattamento è condizionata dalle caratteristiche idrologiche dell'area inondabile in cui l'impianto è situato. Tra queste sono inclusi il tempo di ritorno dell'evento di piena di progetto, l'altezza e la velocità dell'acqua relativamente a tale tempo di ritorno, la velocità di crescita, di decrescita e la durata dell'onda di piena.

Il significato e le modalità di studio di tali caratteristiche sono già state analizzate nel paragrafo "Contenuti dell'analisi di rischio idraulico", pertanto nel seguito sarà analizzata solamente la loro influenza sulla fattibilità degli interventi di riduzione del rischio idraulico.

Tempo di ritorno dell'evento di piena

Se un impianto di trattamento è situato in un'area allagabile da eventi di piena con bassi tempi di ritorno, la probabilità che tali eventi si verifichino nel corso della vita utile dell'impianto è piuttosto elevata. In queste condizioni alcuni interventi di riduzione del rischio idraulico possono non essere attuabili, o fornire risultati insoddisfacenti. Infatti, allagamenti frequenti dell'impianto di trattamento possono causare danni ambientali e oneri economici insostenibili, in termini di periodi di inattività dell'impianto, di costi di attuazione del piano di emergenza, di costi di ripristino del funzionamento.

In particolare, frequenti allagamenti dell'impianto possono rendere inefficaci gli interventi di impermeabilizzazione, sollecitando in modo gravoso e ripetuto le strutture e i materiali impermeabilizzanti.

Altezza e velocità dell'acqua

L'altezza e la velocità dell'acqua devono essere considerate nella quantificazione dei franchi idraulici, allo scopo di fornire un margine di sicurezza nei confronti delle sollecitazioni idrostatiche ed idrodinamiche.

Nel calcolo delle sollecitazioni idrostatiche deve essere considerato anche l'eventuale contributo del terreno saturo nei casi in cui l'impianto di trattamento abbia dei locali al di sotto del piano di campagna.

Per quanto riguarda la protezione con arginature in terra, l'altezza dell'acqua influenza l'ingombro dei rilevati arginali. Infatti, la larghezza della sezione arginale deve essere tale da contenere la linea di infiltrazione dell'acqua. La velocità della corrente in prossimità dell'argine influenza la scelta del rivestimento arginale per evitare l'erosione del rilevato.

La velocità e l'altezza dell'acqua devono essere considerate anche per pianificare le operazioni di evacuazione dell'impianto di trattamento. Al fine di valutare in prima approssimazione le condizioni di sicurezza di una persona che attraversa un'area allagata, si può assumere indicativamente che si verifichi una situazione di rischio quando:

$$v * h \geq 0.4 \text{ m}^2/\text{s}$$

dove:

v = velocità dell'acqua (m/s)

h = altezza dell'acqua (m)

Analoghe valutazioni devono essere effettuate anche per gli automezzi eventualmente necessari all'attuazione del piano di emergenza.

Velocità di crescita e durata dell'onda di piena

La velocità di crescita dell'onda di piena è uno degli elementi che deve essere considerato nell'individuazione del tempo di preallarme per un dato evento di piena. Il tempo di preallarme è un vincolo fondamentale per l'attuazione del piano di emergenza dell'impianto, per il quale si rimanda al paragrafo "Predisposizione di un piano di emergenza".

Nel caso in cui un impianto di trattamento non possa essere protetto dall'allagamento, non vi devono essere differenze rilevanti tra i livelli idrici interni ed esterni, allo scopo di evitare gravose sollecitazioni idrostatiche sulle strutture. Ogni parte dell'impianto deve quindi essere dotata di aperture tali che i livelli idrici all'interno delle strutture aumentino e diminuiscano ad una velocità analoga, rispettivamente, alla velocità di crescita e di decrescita della piena.

La saturazione del terreno conseguente ad eventi di piena di lunga durata può sottoporre le strutture sotterranee impermeabilizzate a sollecitazioni particolarmente onerose.

Una lunga durata della piena aumenta il rischio di infiltrazione d'acqua attraverso i terreni. Nel caso di impianti di trattamento protetti da arginature, i moti filtranti attraverso il rilevato arginale o i terreni di fondazione possono causare il collasso dell'argine. La durata dell'evento di piena, condizionando l'accessibilità dell'impianto di trattamento, influenza la predisposizione e l'attuazione del piano di emergenza.

5.2.4. Caratteristiche del sito

Gli interventi di riduzione del rischio idraulico sono condizionati anche dalle caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche dell'area in esame, dalle infrastrutture esistenti e dalle caratteristiche morfologiche dell'area stessa.

Caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche

Sebbene le caratteristiche geologiche di un'area inondabile non costituiscano generalmente un vincolo gravoso di progetto, è necessario verificare l'eventuale presenza di fenomeni che possano ridurre l'efficacia degli interventi di riduzione del rischio, quali la subsidenza e il carsismo.

Le caratteristiche geotecniche dell'area inondabile e dei rilevati in terra sono importanti nella sopraelevazione degli impianti e nella protezione con arginature.

Il principale parametro idrogeologico è rappresentato dal livello delle acque sotterranee; la concomitanza di un livello di falda superficiale ed un evento di piena può avere un'influenza rilevante nella progettazione degli interventi di sopraelevazione ed impermeabilizzazione degli impianti di trattamento.

Infrastrutture esistenti e caratteristiche morfologiche

Gli impianti di trattamento, al fine di funzionare correttamente, devono essere collegati ad una serie di infrastrutture che possono condizionare la scelta degli interventi di riduzione del rischio idraulico.

Le eventuali arginature devono essere compatibili con la rete stradale e ferroviaria in modo da garantire l'accessibilità agli impianti ed, in generale, alla zona circostante. La rete stradale e la sua percorribilità durante gli eventi di piena devono essere considerate nel piano di emergenza dell'impianto, poiché possono condizionare l'evacuazione di attrezzature e personale.

La presenza degli interventi di riduzione del rischio idraulico non deve ostacolare gli allacciamenti degli impianti di trattamento ai servizi a rete (acqua potabile, fognatura, gas, elettricità, linee telefoniche). Tali aspetti possono condizionare in particolare gli interventi di impermeabilizzazione.

Le caratteristiche morfologiche delle aree inondabili rivestono un ruolo importante nella localizzazione di interventi di riduzione del rischio idraulico che richiedano notevoli spazi, quali protezione con arginature o sopraelevazione su rilevato.

5.2.5. Caratteristiche degli impianti di trattamento

Le caratteristiche costruttive degli impianti di trattamento condizionano la scelta degli interventi di riduzione del rischio idraulico: la sopraelevazione è generalmente attuabile sui soli impianti in progetto, mentre la protezione con arginature è meno condizionata dalle caratteristiche degli impianti stessi.

Per ognuno degli interventi suddetti è inoltre necessario verificare che le modifiche alle caratteristiche degli impianti (limitazioni dell'accessibilità, variazioni del profilo idraulico delle condotte in arrivo, ..) non ne pregiudichino la funzionalità.

5.2.6. Delocalizzazione

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico promuove la delocalizzazione dell'impianto di trattamento al di fuori dell'area inondabile. Qualora determinate condizioni (morfologia dei luoghi, caratteristiche idrologiche, situazione urbanistica ed infrastrutturale, ...) ne pregiudichino l'attuazione, è necessario prevedere ulteriori interventi di riduzione del rischio idraulico per rendere compatibile la presenza di tali impianti con i fenomeni di esondazione.

La delocalizzazione di impianti esistenti è caratterizzata da gravosi oneri di investimento iniziali, dovuti alla necessità di dismettere l'impianto e realizzarlo al di fuori delle aree inondabili. I siti a bassa probabilità di allagamento sono spesso caratterizzati da una quota elevata, pertanto la delocalizzazione degli impianti di trattamento può causare anche un aumento dei costi di pompaggio necessari per fornire ai liquami fognari un adeguato carico piezometrico. A fronte di tali costi devono essere considerati i benefici in termini di mancati danni a seguito degli eventi di piena.

La scelta dei siti alternativi per la localizzazione degli impianti di trattamento deve essere compatibile con le previsioni degli strumenti urbanistici locali. E' pertanto fondamentale che i Comuni, anche riuniti in consorzi, durante la redazione o l'aggiornamento dei propri strumenti urbanistici, pianifichino le

operazioni di delocalizzazione, individuando i territori a bassa probabilità di inondazione in cui trasferire gli impianti di trattamento.

5.2.7. Sopraelevazione

L'intervento di sopraelevazione consiste nel posizionare l'impianto ad una quota superiore al livello idrico dell'evento di piena di progetto.

Tali interventi sono generalmente attuabili solo su impianti di trattamento in progetto, a causa degli elevati costi di realizzazione.

La sopraelevazione non deve limitare in modo eccessivo l'accesso all'impianto e l'uso dello stesso; deve essere prevista anche l'eventuale sopraelevazione delle vie necessarie all'attuazione del piano di emergenza (paragrafo "Predisposizione di un piano di emergenza").

Sopraelevazione su rilevato

La costruzione di un rilevato in un'area inondabile, pur riducendo i danni attesi causati all'impianto di trattamento dall'evento di piena di progetto, riduce i volumi destinati al deflusso e/o alla laminazione della piena, aumentando i livelli idrici localmente e peggiorando la situazione di valle. La sopraelevazione su rilevato è pertanto ammessa solo quando sia dimostrato che tali effetti peggiorativi siano trascurabili.

Per i rilevati realizzati in materiali molto permeabili e soggetti a esondazioni di lunga durata, il contributo del terreno saturo deve essere considerato nel calcolo delle sollecitazioni idrostatiche. Nel caso in cui nel rilevato e/o nei terreni di fondazione siano presenti terreni espansivi, le fondazioni e le caratteristiche strutturali dell'impianto di trattamento devono essere progettate per resistere all'espansione conseguente alla saturazione del terreno.

Nei casi in cui sia prevedibile un'elevata velocità di decrescita dell'onda di piena, la stabilità del rilevato deve essere verificata anche in condizioni di rapido svasso. E' necessario inoltre proteggere il rilevato dall'erosione delle acque di piena e delle acque meteoriche.

I rilevati hanno basse esigenze di manutenzione, esclusivamente mirate a mantenere la stabilità delle scarpate, a conservare l'integrità dei rivestimenti e a verificare il mantenimento in efficienza di eventuali sistemi di drenaggio all'interno del rilevato.

Sopraelevazione su pali, su pilastri e su muri

La sopraelevazione su pilastri, pali o muri costituisce un'alternativa alla sopraelevazione su rilevato, ad esempio nei casi in cui vi siano problemi di interferenza del rilevato con il deflusso della piena, o non sia disponibile il materiale di riempimento.

Le superfici e i volumi sottostanti alla struttura sopraelevata, trovandosi a quota inferiore al livello idrico della piena di progetto, devono essere realizzate con materiali non danneggiabili dalle acque. Esse devono essere destinate ad usi compatibili con la pericolosità idraulica locale: accesso alla struttura sopraelevata, parcheggio, deposito di materiali compatibili con il pericolo di piena.

Qualora le strutture sopraelevate debbano essere irrigidite mediante controventi, questi dovrebbero essere posti al di sopra del livello di piena di progetto.

Se si prevedono intense sollecitazioni dovute all'impatto di materiale di fondo, in sospensione e flottante può essere necessario un sovradimensionamento delle strutture di sopraelevazione verso monte.

Sopraelevazione su pali

La tecnica di sopraelevazione su pali è maggiormente indicata per le aree inondabili dove l'altezza dell'acqua, la velocità dell'acqua e le sollecitazioni del vento siano rilevanti. La notevole profondità di fondazione rende i pali poco vulnerabili all'erosione, allo scalzamento, alle sollecitazioni idrodinamiche e agli impatti di materiale in sospensione e flottante.

La sopraelevazione su pali deve contenere i rischi di ostruzione della luce libera da parte del materiale solido al fondo, in sospensione e flottante; particolare attenzione deve essere posta alle aree inondabili in cui si sia possibile il transito di alberi di alto fusto, o un rilevante rialzo del fondo alveo per deposito di materiale lapideo.

Sopraelevazione su pilastri o su muri

I pilastri non sono generalmente adatti a resistere a intense sollecitazioni orizzontali e la ridotta profondità di fondazione li rende vulnerabili allo scalzamento. Per tale ragione il loro utilizzo dovrebbe essere ristretto alle aree inondabili dove l'altezza e la velocità dell'acqua sono contenute.

Le fondazioni dei pilastri devono essere approfondite al di sotto della massima profondità di congelamento del terreno e al di sotto della massima capacità di scavo della piena di progetto.

La sopraelevazione di un impianto di trattamento su muri è accettabile laddove i carichi di progetto siano rilevanti e dove si preveda un trasporto contenuto di materiale solido. Per queste ragioni deve essere evitata nelle aree inondabili in cui si possano temere elevati carichi idrodinamici, il transito di alberi di alto fusto, o un rilevante rialzo del fondo alveo per deposito di materiale lapideo.

Al fine di equilibrare le sollecitazioni idrostatiche imposte dalle acque, i muri in calcestruzzo armato devono essere dotati delle aperture necessarie all'afflusso e al deflusso dell'acqua. Le aperture devono comunque consentire una velocità di crescita del livello idrico all'interno dei muri circa pari alla velocità di crescita dell'onda di piena; analogamente deve essere garantito l'abbassamento del livello ad una velocità analoga alla velocità di decrescita dell'onda di piena. Tali aperture, indispensabili per evitare il collasso dei muri di sopraelevazione, non devono essere ostruite dal trasporto solido delle acque di piena.

5.2.8. Impermeabilizzazione

L'impermeabilizzazione di un impianto di trattamento è un intervento composto da una combinazione delle seguenti azioni: verifica della capacità delle strutture impermeabili di resistere alle pressioni idrostatiche ed idrodinamiche, installazione di chiusure stagne per porte e finestre, uso di

membrane impermeabili e materiali sigillanti per ridurre l'infiltrazione attraverso i muri, installazione di valvole di non ritorno nelle tubazioni, ancoraggio delle strutture per resistere al galleggiamento, riduzione delle sottospinte idrostatiche.

Per la realizzazione di un intervento di impermeabilizzazione è necessario disporre di documenti aggiornati contenenti le caratteristiche, la collocazione piani – altimetrica di ogni parte dell'impianto di trattamento e le modifiche apportate nel corso della vita dell'impianto.

Dato che una struttura impermeabile è sottoposta a sollecitazioni idrostatiche ed idrodinamiche rilevanti da parte delle acque di piena, è necessario verificare la resistenza e la stabilità della struttura durante l'evento di piena di progetto.

Resistenza e stabilità delle strutture

Le strutture civili di un impianto di trattamento influenzano la fattibilità e la scelta degli interventi di impermeabilizzazione a causa delle diverse caratteristiche di resistenza alle sollecitazioni idrostatiche ed idrodinamiche imposte alle acque di piena.

Una struttura impermeabile deve essere in grado di resistere alle sollecitazioni idrostatiche ed idrodinamiche dell'evento di piena di progetto.

Di seguito sono riportate alcune indicazioni riguardanti le sollecitazioni idrostatiche tollerabili dai muri impermeabilizzati.

La resistenza dei muri in laterizio consente un'impermeabilizzazione nei confronti di profondità d'acqua molto limitate, generalmente non superiori a 45-60 cm. L'impermeabilizzazione può essere ottenuta installando una barriera impermeabile tra due strati di mattoni.

I muri in calcestruzzo non armato, avendo una scarsa resistenza alla trazione, possono sostenere un carico idrostatico il cui valore massimo corrisponde ad un'altezza d'acqua di circa 1.5 m.

I muri in calcestruzzo armato sono l'unica soluzione che consenta l'impermeabilizzazione della struttura in caso di carichi idrostatici ed idrodinamici rilevanti.

Nel valutare la fattibilità del progetto di impermeabilizzazione di un impianto di trattamento esistente, in mancanza di dettagliate informazioni sull'armatura da parte del progetto esecutivo, è necessario adottare ipotesi cautelative, anche assumendo che le strutture siano realizzate in calcestruzzo non armato.

Per quanto riguarda le solette, la soluzione più usata per contrastare le sottospinte idrostatiche prevede la realizzazione di una platea in calcestruzzo armato collegata ai muri e ai pilastri della struttura. In tal caso l'intera struttura contribuisce a contrastare le spinte idrostatiche.

Se nessuno di questi interventi consente di stabilizzare la struttura nei confronti delle spinte idrostatiche, si può ricorrere all'ancoraggio della struttura, o alla riduzione delle spinte. Queste tipologie di intervento sono descritte nei paragrafi seguenti.

Contrasto delle sottospinte idrostatiche

Le sottospinte idrostatiche, assieme alle pressioni idrostatiche sulle pareti laterali, costituiscono generalmente la più gravosa sollecitazione delle strutture impermeabili ubicate nelle aree inondabili. Il loro effetto combinato condiziona la stabilità delle strutture impermeabili al galleggiamento, allo scorrimento, al ribaltamento.

Le sottospinte idrostatiche possono essere ridotte mediante setti impermeabili e/o sistemi di drenaggio, oppure aumentando la resistenza della struttura.

I setti impermeabili riducono l'infiltrazione dell'acqua al di sotto della struttura impermeabilizzata e quindi le pressioni idrostatiche che gravano su di essa. Essi possono essere realizzati mediante palancolate metalliche, diaframmi in calcestruzzo, strati di terreno a bassa permeabilità o altri tipi di diaframmi impermeabili. Nel caso in cui vi sia uno strato impermeabile a bassa profondità rispetto al piano campagna, è consigliabile che il setto impermeabile vi sia collegato. Nei casi in cui si preveda che le acque di piena superino la quota del piano campagna, il setto deve essere collegato in modo stagno anche alla struttura, mediante materiali sigillanti o membrane impermeabili.

In caso di eventi di piena, caratterizzati da elevata durata ed elevati livelli idrici, i sistemi di drenaggio non sono efficaci nel ridurre le pressioni idrostatiche agenti sulle pareti laterali delle strutture impermeabilizzate. Essi possono invece ridurre significativamente le sottospinte idrostatiche agenti sulle strutture impermeabilizzate.

Un efficace sistema di drenaggio presuppone che sotto le fondazioni della struttura sia disposto uno strato di materiale drenante. Un sistema di dreni forati all'interno dello strato drenante raccoglie le acque di infiltrazione, inviandole alle pompe idrovore per lo scarico al di sopra del livello di piena. Se la riduzione delle pressioni idrostatiche da parte del sistema di drenaggio è indispensabile per la stabilità della struttura impermeabilizzata, deve essere previsto un sistema di pompaggio di emergenza.

Una struttura impermeabile può essere protetta dalle sottospinte idrostatiche da valvole di sicurezza tarate che consentano l'ingresso dell'acqua per valori di pressione al di sotto del limite di collasso della struttura. In tal caso all'interno della struttura devono essere installate pompe idrovore per lo scarico delle acque. Inoltre la struttura deve avere una bassa vulnerabilità rispetto all'ingresso delle acque, così come illustrato nel paragrafo "Riduzione della vulnerabilità dell'impianto".

La stabilità di una struttura al galleggiamento può essere aumentata collegandone gli elementi strutturali fra di loro e ancorando le fondazioni a strati sottostanti di roccia integra.

5.2.9. Tecniche di impermeabilizzazione

Le strutture in muratura o in calcestruzzo non sono generalmente impermeabili, a meno che non siano applicate particolari tecniche costruttive.

L'impermeabilizzazione può essere ottenuta con l'uso di calcestruzzi speciali, materiali sigillanti, e/o membrane impermeabili.

Le strutture impermeabilizzate non devono presentare fessurazioni eccessive, né soluzioni di continuità tra le fondazioni, le solette, i pilastri e i muri perimetrali. Le perdite attraverso i giunti di dilatazione possono essere evitate mediante l'uso di giunti sagomati, materiali sigillanti e impermeabilizzazioni resistenti alla corrosione.

E' preferibile che i materiali sigillanti siano applicati alle superfici esterne delle strutture esposte all'esondazione.

Le membrane comunemente usate per impermeabilizzare le superfici a contatto con le acque sono fogli di PVC, oppure rivestimenti a strati di tessuto impregnati con asfalto, pece o catrame. L'applicazione delle membrane all'esterno è preferibile per i muri perimetrali; per le solette è in genere consigliato che la membrana sia annegata nel calcestruzzo.

Nuclei impermeabili

Nei casi in cui non sia possibile impermeabilizzare le superfici esterne di una struttura, si può creare un nucleo impermeabile attorno ad un'area interna.

I nuclei impermeabili sono generalmente realizzati in calcestruzzo armato e possono essere utilizzati per impermeabilizzare parti dell'impianto ad elevato rischio.

L'altezza del nucleo impermeabile deve essere pari all'altezza d'acqua della piena di progetto, aumentata di un adeguato franco idraulico.

Chiusure permanenti e paratie impermeabili

L'ingresso delle acque di piena dalle aperture di una struttura (quali porte e finestre) può essere impedito chiudendo permanentemente le aperture o applicandovi delle paratie impermeabili durante l'evento di piena.

La chiusura permanente è preferibile per gli edifici esistenti, qualora non alterino la funzionalità e la sicurezza della struttura. La chiusura deve essere realizzata in modo tale da impedire l'ingresso dell'acqua, resistere alle sollecitazioni delle acque e trasmetterle agli elementi portanti della struttura.

Le paratie impermeabili sono utilizzate per le aperture che non possono essere chiuse permanentemente. Le paratie devono resistere alle sollecitazioni imposte dalle acque e trasmetterle uniformemente agli elementi portanti della struttura.

Le paratie devono essere realizzate con materiali in grado di resistere alle sollecitazioni previste e di non deteriorarsi, garantendo inoltre una tenuta stagna. I sistemi di collegamento tra paratia e telaio devono essere semplici e funzionali, in modo da minimizzare i tempi di installazione e i possibili errori.

Impermeabilizzazione delle condotte

Le condotte che si dipartono da un impianto di trattamento possono costituire degli accessi per le acque di piena, compromettendo l'impermeabilizzazione.

Questo può accadere nelle condotte fognarie per inversione dei flussi dovuta all'infiltrazione delle acque meteoriche e/o all'innalzamento del livello dei corpi idrici recettori.

Per evitare l'inversione dei flussi è necessario che le condotte fognarie siano dotate di valvole di non ritorno automatiche. Sulle condotte principali può essere consigliabile installare valvole di non ritorno ad azionamento manuale, per evitare l'allagamento dell'impianto in caso di malfunzionamento delle valvole automatiche.

Le valvole di non ritorno devono essere installate dove le condotte possano resistere alla pressione indotta dalle acque; se la resistenza delle tubazioni lo consente, ulteriori valvole di non ritorno possono essere installate in testa ad ogni singolo scarico che recapita nelle condotte. Se si prevede una non perfetta tenuta delle valvole di non ritorno, devono essere previste delle pompe idrovore in grado di allontanare dall'impianto di trattamento le eventuali perdite.

Un'ulteriore soluzione consiste nel fornire agli scarichi fognari un carico piezometrico superiore al livello idrico della piena di progetto. Tale soluzione, particolarmente onerosa poiché aumenta la necessità di ricorrere a stazioni di pompaggio lungo la condotta fognaria, può essere consigliabile per gli impianti di trattamento che devono garantire il funzionamento durante gli eventi di piena. Si ritiene comunque necessario che anche in questo caso le condotte siano dotate di valvole di non ritorno.

Gli impianti di trattamento delle acque reflue possono essere allagati anche dalle acque meteoriche convogliate all'impianto da fognature miste. Tali fognature devono essere dotate di scaricatori di piena che consentano, in occasione degli eventi meteorici intensi, un by-pass dell'impianto e un recapito diretto al corpo idrico ricettore.

Anche gli impianti di riscaldamento e condizionamento e le relative condotte possono costituire vie preferenziali di allagamento delle strutture in zone inondabili. Si ritiene preferibile che tali impianti e le relative aperture siano alzati al di sopra del livello idrico della piena di progetto; laddove non sia fattibile, devono essere protetti da nuclei impermeabili. E' importante che gli impianti di condizionamento non siano danneggiati dalle acque di piena, poiché possono essere utilizzati per asciugare le parti della struttura allagate durante la piena stessa.

Tutte le aperture esterne della struttura, necessarie al passaggio di tubazioni, condotte, scarichi od altro, devono essere impermeabilizzate per prevenire l'ingresso delle acque. La tenuta di tali aperture alle pressioni idrostatiche di progetto può essere garantita in vari modi: sigillature a gel ad espansione, sigillanti elastomerici o in neoprene, manicotti sagomati.

5.2.10. Protezione con arginature

Il rischio idraulico a cui è soggetto un impianto di trattamento può essere ridotto mediante arginature in terra o con muri arginali.

Una descrizione dettagliata della progettazione e della realizzazione delle arginature in terra e dei muri arginali esula dagli scopi della presente direttiva, pertanto si rimanda alle disposizioni del Ministero dei Lavori Pubblici e alla letteratura tecnica. Sono pertanto evidenziati solamente i problemi di maggior rilievo ai fini della protezione con arginature degli impianti di trattamento.

Compatibilità idraulica delle arginature

La compatibilità idraulica di un'arginatura deve essere valutata secondo quanto specificato dalla "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce A e B", adottata con deliberazione n. 2/99 dell'11 maggio 1999 del Comitato Istituzionale.

Le valutazioni devono essere effettuate per un tratto significativo di corso d'acqua. Infatti, all'aumento della sicurezza idraulica della zona protetta dall'argine corrisponde un aumento delle portate al colmo nel tratto di valle del corso d'acqua, dovuta alla sottrazione delle aree di laminazione da parte dell'argine. La portata di progetto, l'aumento delle portate di valle e i franchi idraulici devono essere valutati secondo quanto disposto da specifiche direttive emanate dall'Autorità di bacino del fiume Po.

Le arginature, sottraendo volumi alla laminazione delle piene, devono essere utilizzate solamente per la protezione degli impianti di trattamento esistenti, per i quali non siano fattibili altri tipi di interventi.

Gestione dei deflussi superficiali e filtranti

Durante eventi di piena che richiedano la chiusura delle chiaviche, le portate filtranti, le precipitazioni atmosferiche e i deflussi superficiali possono causare l'allagamento degli impianti di trattamento protetti dalle arginature. Per tale ragione è necessario che le acque defluiscano verso un bacino di raccolta dotato di pompe idrovore adeguatamente dimensionate per sollevare le acque al di sopra dell'argine e a contenerne il livello entro limiti accettabili per l'impianto di trattamento. Gli impianti di trattamento delle acque reflue collegati a fognature miste devono essere in grado di sollevare oltre l'argine anche le portate by-passate dallo scolmatore di piena in testa all'impianto. Tali impianti di sollevamento devono garantire il funzionamento durante gli eventi di piena e pertanto non possono essere alimentati solo dalla rete elettrica.

Manutenzione e operazioni di emergenza

Le arginature devono essere ispezionate con frequenza almeno annuale per controllare l'integrità strutturale e l'eventuale crescita di vegetazione. Esse devono essere inoltre ispezionate dopo ogni piena per verificare la presenza di fenomeni erosivi e ripristinare i sistemi di protezione dell'argine dall'erosione.

Durante l'attuazione del piano di emergenza degli impianti di trattamento (vedi paragrafo "Predisposizione di un piano di emergenza") può essere prevista la protezione dell'impianto di trattamento con argini provvisori realizzati con sacchetti di sabbia o di terra. Tali interventi sono attuabili durante eventi di piena caratterizzati da basse profondità, velocità ridotte e velocità di crescita dell'onda di piena sufficientemente ridotte.

5.2.11. Riduzione della vulnerabilità dell'impianto

In particolari situazioni (a causa delle caratteristiche delle aree inondabili, della piena di progetto o delle tipologie costruttive degli impianti di trattamento) può non essere possibile impedire alle acque della piena di progetto di allagare l'impianto di trattamento. E' quindi necessario che l'impianto abbia una bassa vulnerabilità nei confronti dell'ingresso delle acque di piena, in modo tale da

evitare danni rilevanti, limitare le operazioni di pulizia e garantire, al termine dell'evento di piena, un rapido ripristino del funzionamento dell'impianto.

La riduzione della vulnerabilità dell'impianto consiste in una vasta gamma di interventi, che coinvolgono le strutture civili dell'impianto di trattamento, gli impianti elettrici e le attrezzature elettromeccaniche, i reagenti e ulteriori tipi di materiali immagazzinati nell'impianto.

Strutture civili

Le strutture civili nelle quali si prevede di consentire l'ingresso delle acque di piena devono essere dotate delle aperture necessarie a far aumentare il livello interno dell'acqua ad una velocità analoga alla velocità di crescita dell'onda di piena, in modo tale che le pressioni idrostatiche sulle superfici esterne siano bilanciate dall'interno. Analogamente tali aperture devono consentire il deflusso delle acque, bilanciando le pressioni idrostatiche durante la fase di decrescita dell'onda di piena.

I muri ed i soffitti devono essere provvisti di aperture o di valvole per la fuoriuscita dell'aria. E' importante considerare inoltre che i muri dotati di intercapedine sono maggiormente vulnerabili.

Tutte le parti delle strutture che possono venire a contatto con le acque devono essere realizzate con materiali durevoli e resistenti, in grado di resistere alle sollecitazioni, alla corrosione chimica e al deposito di materiale solido in sospensione.

L'organizzazione e il dimensionamento degli spazi interni agli impianti di trattamento deve agevolare l'accesso, la sopraelevazione e la movimentazione delle attrezzature maggiormente vulnerabili.

Allo scopo di aumentarne l'agibilità durante gli eventi di piena e facilitare l'attuazione dei piani di emergenza, le vie di accesso all'impianto di trattamento devono essere realizzate al di sopra del livello della piena di progetto o, in alternativa, alla massima quota compatibile con la loro percorribilità.

Gli impianti di trattamento utilizzano diversi tipi di serbatoi (gas compressi, carburante, reagenti) che, se localizzati in aree inondabili, possono essere danneggiati durante gli eventi di piena. Le spinte al galleggiamento esercitate dalle acque possono asportare i serbatoi, causando fuoriuscite di fluidi pericolosi o infiammabili e mandando alla deriva i serbatoi stessi. Per evitare il galleggiamento è necessario che i serbatoi siano ancorati a strati di roccia integra oppure a platee in calcestruzzo in grado di resistere alle sottospinte idrostatiche con il loro peso; in alternativa, i serbatoi possono essere interrati ad una profondità tale che il terreno sovrastante fornisca la necessaria resistenza al galleggiamento. E' comunque necessario realizzare un collegamento flessibile tra i serbatoi e le linee di alimentazione che vi si dipartono, al fine di assorbire eventuali spostamenti; inoltre le linee di alimentazione devono essere provviste di valvole di chiusura automatica in caso di rottura.

5.2.12. Impianti elettrici ed attrezzature elettromeccaniche

Gli impianti elettrici e le attrezzature elettromeccaniche influenzano notevolmente la vulnerabilità di un impianto di trattamento nei confronti di un

evento di piena. Se si proteggono dal danneggiamento gli impianti elettrici, i motori elettrici, le pompe di sollevamento e i generatori di emergenza, si riducono notevolmente i tempi necessari per il riavvio degli impianti di trattamento.

E' consigliabile che gli impianti siano alimentati da conduttori elettrici posti al di sopra del livello della piena di progetto. Gli impianti di trattamento devono poter essere interamente scollegati dalla tensione elettrica. Al fine di consentire una chiusura (e una riattivazione) progressiva, deve essere possibile scollegare separatamente le diverse parti dell'impianto di trattamento dall'alimentazione elettrica; in tal modo, se l'evento di piena lo consente, è possibile garantire un trattamento almeno parziale delle acque reflue o dei rifiuti durante l'evento stesso. La sconnessione dalla tensione elettrica deve poter essere effettuata da un punto raggiungibile almeno durante le prime fasi dell'evento di piena.

I quadri elettrici, i trasformatori, i cavi elettrici e gli interruttori devono essere posti ad una quota superiore al livello della piena di progetto o alla massima quota compatibile con le caratteristiche dell'impianto di trattamento. Nel caso in cui possano essere raggiunti dal livello della piena di progetto, essi devono essere di tipo impermeabile o protetti con adeguate tecniche di impermeabilizzazione.

Al di sopra del livello della piena di progetto devono essere posti i generatori e le batterie di emergenza. Nel caso in cui la sicurezza idraulica o la stabilità dell'impianto di trattamento dipenda dal funzionamento di pompe idrovore, queste devono poter essere alimentate dai generatori di emergenza.

Tutte le apparecchiature elettromeccaniche dovrebbero essere poste al di sopra del livello della piena di progetto. Qualora questo non sia fattibile, devono essere scollegate dalla tensione elettrica prima di essere raggiunte dalle acque ed essere protette, al fine di evitare fenomeni di corrosione e limitare le operazioni di pulizia post-evento. Questo può essere ottenuto realizzando dei nuclei impermeabili attorno alle apparecchiature, oppure predisponendole per la sopraelevazione o l'evacuazione.

La sopraelevazione o l'evacuazione delle apparecchiature elettromeccaniche deve avvenire nei tempi di attuazione del piano di emergenza.

Le apparecchiature devono essere facilmente accessibili sia dal personale addetto alla loro sconnessione elettrica e meccanica, sia dai mezzi di sollevamento e trasporto. I collegamenti elettrici e meccanici delle apparecchiature elettromeccaniche devono poter essere rimossi rapidamente anche senza l'intervento di personale specializzato. Laddove possibile, i collegamenti elettrici dovrebbero essere in numero limitato ed essere effettuati con sistemi a sconnessione rapida, che non richiedano l'intervento di un elettricista per essere rimossi.

Anche i collegamenti meccanici devono poter essere rimossi in tempi ridotti.

Le apparecchiature devono essere predisposte per il trasporto, dotandole di occhielli per l'inserimento dei ganci di sollevamento, fornendole di barre di sollevamento per l'aggancio alle gru e ai carriponte, o piazzandole su piattaforme trasportabili. Le apparecchiature devono essere raggiungibili da un mezzo di sollevamento o trasporto, quale una gru, un carroponte, un argano, un elevatore a forza o un carrello. Nei locali sotterranei può essere

installato un carroponte che trasporti le apparecchiature in corrispondenza delle aperture esistenti, attraverso le quali possano essere sollevate da mezzi di trasporto esterni.

5.2.13. Reagenti e materiali vari

Negli impianti di trattamento sono immagazzinati i materiali di diversa natura. Le sostanze inquinanti o pericolose devono essere stoccate a quote superiori al livello della piena di progetto.

I materiali immagazzinati al di sotto del livello della piena di progetto devono essere protetti da nuclei impermeabili o devono essere organizzati in modo tale da essere sopraelevati o evacuati durante l'attuazione del piano di emergenza.

E' necessario impedire che le acque raggiungano i reagenti, che possono creare pericoli per il personale addetto all'impianto. Per velocizzare le operazioni di sopraelevazione o di evacuazione, tali materiali possono essere immagazzinati su pallet oppure su piattaforme munite di occhielli o barre di sollevamento.

Non devono essere danneggiati i documenti necessari per l'attività dell'impianto di trattamento, nonché i materiali necessari alla pulizia e al riavvio dell'impianto al termine dell'evento di piena. E' inoltre necessario che le acque di piena non vengano in contatto con quei materiali che possono aumentare la difficoltà delle operazioni di pulizia post-evento, quali materiale cartaceo, oli, prodotti chimici solubili.

Le apparecchiature ed i materiali particolarmente delicati e difficili da trasportare possono essere protetti con nuclei impermeabili.

5.2.14. Predisposizione di un piano di emergenza

Indipendentemente dal rischio idraulico a cui è sottoposto, ogni impianto di trattamento localizzato in aree inondabili deve avere un piano di emergenza per gli eventi di piena.

Un piano di emergenza è un documento che specifica ed assegna al personale responsabile le operazioni che devono essere messe in atto a partire dalla ricezione del segnale di preallarme, durante l'intero evento di piena, fino al termine delle operazioni di pulizia e riavvio dell'impianto di trattamento. E' consigliabile che il piano di emergenza sia redatto in stretta collaborazione con il progettista dell'impianto di trattamento e con il responsabile della gestione dell'impianto stesso.

La predisposizione di un piano di emergenza si compone di 6 fasi:

1. analisi del rischio idraulico dell'impianto di trattamento;
2. pianificazione del segnale di preallarme;
3. stima dei tempi di preallarme e dei tempi di attuazione del piano di emergenza;
4. definizione delle priorità;
5. redazione del piano di emergenza;
6. manutenzione del piano di emergenza.

Analisi del rischio idraulico dell'impianto di trattamento

Per quanto riguarda questa parte, si rimanda a quanto specificato nel paragrafo "Contenuti dell'analisi del rischio idraulico". I risultati dello studio illustrato nel suddetto capitolo possono essere utilizzati per redigere il piano di emergenza dell'impianto di trattamento.

A titolo illustrativo si riassumono i risultati dell'analisi del rischio idraulico che devono essere contenuti nel piano di emergenza.

Devono essere individuati i corpi idrici che possono dare origine ad eventi di piena che coinvolgono l'impianto di trattamento; per ognuno di essi deve essere valutato il tempo di corrivazione e una soglia (anche indicativa) oltre la quale si teme che l'impianto possa essere raggiunto dalle acque di piena. La stima di tale soglia può essere ottenuta affiancando un'analisi dei dati storici relativi alle piene precedenti ad uno studio idrologico-idraulico del bacino in cui si trova l'impianto. Il risultato di tali analisi può essere sintetizzato come riportato in Tabella 1.

Tabella 1

Analisi dei corpi idrici che possono allagare l'impianto di trattamento

Corpo idrico	Superficie del bacino	Tempo di corrivazione	Soglia indicativa di rischio
Rio	30 km ²	1 ora	mm/h di pioggia
Torrente	800 km ²	13 ore	 mm di pioggia in ore ai pluviometri di e oppure livello idrometrico di m all'idrometro di
Fiume	2.500 km ²	36 ore	livello idrometrico di m all'idrometro di

Le caratteristiche dell'impianto di trattamento che possono condizionare la gestione dell'emergenza possono essere sintetizzate completando la scheda che la Tabella 2 illustra per un impianto di trattamento delle acque reflue. Una analoga scheda deve essere redatta per le vie di accesso all'impianto (Tabella 3).

Tabella 2

Caratteristiche dell'impianto di trattamento

Parte dell'impianto	Posizione dell'apertura a quota inferiore	Quota dell'apertura (m s.l.m.)	Livello idrico corrispondente (m)
Trattamento primario			
Trattamento secondario			
Vasca fanghi			
Vasca di disinfezione			
Stazione di sollevamento n. ...			
Uffici			
Laboratori			
Garage			
Altro			

Tabella 3

Accessibilità dell'impianto di trattamento

Via di accesso	Quota del livello idrico massimo per il transito in sicurezza (persone) (m s.l.m.)	Quota del livello idrico massimo per il transito in sicurezza (automezzi fino a ... t) (m s.l.m.)
Via		
Strada		

Pianificazione del segnale di preallarme

L'attuazione di un piano di emergenza si basa su due elementi:

-  invio di un segnale di preallarme in base alle informazioni provenienti dalle reti di monitoraggio degli eventi di piena (meteorologiche, pluviometriche o idrometriche);
-  ricezione del segnale da parte dell'impianto di trattamento con un anticipo sull'evento di piena sufficiente all'attuazione del piano di emergenza.

Entrambi gli elementi sono indispensabili; se non si è in grado di garantirli, il piano di emergenza perde ogni sua efficacia.

La gestione delle situazioni di emergenza per inondazione spetta alle organizzazioni responsabili delle operazioni di protezione civile. A livello provinciale il responsabile delle operazioni di protezione civile è il Prefetto, mentre a livello comunale il responsabile è il Sindaco.

Secondo la "Direttiva sperimentale: specificazione per il rischio di inondazione per il bacino del Po" (Dipartimento della Protezione Civile, del Marzo 1999), le operazioni di protezione civile si suddividono in diverse fasi: fase di attenzione, fase di preallarme, fase di allarme. Secondo la stessa direttiva, nella fase di preallarme il Sindaco, avvertito dal Prefetto, provvede ad informare gli eventuali gestori delle attività produttive e commerciali e degli edifici strategici ubicati in aree inondabili. Nell'adempire a tali disposizioni, il Sindaco si attiene al Piano Comunale di Protezione Civile. Al fine di essere tempestivamente informato della situazione di preallarme, il gestore dell'impianto di trattamento deve assicurarsi che il Piano Comunale di Protezione Civile preveda di contattare l'impianto stesso. Deve inoltre verificare che il suddetto Piano Comunale contenga i recapiti telefonici aggiornati (dell'impianto, delle persone reperibili in caso di emergenza) per comunicare lo stato di preallarme.

Un dato fondamentale per l'elaborazione del piano di emergenza dell'impianto è il tempo disponibile per la sua attuazione; pertanto è necessario sapere (almeno approssimativamente) l'anticipo rispetto al transito dell'onda di piena con cui può essere comunicato il segnale di preallarme. Considerata la complessità delle situazioni di emergenza per eventi di piena e i numerosi fattori che contribuiscono al corretto andamento del flusso di informazioni, può essere difficile per le organizzazioni di protezione civile quantificare l'anticipo sull'evento di piena con il quale saranno in grado di comunicare il segnale di preallarme.

Per queste ragioni può essere necessario che il gestore dell'impianto di trattamento realizzi un accordo con le organizzazioni che gestiscono le reti di

monitoraggio meteorologiche, pluviometriche o idrometriche nel bacino a monte dell'impianto, al fine di ricevere direttamente le informazioni necessarie per valutare l'attuazione del piano di emergenza dell'impianto. Le organizzazioni che gestiscono le principali reti di monitoraggio meteorologiche, pluviometriche o idrometriche nel bacino del Po sono il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (per le reti meteorologiche), il Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (per le reti pluviometriche ed idrometriche), le Regioni (per le reti meteorologiche, pluviometriche e idrometriche), il Magistrato per il Po (per le reti idrometriche).

La ricezione diretta delle informazioni implica che sia scelta la tipologia di rete a cui affidarsi (meteorologica, pluviometrica o idrometrica), che sia definito l'insieme di stazioni da cui ricevere i dati e che siano stabiliti i criteri decisionali per valutare l'attuazione del piano di emergenza.

La scelta del tipo di rete a cui affidare l'invio del segnale di preallarme dipende dall'anticipo sull'evento di piena che la rete stessa può fornire.

Per gli impianti di trattamento posti alla chiusura di bacini idrografici di superficie fino a qualche centinaio di km², i tempi di corrivazione sono così brevi da consigliare di basarsi su una rete meteorologica; deve essere considerato che per bacini di dimensioni così ridotte le indicazioni fornite da tali reti possono essere approssimate.

Per gli impianti di trattamento posti alla chiusura di bacini idrografici di superficie compresa tra qualche centinaio di km² e qualche migliaio di km², ci si può basare sulle informazioni fornite dalle reti sia meteorologiche sia pluviometriche. Per bacini idrografici di tali dimensioni le indicazioni delle reti meteorologiche possono essere maggiormente affidabili. Su bacini idrografici di tale superficie i tempi di corrivazione sono almeno pari a 5 ore, pertanto tali da consentire di utilizzare anche i dati delle reti pluviometriche e, nei bacini più grandi, anche i dati idrometrici.

Per impianti di trattamento posti alla chiusura di bacini idrografici di superficie superiore a qualche migliaio di km², ci si può basare sui dati forniti dalle reti idrometriche.

La scelta relativa all'insieme di stazioni da cui ricevere i dati e ai criteri decisionali per l'attuazione del piano di emergenza è legata alle caratteristiche specifiche del singolo bacino idrografico, e deve essere valutata sulla base dei dati relativi agli eventi di piena precedenti e delle valutazioni idrologiche condotte nell'ambito dell'analisi del rischio idraulico dell'impianto di trattamento. Si ritiene consigliabile che la scelta delle stazioni, la scelta dei criteri decisionali e l'applicazione degli stessi sia effettuata in collaborazione con il gestore delle reti di monitoraggio utilizzate.

L'accordo dovrebbe prevedere che il gestore delle reti di monitoraggio, non appena l'applicazione dei criteri decisionali ai dati rilevati indichi la necessità di attuare il piano di emergenza dell'impianto, informi il gestore dell'impianto di trattamento. Nella scelta dei mezzi di informazione si devono prevedere le possibili difficoltà di comunicazione in occasione di eventi di piena rilevanti.

Stima dei tempi di preallarme e dei tempi di attuazione del piano di emergenza

Il tempo di preallarme è l'anticipo con cui è inviato il segnale di preallarme rispetto al momento in cui le acque di piena raggiungono l'impianto di trattamento. Il piano di emergenza dell'impianto di trattamento deve essere elaborato in funzione del tempo di preallarme che si presume di avere a disposizione, prevedendo ragionevoli margini di sicurezza.

In generale l'anticipo con cui è inviato il segnale di preallarme e l'accuratezza del segnale stesso sono inversamente proporzionali. Pertanto, il momento in cui è inviato il segnale di preallarme deve mediare le opposte esigenze di disporre di un tempo adeguato per l'attuazione del piano di emergenza e l'accuratezza del segnale stesso.

Nel corso dell'attuazione del piano di emergenza, deve essere periodicamente verificato il tempo residuo a disposizione per il completamento dell'attuazione. Tale verifica può essere fatta, in prima approssimazione, basandosi sulla velocità di crescita dell'onda di piena determinata nell'analisi del rischio idraulico dell'impianto.

Definizione delle priorità

Le informazioni raccolte nei punti precedenti devono essere affiancate ad una valutazione della vulnerabilità di ogni parte dell'impianto di trattamento, allo scopo di stabilire un ordine di priorità nell'attuazione del piano di emergenza.

Nell'attuazione del piano di emergenza la massima priorità deve essere assegnata nella tutela dell'incolumità del personale addetto all'impianto. Le vie di evacuazione del personale, degli automezzi, delle attrezzature e dei materiali devono essere attentamente pianificate.

A causa di limiti di tempo disponibile, di personale e di attrezzature può non essere possibile evitare interamente i danni conseguenti all'evento di piena. E' quindi necessario assegnare una priorità elevata alle operazioni di emergenza che riguardano le parti dell'impianto che si allagano prima, le parti essenziali per il funzionamento dell'impianto, le parti più costose e vulnerabili, le parti che richiedono le operazioni più lunghe o costose per il riavvio dell'impianto stesso.

Taluni impianti soggetti a carichi di lavoro variabili hanno più linee di trattamento. Le operazioni di emergenza relative alle linee di trattamento non in uso al momento della piena devono essere attuate con priorità elevata, al fine di consentire un rapido ripristino del funzionamento dell'impianto al termine dell'evento di piena.

Per quanto riguarda la priorità di evacuazione da assegnare alle attrezzature e ai materiali che si trovano ad una quota inferiore al livello della piena di progetto, alcune indicazioni sono riportate nella Tabella 4.

Tabella 4

Priorità di evacuazione delle attrezzature e dei materiali

Importanza	Materiali o attrezzature
Alta	Materiali che possono minacciare la sicurezza del personale addetto all'impianto
	Materiali ed attrezzature la cui perdita aumenterebbe i tempi di riavvio dell'impianto
Media	Materiali ed attrezzature necessarie per le operazioni di pulizia post-evento
	Attrezzature elettromeccaniche costose o difficili da sostituire/riparare, attrezzature di laboratorio
	Attrezzature e materiali meno costosi
Bassa	Materiali che, se allagati, possono ritardare le operazioni di pulizia post-evento

La definizione delle priorità di attuazione del piano di emergenza può essere riportata come illustrato in Tabella 5.

Tabella 5

Vulnerabilità dell'impianto e priorità di attuazione del piano di emergenza

Parte dell'impianto	Priorità di evacuazione dei materiali e delle attrezzature	Quota dell'apertura più bassa (m s.l.m.)	Quota delle vie di accesso (m s.l.m.)	Tempo di attuazione del piano di emergenza (h)	Tempo di preallarme disponibile (h)	Livello di priorità
Trattamento primario						
Trattamento secondario						
Vasca fanghi						
Vasca di disinfezione						
Stazione di sollevamento n...						
Uffici						
Laboratori						
Garage						
Altro						

Redazione del piano di emergenza

Le informazioni raccolte nei punti precedenti devono essere utilizzate per redigere il piano di emergenza dell'impianto di trattamento. Come già visto nei paragrafi precedenti, è necessario che il piano di emergenza dell'impianto di trattamento sia coordinato con i piani comunali e provinciali di protezione civile.

A partire dalla ricezione del segnale di preallarme, durante l'intero evento di piena, fino al termine delle operazioni di pulizia e riavvio dell'impianto, il piano deve specificare in modo semplice e inequivocabile cosa deve essere fatto, da chi, quando e come. Il piano deve essere a disposizione di tutto il personale addetto all'attuazione del piano stesso.

Assegnazione delle responsabilità

Il piano deve individuare il responsabile dell'attuazione del piano di emergenza; devono essere inoltre individuate una o più persone di riserva, che devono sostituire il responsabile in sua assenza. Il responsabile dell'attuazione del piano è anche colui che deve deciderne il momento di attivazione, in seguito alla ricezione del segnale di preallarme. A tale scopo il piano deve riportare i criteri decisionali definiti al paragrafo "Pianificazione del segnale di pre-allarme", in modo tale che il responsabile possa disporre l'attuazione del piano di emergenza al momento più opportuno. Il responsabile dell'attuazione del piano di emergenza deve inoltre coordinare lo svolgimento delle singole operazioni di emergenza. Nel corso di tale svolgimento, il responsabile deve periodicamente confrontare l'andamento delle operazioni con l'evoluzione dell'onda di piena, allo scopo di verificare il tempo residuo disponibile per l'attuazione del piano. Il responsabile deve adattare la destinazione delle risorse (personale, attrezzature, automezzi) alle particolari situazioni che si possono creare nel corso dell'attuazione del piano.

L'attuazione del piano di emergenza si compone di varie operazioni svolte in modo coordinato; il piano deve individuare, oltre al responsabile dell'attuazione del piano, anche i responsabili di ogni operazione. Anche in questo caso il piano deve individuare una o più persone di riserva, che devono sostituire il responsabile in sua assenza.

Individuazione delle risorse necessarie e delle priorità

Il piano deve specificare le condizioni necessarie allo svolgimento di ogni operazione: il numero di persone, il numero di operai specializzati, le attrezzature, gli automezzi e le aziende esterne in grado di fornire eventuali automezzi di supporto.

Il piano di emergenza dovrebbe prevedere che le apparecchiature e i materiali rimossi siano contrassegnati in maniera tale da facilitarne il ripristino al momento del riavvio dell'impianto.

Il piano deve definire l'ordine di priorità che deve essere seguito nella sua attuazione, sulla base delle analisi illustrate al paragrafo "Definizione delle priorità". L'attenzione maggiore deve essere data alle parti dell'impianto che si allagano più rapidamente e alle parti ad elevata priorità di evacuazione.

Comunicazioni e messa in sicurezza

Nel piano di emergenza devono essere adottate le precauzioni necessarie per permettere all'impianto di ricevere ed inviare comunicazioni durante l'evento di piena.

Il piano di emergenza può anche prevedere operazioni di messa in sicurezza dell'impianto di trattamento, quali l'installazione di paratie impermeabili, la chiusura di porte stagne o la protezione con argini provvisori realizzati con sacchetti di sabbia.

Pulizia e riavvio dell'impianto

Il piano di emergenza non può limitarsi alla fase di evacuazione e messa in sicurezza da svolgersi durante l'evento di piena, ma deve pianificare anche le operazioni di pulizia e riavvio dell'impianto di trattamento.

Le operazioni di pulizia e di riavvio possono iniziare in seguito al ritirarsi delle acque di piena. Il pompaggio delle acque al di fuori delle strutture poste sotto il piano campagna non deve essere effettuato prima che il livello delle acque sotterranee scenda ad un valore compatibile con la stabilità delle strutture.

Esempio di piano di emergenza

Il piano di emergenza può essere un documento estremamente sintetico; un esempio di piano di emergenza per un impianto di trattamento è riportato in Tabella 6.

Tabella 6

Esempio di piano di emergenza per un impianto di trattamento delle acque reflue

Responsabile dell'attuazione del piano: (Responsabile di riserva:)

Parte dell'impianto	Trattamento primario	Trattamento secondario	Vasca fanghi	Vasca di disinfezione	Stazione di sollevamento n. ...	Uffici	Laboratori	Magazzino	Garage	Totale
Responsabile delle operazioni										
Livello idrico di inizio allagamento										
Livello idrico di inaccessibilità										
Tempo di preallarme necessario										
Ordine delle principali operazioni da svolgere										
Inizio delle operazioni di emergenza										
Personale necessario per l'attuazione del piano:										
Personale generico										
Elettricisti										
Meccanici										
Impiantisti										
Altro										
Totale										
Attrezzatura necessaria per l'attuazione del piano:										
Argani										
Elevatori a forza										
Camion										
Paratie impermeabili da installare										
Porte stagne da chiudere										
Pompe idrovore da attivare										
Protezione con sacchetti di sabbia										
Note										

Manutenzione del piano di emergenza

Il piano di emergenza dell'impianto deve essere verificato e simulato almeno una volta all'anno.

La verifica deve valutare le eventuali esigenze di aggiornamento del piano, a seguito di modifiche dell'impianto o di possibilità di miglioramento del piano stesso. L'occasione migliore di verifica del piano è immediatamente dopo un evento di piena; in questo momento, in collaborazione con il personale addetto all'attuazione del piano di emergenza è possibile identificare i punti deboli del piano stesso, le eventuali esigenze di interventi aggiuntivi di riduzione del rischio idraulico, gli eventuali errori commessi nelle ipotesi assunte.

Durante la simulazione del piano di emergenza le persone addette devono essere aggiornate sulle operazioni loro assegnate ed essere addestrate ad effettuarle correttamente.

