



8 GLI INTERVENTI DI BONIFICA

Il Decreto ministeriale 25 ottobre 1999, n. 471 (Supplemento ordinario n. 218/L alla Gazzetta ufficiale 15 dicembre 1999, n. 293) stabilisce i criteri, le procedure e le modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17, del Dlgs 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modifiche ed integrazioni.

A tal fine disciplina:

- i limiti di accettabilità della contaminazione dei suoli, delle acque superficiali e delle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti;
- le procedure di riferimento per il prelievo e l'analisi dei campioni;
- i criteri generali per la messa in sicurezza, la bonifica ed il ripristino ambientale dei siti inquinati, nonché per la redazione dei relativi progetti;
- i criteri per le operazioni di bonifica di suoli e falde acquifere che facciano ricorso a batteri, a ceppi batterici mutanti, a stimolanti di batteri naturalmente presenti nel suolo;
- il censimento dei siti potenzialmente inquinati, l'anagrafe dei siti da bonificare e gli interventi di bonifica e ripristino ambientale effettuati da parte della pubblica amministrazione;
- i criteri per l'individuazione dei siti inquinati di interesse nazionale.

8.1 Obbligo di bonifica e ripristino ambientale

In caso di superamento o di pericolo concreto ed attuale di superamento dei valori di concentrazione limite accettabili per le sostanze inquinanti di cui all'articolo 3, comma 1 del D.M. 471/99, il sito interessato deve essere sottoposto ad interventi di messa in sicurezza d'emergenza, di bonifica e ripristino ambientale per eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o ridurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti a valori di concentrazione almeno pari ai suddetti valori di concentrazione limite accettabili.

I valori di concentrazione da raggiungere con la bonifica ed il ripristino ambientale possono essere più restrittivi di quelli previsti per la specifica destinazione d'uso qualora il corpo idrico ricettore compreso, anche parzialmente, nel sito da bonificare sia classificato come area sensibile ai sensi della normativa sulla tutela delle acque dagli inquinamenti,



ovvero ricorrano situazioni accertate di particolare vulnerabilità delle acque all'inquinamento ovvero sia necessario tutelare la qualità delle acque destinate ad uso potabile.

Gli interventi di bonifica e ripristino ambientale di un sito inquinato devono privilegiare il ricorso a tecniche che favoriscano la riduzione della movimentazione, il trattamento nel sito ed il riutilizzo del suolo, del sottosuolo e dei materiali di riporto sottoposti a bonifica.

8.2 Bonifica con misure di sicurezza e ripristino ambientale

Qualora il progetto preliminare dimostri che i valori di concentrazione limite accettabili di cui all'articolo 3, comma 1 del D.M. 471/99 non possono essere raggiunti nonostante l'applicazione, secondo i principi della normativa comunitaria, delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili, il Comune o, se l'intervento riguarda un'area compresa nel territorio di più Comuni, la Regione, può autorizzare interventi di bonifica e ripristino ambientale con misure di sicurezza, che garantiscano, comunque, la tutela ambientale e sanitaria anche se i valori di concentrazione residui previsti nel sito risultano superiori a quelli stabiliti nell'Allegato 1 al D.M. 471/99.

Tali valori di concentrazione residui sono determinati in base ad una metodologia di analisi di rischio riconosciuta a livello internazionale che assicuri il soddisfacimento dei requisiti indicati nell'Allegato 4 al D.M. 471/99.

Il provvedimento che approva il progetto ed autorizza gli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di cui al comma precedentemente detti, deve stabilire le misure di sicurezza ed i piani di monitoraggio e controllo necessari ad impedire danni derivanti dall'inquinamento residuo e può fissare limitazioni temporanee o permanenti o particolari modalità per l'utilizzo dell'area. Tali prescrizioni possono comportare variazioni degli strumenti urbanistici e dei piani territoriali che si rendano necessarie per garantire l'attuazione delle misure di sicurezza e delle limitazioni o modalità d'uso del sito, ferma restando la destinazione d'uso.

Le misure di sicurezza e le limitazioni temporanee o permanenti o le particolari modalità previste per l'utilizzo dell'area devono risultare dal certificato di destinazione urbanistica di cui all'articolo 18, comma 2, della legge 28 febbraio 1985, n. 47, nonché dalla cartografia e



dalle norme tecniche di attuazione dello strumento urbanistico generale del Comune ed essere comunicati all'Ufficio tecnico erariale competente.

Gli interventi di bonifica con misure di sicurezza e ripristino ambientale di un sito inquinato, devono privilegiare il ricorso a tecniche che favoriscano la riduzione della movimentazione, il trattamento nel sito ed il riutilizzo del suolo, del sottosuolo e dei materiali di riporto sottoposti a bonifica.

8.3 Interventi di messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale

Qualora la fonte inquinante sia costituita da rifiuti stoccati ed il progetto preliminare di bonifica dimostri che, nonostante l'applicazione delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili, secondo i principi della normativa comunitaria, non sia possibile la rimozione dei rifiuti stessi, il Comune o, se l'intervento riguarda un'area compresa nel territorio di più Comuni, la Regione, può autorizzare interventi di messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale, eventualmente prevedendo interventi di ingegneria naturalistica.

Nei siti sottoposti ad interventi di messa in sicurezza permanente possono restare stoccati solo i rifiuti presenti nel sito stesso che costituiscono la fonte inquinante e i residui originati dal loro trattamento.

Ai siti sottoposti ad interventi di messa in sicurezza permanente si applicano le norme tecniche, finanziarie ed amministrative e le garanzie previste ai sensi del Dlgs 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modifiche ed integrazioni, per il controllo e la gestione delle discariche dopo la chiusura, fatto, comunque, salvo l'obbligo di procedere agli interventi di messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale qualora si determinino situazioni di inquinamento o di pericolo concreto ed attuale di inquinamento.

Le misure di sicurezza e le limitazioni temporanee o permanenti o le particolari modalità previste per l'utilizzo dell'area devono risultare dal certificato di destinazione urbanistica di cui all'articolo 18, comma 2, della legge 28 febbraio 1985, n. 47, nonché dalla cartografia e dalle norme tecniche di attuazione dello strumento urbanistico generale del Comune ed essere comunicati all'Ufficio Tecnico Erariale competente.



Gli interventi di messa in sicurezza permanente devono privilegiare, ove possibile, il ricorso a tecnologie di trattamento di rifiuti e di riduzione del volume dei rifiuti stessi al fine di limitare la superficie e il volume complessivi del sito interessato da tali interventi.

8.4 Notifica di pericolo di inquinamento e interventi di messa in sicurezza d'emergenza

Chiunque cagiona, anche in maniera accidentale, il superamento dei valori di concentrazione limite accettabili di cui all'articolo 3, comma 1, del D.M. 471/99 o cagiona un pericolo concreto e attuale di superamento degli stessi, è tenuto a darne comunicazione al Comune, alla Provincia e alla Regione nonché agli organi di controllo ambientale e sanitario entro le quarantotto ore successive all'evento, precisando:

- il soggetto responsabile dell'inquinamento o del pericolo di inquinamento e il proprietario del sito;
- l'ubicazione e le dimensioni stimate dell'area contaminata o a rischio di inquinamento;
- i fattori che hanno determinato l'inquinamento o il pericolo di inquinamento;
- le tipologie e le quantità dei contaminanti immessi o che rischiano di essere immessi nell'ambiente;
- le componenti ambientali interessate, quali, ad esempio, suolo, corpi idrici, flora, fauna;
- la stima dell'entità della popolazione a rischio o, se ciò non è possibile, le caratteristiche urbanistiche e territoriali dell'area circostante a quella potenzialmente interessata dall'inquinamento.

Entro le successive 48 ore dalla comunicazione suddetta, il responsabile della situazione di inquinamento o di pericolo di inquinamento deve comunicare al Comune, alla Provincia e alla Regione territorialmente competenti gli interventi di messa in sicurezza d'emergenza adottati e in fase di esecuzione.

La comunicazione deve essere accompagnata da idonea documentazione tecnica dalla quale devono risultare le caratteristiche dei suddetti interventi.



Entro trenta giorni dal ricevimento della comunicazione di cui degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza, il Comune o, se l'inquinamento interessa il territorio di più Comuni, la Regione verifica l'efficacia degli stessi e può fissare prescrizioni ed interventi integrativi, con particolare riferimento alle misure di monitoraggio da attuare per accertare le condizioni di inquinamento ed ai controlli da effettuare per verificare l'efficacia degli interventi attuati a protezione della salute pubblica e dell'ambiente circostante.

Qualora i soggetti e gli organi pubblici accertino nell'esercizio delle proprie funzioni istituzionali una situazione di pericolo di inquinamento o la presenza di siti nei quali i livelli di inquinamento sono superiori ai valori di concentrazione limite accettabili di cui all'Allegato 1 del D.M. 471/99 ne danno comunicazione alla Regione, alla Provincia ed al Comune.

Il Comune, ricevuta la comunicazione, con propria ordinanza diffida il responsabile dell'inquinamento ad adottare i necessari interventi di messa in sicurezza d'emergenza, di bonifica e ripristino ambientale ai sensi del D.M. 471/99.

La suddetta ordinanza comunale deve essere notificata anche al proprietario del sito ai sensi e per gli effetti dell'articolo 17, commi 10 e 11, del Dlgs 5 febbraio 1997, n. 22 e successive modifiche ed integrazioni.

Il responsabile dell'inquinamento deve provvedere a comunicare al Comune, alla Provincia e alla Regione territorialmente competenti gli interventi di messa in sicurezza d'emergenza adottati e in fase di esecuzione entro le quarantotto ore successive alla notifica dell'ordinanza.

Se il responsabile dell'inquinamento non è individuabile o non provveda e non provveda il proprietario del sito inquinato né altro soggetto interessato, i necessari interventi di messa in sicurezza d'emergenza, di bonifica e ripristino ambientale o di messa in sicurezza permanente sono adottati dalla Regione o dal Comune ai sensi e per gli effetti dell'articolo 17, commi 9, 10 e 11 del Dlgs 5 febbraio 1997, n. 22.



8.5 Approvazione del progetto e autorizzazione degli interventi di bonifica, ripristino ambientale e di messa in sicurezza permanente

Il Progetto, contenente le eventuali misure di sicurezza, dovrà essere articolato secondo i seguenti livelli:

- 1) Piano della caratterizzazione;
- 2) Progetto preliminare;
- 3) Progetto definitivo.

Ognuno di questi livelli progettuali si conclude con la presentazione all'autorità competente di una Relazione Tecnica Descrittiva, corredata dai relativi Elaborati tecnici. Data la complessità degli interventi da adottare e l'importanza della valutazione del rischio da condurre nel corso della redazione del progetto, l'istruttoria da attivare per l'impostazione e lo svolgimento dei diversi livelli progettuali richiede la costante concertazione tra i responsabili della progettazione e i tecnici delle autorità competenti. La concertazione è inoltre garanzia di snellimento delle procedure e di riduzione dei tempi per l'approvazione dei livelli progettuali.

8.5.1 Piano della caratterizzazione

Il Piano della caratterizzazione descrive dettagliatamente il sito e tutte le attività che si sono svolte o che ancora si svolgono; individua le correlazioni tra le attività svolte e tipo, localizzazione ed estensione della possibile contaminazione; descrive le caratteristiche delle componenti ambientali sia all'interno del sito che nell'area da questo influenzata; descrive le condizioni necessarie alla protezione ambientale e alla tutela della salute pubblica; presenta un piano delle indagini da attuare per definire tipo, grado ed estensione dell'inquinamento. Si articola nelle seguenti sezioni:

- 1) Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti;
- 2) Caratterizzazione del sito e formulazione preliminare del Modello Concettuale;
- 3) Piano di investigazione iniziale.



8.5.1.1 Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti

In questa sezione, al fine di ricostruire un'accurata descrizione del sito in esame e raccogliere la documentazione necessaria ad impostare ulteriori indagini, devono essere svolti accertamenti documentali, ispezioni sul sito e sull'area esterna possibilmente interessata dalla contaminazione.

Per avviare lo studio delle caratteristiche del sito e della possibile contaminazione devono essere raccolti tutti i dati e le informazioni già esistenti: la documentazione deve essere raccolta a carico del responsabile della progettazione, organizzata ed analizzata in accordo con i tecnici delle autorità competenti, in modo da corrispondere ai criteri e agli elaborati richiesti per la redazione del piano della caratterizzazione.

Sulla base della tipologia del sito, le informazioni e la documentazione da raccogliere per la successiva progettazione comprendono:

- tipologia del sito (esempio area industriale dismessa, discarica illegale, area industriale in attività, sversamento);
- mappatura dettagliata dell'area e localizzazione del sito;
- cartografia storica;
- uso del sito attuale e destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici;
- atti amministrativi e giudiziari riguardanti il sito;
- planimetria degli edifici, impianti produttivi e infrastrutture, sia presenti che smantellati;
- tipologia ed elenco completo di materiali e sostanze utilizzati per le lavorazioni, riferita al periodo completo delle attività che hanno avuto luogo sull'area, ed in particolare:
 - zone di accumulo dei materiali (liquidi e solidi) sia superficiali che interrati;
 - impianti e infrastrutture sotterranee (quali fognature, tubature, reti di distribuzione);
 - discariche presenti nell'area, con presentazione dettagliata di dati quali:
 - tipo e volume di rifiuti;
 - condizioni di impermeabilizzazione e ricoprimento;
 - presenza di percolato;
 - presenza di emissioni gassose;
 - danni alla vegetazione.



- descrizione dettagliata di tutte le attività (produttive, di stoccaggio, raccolta rifiuti, militari, minerarie,...) svolte sull'area e degli impianti annessi;
- descrizione e mappatura delle attività di trasporto e delle zone di carico e scarico prodotti e merci;
- descrizione e mappatura di eventuali accumuli di rifiuti con presentazione dettagliata di dati quali:
 - tipo e volume di rifiuti;
 - condizioni di impermeabilizzazione e ricoprimento;
 - presenza di percolato;
 - presenza di emissioni gassose;
 - danni alla vegetazione.
- elenco dei materiali impiegati nelle diverse attività e classificazione della loro pericolosità e tossicità;
- indicazione dell'intervallo temporale di uso degli impianti destinati alle diverse attività o delle attività di discarica;
- tempi di dismissione dei singoli impianti e/o fabbricati presenti;
- elenco del tipo e quantità dei rifiuti e materiali da dimettere con la valutazione del fatto che la dismissione possa comportare la produzione di rifiuti pericolosi;
- materiale integrativo relativo al sito e all'area circostante interessata;
- consultazione della letteratura scientifica rilevante per lo specifico problema di contaminazione ipotizzato.

Le informazioni riferite al sito devono essere corredate dalla caratterizzazione dell'ambiente circostante e del territorio mediante:

- caratterizzazione dettagliata geologico-stratigrafica e idrogeologica del sito e dell'area influenzata dal sito;
- analisi della presenza di pozzi e prelievi di acque sotterranee e relativa cartografia;
- descrizione dei corpi idrici superficiali;
- descrizione degli ambienti naturali;
- analisi delle serie storiche di rilievi aereofotogrammetrici;



- analisi delle cartografie storiche;
- analisi della distribuzione della popolazione residente e delle altre attività antropiche;
- descrizione delle reti viarie, ferroviarie e delle principali vie di trasporto;
- risultati di analisi svolte sulle acque sotterranee, superficiali, sugli ecosistemi dell'area influenzata dalle caratteristiche del sito.

In riferimento ai campionamenti e alle analisi chimico-fisiche, o di altro tipo, svolte sul sito precedentemente alla presentazione del piano della caratterizzazione che hanno portato all'accertamento del superamento dei valori di concentrazione limite accettabili indicati nell'allegato 1 al D.M. 471/99, tra cui anche le analisi a carico dell'autorità competente che hanno portato all'inserimento del sito nell'Anagrafe dei siti da bonificare, dovranno anche essere fornite le seguenti informazioni:

- descrizione del metodo di campionamento, localizzazione dei punti e descrizione sintetica delle metodiche analitiche;
- risultati delle analisi chimico-fisiche e di ogni altro tipo già effettuate sul sito;
- mappatura dei punti di prelievo e delle concentrazioni rilevate.

La conoscenza dettagliata della tipologia produttiva deve essere fornita per definire la lista sia delle sostanze che sono state impiegate nei cicli produttivi o che hanno accompagnato la produzione che dei rifiuti prodotti. La precisa definizione degli impianti presenti o che hanno insistito sull'area è necessaria per formulare ipotesi sulla localizzazione di possibili perdite, sversamenti, rotture che possono avere generato l'accumulo sul/nel suolo di sostanze contaminanti.

Nel caso di aree di discarica dovranno essere definiti o stimati:

- la composizione dei rifiuti;
- il volume dei materiali;
- le condizioni di stoccaggio e ogni altro elemento necessario a definire le sostanze possibilmente presenti nel sito e le possibili vie di migrazione nell'ambiente e di esposizione per la popolazione.



Le informazioni raccolte in questa sezione costituiscono la base per definire i requisiti della successiva investigazione, il piano delle analisi chimico-fisiche e l'analisi del rischio di contaminazione.

Questi elementi sono indispensabili per impostare un piano di monitoraggio che orienti la selezione dei punti di campionamento nei luoghi a maggior probabilità di inquinamento e un piano di analisi che si concentri sulle sostanze che più probabilmente costituiscono nel caso specifico un rischio.

8.5.1.2 Caratterizzazione del sito e formulazione preliminare del Modello Concettuale

Ai fini di una progettazione che rispetti i criteri di qualità è fondamentale la definizione del Modello Concettuale del sito: con questo vengono infatti descritte le caratteristiche specifiche del sito in termini di fonti della contaminazione; grado ed estensione della contaminazione del suolo, del sottosuolo, delle acque superficiali e sotterranee del sito e dell'ambiente da questo influenzato; percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli ambientali e alla popolazione.

Il modello concettuale deve permettere di individuare nel dettaglio le caratteristiche di impianti e strutture presenti sul sito, le caratteristiche dei rifiuti e le modalità dello stoccaggio e definire in che misura possono aver generato inquinamento di suolo, sottosuolo, materiali inerti, acque sotterranee e superficiali. Questa schematizzazione del sito è la base per:

- la definizione degli obiettivi di bonifica;
- la formulazione del Progetto;
- la valutazione del rischio;
- la selezione delle eventuali misure di sicurezza permanente.

In questa sezione si richiede la formulazione preliminare del modello concettuale sulla base dei dati raccolti nella sezione precedente. In seguito con l'integrazione dei risultati delle analisi chimico-fisiche e di altro tipo realizzate durante il campionamento, le indagini e le analisi verrà formulato un modello concettuale definitivo.



Il sito deve essere descritto dettagliatamente, organizzando le informazioni raccolte nella sezione precedente, in modo da stabilire i possibili effetti dell'attività svolta sul sito o dei rifiuti stoccati e permettere quindi di individuare:

- le possibili fonti della contaminazione, presenti o passate, quali ad esempio:
 - suolo contaminato;
 - rifiuti interrati;
 - accumuli di rifiuti;
 - perdite da tubature;
 - serbatoi perdenti;
 - polveri.
- le sostanze contaminanti probabilmente presenti nelle diverse componenti ambientali influenzate dal sito;
- la tossicità delle sostanze presenti, le loro caratteristiche chimico-fisiche rilevanti, quali:
 - solubilità;
 - volatilità;
 - biodegradabilità;
 - biodisponibilità.
- le caratteristiche dominanti dell'ambiente con cui il sito interagisce, quali:
 - tipo di acquifero superficiale;
 - profondità dell'acquifero principale;
 - vicinanza di corsi d'acqua;
 - caratteristiche meteorologiche.
- la presenza di pozzi nel sito o nell'area circostante, e gli usi delle acque prelevate;
- gli elementi territoriali rilevanti, quali:
 - distribuzione e densità di popolazione nell'area circostante;
 - vicinanza di elementi sensibili quali scuole ed ospedali.
- le possibili vie di esposizione dei bersagli possibili.



L'obiettivo è quello di raccogliere tutti gli elementi che servono a definire: l'estensione dell'area da bonificare; i volumi di suolo contaminato; le caratteristiche rilevanti dell'ambiente naturale e costruito; il grado di inquinamento delle diverse matrici ambientali; le vie di esposizione e le caratteristiche della popolazione su cui possono manifestarsi gli effetti dell'inquinamento.

Parte integrante del modello concettuale del sito è la definizione delle caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi superficiali e profondi in quanto possibili veicoli della contaminazione (direzione e velocità dei flussi, conducibilità idraulica, permeabilità...).

Nel caso di rifiuti stoccati il Piano della caratterizzazione deve definire precisamente quali sono le indagini necessarie a definire la tipologia, la tossicità, l'estensione dei rifiuti stoccati e a ricostruire la storia delle attività svolte sul sito.

Questa descrizione è la base per definire, nel progetto preliminare, la necessità di procedere con interventi di Messa in sicurezza permanente.

I rapporti esistenti tra l'inquinamento presente sul sito e le caratteristiche dell'ambiente naturale o costruito devono essere dettagliatamente esplicitati nella relazione che accompagna il piano della caratterizzazione, per individuare tutti i percorsi di migrazione delle sostanze inquinanti. A tal fine si richiede la rappresentazione in mappe tematiche, infatti questa elaborazione costituisce la base per la definizione di un accurato piano di monitoraggio e per la valutazione del rischio posto alla salute pubblica e all'ambiente dall'inquinamento del sito.

8.5.1.3 Piano di Investigazione iniziale

Ai fini della completa valutazione del rischio di inquinamento per l'ambiente naturale, il territorio urbanizzato e del danno per la salute pubblica, dovranno essere condotte analisi del suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali e delle componenti ambientali che possono essere state interessate dalla migrazione delle sostanze presenti nella sorgente di contaminazione. Il piano di investigazione iniziale è mirato a:

- verificare, sulla base delle ipotesi formulate precedentemente, l'effettivo inquinamento generato da singoli impianti, strutture e rifiuti stoccati alle diverse matrici ambientali;



- individuare le fonti di ogni inquinamento, tra cui impianti dismessi, impianti in attività, rifiuti stoccati o suolo contaminato;
- definire, confermare e integrare i dati relativi alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, pedologiche, idrologiche del sito e ad ogni altra componente ambientale rilevante per l'area interessata;
- definire accuratamente l'estensione e le caratteristiche dell'inquinamento del suolo, del sottosuolo, dei materiali di riporto, delle acque sotterranee e superficiali e delle altre matrici ambientali rilevanti;

Nel piano di investigazione devono essere definiti:

- la localizzazione dei punti e i metodi di campionamenti di suolo, sottosuolo, materiali inerti o di riporto, acque sotterranee e superficiali per l'area del sito e l'area circostante che si ritiene interessata dall'inquinamento presente nel sito; la profondità di perforazioni e prelievi; eventuali altre componenti ambientali analizzate
- la lista delle sostanze da analizzare; le metodologie delle analisi chimico-fisiche e di tutte le altre indagini e analisi che siano ritenute necessarie a caratterizzare la presenza e la diffusione dei contaminanti e il loro impatto sull'ambiente circostante e sulla popolazione;
- punti e metodologie di campionamento adottate per confermare la caratterizzazione ambientale, in particolare geologica, idrogeologica e idrologica del sito e dell'area esterna interessata dai fenomeni di contaminazione.

La scelta dell'area oggetto dell'investigazione deve comprendere il sito inquinato ed una porzione di territorio esterna definita, sulla base del modello concettuale del sito, in funzione della mobilità degli inquinanti nelle matrici ambientali interessate, delle caratteristiche idrogeologiche e meteorologiche del territorio e delle possibili vie di esposizione per i bersagli della contaminazione.

La scelta dei punti e delle modalità di campionamento dipende strettamente dalle valutazioni espresse in merito alla possibile contaminazione generata dal sito e all'estensione dei fenomeni di migrazione verso altre componenti ambientali o bersagli.



Non è possibile ipotizzare che il campionamento segua rigidamente metodi statistici, poiché può risultare più accurato ed economicamente conveniente localizzare i punti di campionamento del monitoraggio iniziale nelle zone che presentano criticità in dipendenza dell'organizzazione delle attività produttive o delle modalità di stoccaggio, quali ad esempio:

- accumuli di rifiuti;
- zone di carico/scarico;
- percorsi delle tubature;
- serbatoi interrati;
- discariche non impermeabilizzate;
- accumuli non coperti.

Analogamente la lista delle sostanze da analizzare, e la possibile selezione di sostanze indicatrici, dipende dalla completezza raggiunta nella descrizione delle attività svolte sul sito.

8.5.1.4 Relazione tecnica descrittiva

Per dimostrare l'adeguato svolgimento delle sezioni progettuali precedentemente descritte, la relazione descrittiva del Piano della caratterizzazione deve contenere almeno:

- relazione di sintesi, contenente una valutazione dei dati e delle informazioni fornite;
- individuazione dei soggetti obbligati agli interventi di bonifica, messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale;
- indagine storica dettagliata, di:
 - attività;
 - processi produttivi;
 - incidenti che hanno interessato l'area e prodotto l'inquinamento del sito.
- definizione delle possibili sostanze presenti;
- definizione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento e dei possibili percorsi di migrazione;



- descrizione della destinazione d'uso attuale prevista dagli strumenti urbanistici vigenti allegando un certificato di destinazione urbanistica
- descrizione delle eventuali azioni di messa in sicurezza d'emergenza già attuate, quali:
 - rimozione di rifiuti e/o sostanze pericolose;
 - divieto di accesso al sito;
 - svuotamento vasche perdenti;
- descrizione dei sistemi di monitoraggio adottati per verificare l'efficacia delle azioni di messa in sicurezza in attesa degli interventi di bonifica e ripristino ambientale;
- descrizione dettagliata del sito e dell'area possibilmente interessata dall'inquinamento e dalla migrazione delle sostanze inquinanti. In particolare:
 - descrizione geologica ed idrogeologica del sito e dell'ambiente circostante; descrizione degli eventuali corpi d'acqua superficiali;
 - descrizione delle componenti ambientali rilevanti;
 - descrizione del territorio circostante, naturale e urbanizzato;
 - descrizione delle caratteristiche meteorologiche.
- caratterizzazione generale del sito e presentazione preliminare del modello concettuale; in particolare definizione del possibile contributo all'inquinamento generato, all'interno e all'esterno del sito, da ogni singolo impianto o struttura industriale, quali fognature, serbatoi, vasche, o dai rifiuti stoccati;
- risultati delle analisi chimico-fisiche o di altro tipo svolte preliminarmente sul sito, specificazione dei laboratori impegnati nelle indagini già eseguite.
- definizione preliminare di eventuali aree di contaminazione rilevate con la analisi.
- descrizione di eventuali indagini geognostiche, geofisiche, geologiche ed idrogeologiche da svolgere ad integrazione e conferma dei dati esistenti.
- Piano di dettaglio del campionamento e delle analisi chimico-fisiche e di altro tipo ritenute necessarie a verificare le ipotesi formulate nel modello concettuale;
- descrizione di azioni di messa in sicurezza d'emergenza da attuare prima degli interventi di bonifica;



- interazione e congruenza delle attività di indagine con l'ambiente circostante e/o attività o processi industriali in atto;
- preliminare verifica di rispondenza alla normativa vigente degli interventi svolti e degli obiettivi di bonifica.

8.5.1.5 Elaborati di progetto del Piano della Caratterizzazione

- Planimetria (preferibilmente scala 1: 5.000) dell'area del sito e dell'ambiente circostante;
- Planimetria scala almeno 1: 1.000 del:
 - sito;
 - delle strutture impiantistiche in uso o in disuso;
 - delle reti tecnologiche (fognature, punti di stoccaggio, aree di carico/scarico);
 - delle discariche;
 - degli accumuli di rifiuti.
- Individuazione preliminare della estensione della contaminazione e dell'inquinamento e delle aree omogenee per tipo e grado di inquinamento;
- Risultati delle analisi chimiche già attuate sul sito e sulle componenti ambientali circostanti e relativa mappatura, (preferibilmente 1: 500 - 1: 5.000);
- Cartografia tematica relativa a idrologia ed idrogeologia dell'area, (preferibilmente 1: 5.000) con:
 - livelli piezometrici degli acquiferi principali;
 - direzioni di flusso e gradienti;
 - permeabilità;
 - conducibilità idraulica.
- Cartografia relativa a pozzi e piezometri presenti nel sito, (preferibilmente 1: 500 - 1: 1.000), e nell'area, (preferibilmente 1: 5.000);
- Risultati delle eventuali indagini geognostiche e geofisiche già attuate;
- Mappatura dei punti di campionamento proposti nel piano di investigazione, con specificazione del tipo di analisi da condurre, (preferibilmente 1:500 o 1:1.000);



- Schemi delle azioni di messa in sicurezza d'emergenza già attuate e/o da utilizzare nel corso delle attività di campionamento;
- Procedura per la gestione delle varianti del piano di campionamento ed analisi proposto.

Al fine dell'approvazione del Piano della caratterizzazione l'autorità competente valuta la qualità delle informazioni e dei dati relativi al sito. Questa valutazione si basa su analisi, elaborazione e valutazione delle informazioni e dei dati presentati nel Piano, sintetizzati nella formulazione del modello concettuale del sito e deve definire:

- la completezza di materiali, cartografia, dati, fatti e conoscenze raccolti;
- se, in base alle informazioni messe a disposizione, è stato fornito un adeguato modello concettuale del sito;
- il potenziale di contaminazione derivante dagli usi che hanno insistito sul sito;
- la necessità di integrare le informazioni specifiche per il sito con la descrizione del territorio in termini di componenti ambientali e caratteristiche urbanistiche, ai fini di stabilire la possibilità di migrazione della contaminazione, le vie di esposizione, per la popolazione la vicinanza dei bersagli e l'urgenza degli interventi di bonifica;
- se il piano di monitoraggio e analisi proposto è adeguato agli obiettivi di caratterizzazione della contaminazione necessaria a stabilire tutti gli interventi atti a proteggere l'ambiente e la salute pubblica.

Questa valutazione preliminare si conclude con la decisione dell'autorità competente in merito alla necessità di:

- approfondire le indagini, per quanto riguarda la raccolta di ulteriori informazioni, documenti o materiali, o di un approfondimento nella descrizione del sito in esame o dell'area da esso influenzata;
- attuare ulteriori interventi di messa in sicurezza d'emergenza per limitare l'impatto del sito sull'ambiente e il rischio per la salute pubblica.

A seguito dell'approvazione del Piano della caratterizzazione, il responsabile esegue le indagini, i campionamenti e le analisi approvate per l'investigazione iniziale.



8.5.1.6. Investigazione Iniziale

Nel rispetto dei criteri, dei vincoli, delle integrazioni e delle indicazioni stabilite dall'autorità competente con l'approvazione del Piano della caratterizzazione, il responsabile dovrà:

- eseguire il campionamento, le indagini previste, e le analisi;
- valutare i risultati delle analisi e di ogni tipo di indagine;
- realizzare la mappatura dell'estensione e del grado della contaminazione per le principali sostanze contaminanti o per rifiuti eventualmente interrati, con la indicazione dei ricettori potenziali od attuali dell'inquinamento;
- evidenziare le vie di migrazione degli inquinanti dal sito alle diverse matrici ambientali e le vie di esposizione attraverso le quali i bersagli possono essere raggiunti;

La Relazione Descrittiva delle attività di investigazione iniziale deve contenere almeno:

- Risultati delle attività del piano di campionamento ed analisi, con indicazione delle eventuali non conformità ed azioni correttive effettuate rispetto a quanto approvato dall'autorità competente;
- Descrizione dei risultati delle eventuali indagini geognostiche, geofisiche e delle stratigrafie dei carotaggi prelevati durante il campionamento e verifica di congruenza con la descrizione idrogeologica del sito;
- Descrizione dei risultati di ogni altra indagine, di tipo ,diretto o indiretto, svolta su altre componenti ambientali del sito e dell'area interessata;
- Descrizione del tipo e grado di inquinamento, per ognuna delle sostanze analizzate, per ogni componente ambientale rilevante. Descrizione dei metodi adottati per definire estensione e grado dell'inquinamento;

Gli Elaborati da allegare alla relazione delle attività di investigazione iniziale comprendono:



- Risultati delle indagini geognostiche, geofisiche e di ogni altro tipo di indagine o campionamento svolti sul sito e nell'area interessata (preferibilmente 1: 500 - 1: 1.000);
- Risultati delle analisi di laboratorio;
- Mappatura dell'inquinamento di suolo, sottosuolo, materiali inerti o di riporto e acque di falda, con individuazione del pennacchio di contaminazione e dei punti a maggior concentrazione (preferibilmente 1: 500 - 1: 1.000), per tutta la profondità interessata dai fenomeni di inquinamento;
- Mappatura dell'inquinamento di ogni altra componente ambientale, quali acque superficiali, polveri (preferibilmente 1: 500 - 1: 1.000).

8.5.2 Progetto Preliminare

Il Progetto preliminare presenta e valuta le investigazioni e analisi svolte per caratterizzare il sito e l'ambiente da questo influenzato; definisce qualitativamente gli obiettivi per la bonifica e ripristino ambientale o per la messa in sicurezza permanente da raggiungere nella specifica situazione ambientale e territoriale con esplicito riferimento ai vincoli normativi e alla destinazione d'uso prevista per il sito dagli strumenti urbanistici; analizza e seleziona le migliori tecnologie di bonifica che possono essere adottate per il sito in esame; indica compiutamente gli interventi e i lavori da realizzare in base alla tecnologia individuata per:

- 1) la bonifica, al fine di raggiungere i valori di concentrazione limite accettabili o le concentrazioni residue specifiche per il sito in funzione della destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici,
- 2) la messa in sicurezza permanente; definisce compiutamente gli interventi e i lavori da realizzare per eseguire e garantire la manutenzione delle misure di sicurezza e degli strumenti di controllo; contiene, ove previsto, lo studio per la Valutazione di Impatto Ambientale.

Le indagini, i prelievi 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. Nel caso che l'autorità competente autorizzi la presentazione della



progettazione definitiva per Fasi, il Progetto preliminare deve presentare le suddette caratteristiche per ogni singola Fase per cui verrà presentato un Progetto definitivo. In particolare deve individuare compiutamente per ogni Fase gli interventi e i lavori da realizzare in base alla tecnologia selezionata per:

- 1) raggiungere i valori di concentrazione limite accettabili o le concentrazioni residue specifiche per il sito relative alla destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici;
- 2) garantire l'efficienza della messa in sicurezza permanente.

Il Progetto preliminare deve descrivere dettagliatamente le relazioni tra le diverse sezioni progettuali, sia in termini tecnologici che temporali e spaziali e si articola nelle seguenti sezioni:

- a) Analisi dei livelli di inquinamento;
- b) Eventuale investigazione di dettaglio;
- c) Analisi delle possibili tecnologie adottabili e delle concentrazioni residue raggiungibili;
- d) Analisi del rischio specifica per il sito;
- e) Descrizione delle tecnologie di bonifica e ripristino ambientale e delle misure di sicurezza da adottare e dei relativi interventi;
- f) Test per verificare nel sito specifico l'efficacia degli interventi di bonifica proposti
- g) Compatibilità di impatto ambientale degli interventi;
- h) Progettazione per Fasi.

8.5.2.1 Analisi dei livelli di inquinamento

La comparazione delle concentrazioni rilevate nel sito con i valori di concentrazione limite accettabili per la specifica destinazione d'uso prevista, stabiliti nell'allegato 1 del D.M. 471/99, deve permettere di definire nel dettaglio l'estensione e il grado dell'inquinamento ed individuare le aree e i volumi di suolo, di sottosuolo, le porzioni di acque sotterranee e superficiali o i volumi di altri materiali a cui applicare i trattamenti di bonifica o gli interventi di messa in sicurezza permanente. Tale comparazione deve inoltre: individuare l'estensione dei volumi di suolo a maggiore contaminazione (focolai), per permettere di



proporre interventi di bonifica diversificati in dipendenza del tipo e del grado di inquinamento; definire quali sono gli acquiferi interessati direttamente dalla contaminazione delle acque sotterranee; definire l'estensione della migrazione e gli effetti sulle acque sotterranee e superficiali e sulle matrici ambientali interessate.

Sulla base di:

- tipo, grado ed estensione della contaminazione;
- vie di migrazione individuate e dei percorsi di esposizione effettivamente definiti per il sito e l'area in esame;
- presenza e localizzazione dei bersagli.

viene formulato il progetto preliminare nel quale, in base alla tipologia di intervento, sono definiti:

- i volumi di suolo, sottosuolo e altri materiali inquinati sui cui procedere con i diversi interventi di bonifica al fine di raggiungere i valori di concentrazione limite accettabili;
- i volumi di suolo, sottosuolo e altri materiali inquinati sui cui procedere con i diversi interventi di bonifica al fine di raggiungere i valori di concentrazione residui accettabili e le misure di sicurezza da adottare nel caso specifico;
- i volumi dei rifiuti stoccati a cui applicare le misure di sicurezza permanente e l'estensione delle matrici ambientali (in particolare suolo, sottosuolo, acque sotterranee e acque superficiali, atmosfera) influenzate dall'inquinamento prodotto dai rifiuti stoccati a cui applicare gli interventi di bonifica e le eventuali misure di sicurezza.

8.5.2.2 Eventuale investigazione di dettaglio

L'investigazione di dettaglio si rende necessaria nel caso in cui, per stimare esaurientemente il rischio all'ambiente e alla salute pubblica posto dal sito in esame, l'autorità competente ritenga necessario un approfondimento relativo alla estensione e migrazione della contaminazione. In questo caso vengono richiesti al responsabile del



progetto ulteriori campionamenti, analisi o indagini, per quantificare con maggior precisione il grado e l'estensione dell'inquinamento del suolo e di tutte le altre componenti ambientali rilevanti e definire l'effettiva migrazione degli inquinanti. La localizzazione dei punti di prelievo potrà variare, il numero dei punti di campionamento essere intensificato, la lista delle sostanze da analizzare essere modificata ed estesa.

8.5.2.3 Analisi delle possibili tecnologie adottabili per la bonifica, la messa in sicurezza permanente, il raggiungimento delle concentrazioni residue nel sito e nell'area interessata dall'inquinamento del sito

In base a tipo, grado ed estensione dell'inquinamento rilevato per il sito, del tipo e volume dei rifiuti stoccati, delle caratteristiche dell'ambiente naturale e costruito influenzato dall'inquinamento viene formulato il Modello Concettuale Definitivo del sito in esame. Sulla base di questa formulazione vengono prese in esame:

- le diverse tecniche di bonifica che possono essere adottate per ridurre le concentrazioni nel suolo, nel sottosuolo, nei materiali inerti o di riporto, nelle acque sotterranee e superficiali ai valori di concentrazione limite accettabili per la destinazione d'uso prevista per il sito;
- le tecniche adottabili per raggiungere nel suolo, nel sottosuolo, nei materiali inerti o di riporto, nelle acque sotterranee o superficiali concentrazioni residue definite con le metodologie di analisi del rischio;
- le tecniche adottabili per realizzare la messa in sicurezza permanente;
- le diverse misure di sicurezza adottabili nel sito in esame;
- i controlli da effettuare durante e al termine degli interventi per proteggere l'ambiente e la salute pubblica.



L'analisi delle tecnologie deve essere basata su una esaustiva rassegna delle soluzioni adottate in casi simili sia a livello nazionale che internazionale per definire in che modo possono essere rispettati i criteri stabiliti nell'allegato 3. del D.M. 471/99.

Il progetto preliminare deve illustrare nel dettaglio:

- le possibilità di disinquinamento presentate dalle diverse tecniche e metodologie di bonifica, analizzandone specificamente la validità per le caratteristiche pedologiche, geologiche, idrogeologiche, ambientali e chimico-fisiche proprie del sito in esame;
- il grado di protezione della salute pubblica e dell'ambiente ottenuto con le diverse tecniche di messa in sicurezza permanente.

Il progetto preliminare deve definire nel dettaglio in che modo la tecnica proposta è fattibile nelle condizioni specifiche del sito. Nel caso il progetto preliminare dimostri che non è possibile con le migliori tecnologie di bonifica disponibili raggiungere per le matrici ambientali i valori di concentrazione limite accettabili per l'uso specifico del sito, è necessario dichiarare esplicitamente quali sono i valori di concentrazione residui in suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali che gli interventi garantiscono di raggiungere.

Nel caso il progetto preliminare dimostri che non è possibile con le migliori tecnologie di messa in sicurezza permanente disponibili raggiungere per le matrici ambientali influenzate dall'inquinamento del sito i valori di concentrazione limite accettabili per l'uso specifico dell'area, è necessario dichiarare esplicitamente quali sono i valori di concentrazione residui in suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali che gli interventi di bonifica per l'area circostante garantiscono di raggiungere.

La rassegna delle tecniche di bonifica/messa in sicurezza permanente adottabili nel caso specifico deve essere corredata da una analisi dei costi degli interventi, comprensiva dei costi delle misure di sicurezza e dei controlli da adottare durante gli interventi di bonifica, che permetta di valutare la fattibilità economica dei diversi interventi.

I valori di concentrazione residui proposti per ogni sostanza al termine sia degli interventi di bonifica con misure di sicurezza che degli interventi di messa in sicurezza permanente devono essere sottoposti a valutazione mediante una metodologia di analisi



del rischio che dimostri che le concentrazioni residue al termine degli interventi non costituiscono un rischio per la salute pubblica e le diverse matrici ambientali, considerate tutte le possibili vie di esposizione attive per il sito in esame.

8.5.2.4 Analisi di rischio specifica

Con il termine Analisi di Rischio si riassumono tutte le indagini e le valutazioni necessarie a stabilire il rischio posto da uno specifico sito sospetto di inquinamento alla salute pubblica e all'ambiente naturale e costruito; la stima deve essere condotta sia per le condizioni attuali che per le variazioni più probabili di tali condizioni nel futuro.

Per ogni specifico sito questa metodologia consiste nella previsione dei modi e tempi in cui l'inquinamento presente nel sito potrà raggiungere la popolazione e le componenti ambientali dell'area interessata, cioè nella specifica individuazione:

- dei ricettori che possono essere raggiunti dalla contaminazione;
- dei percorsi di migrazione attivi per le sostanze contaminanti;
- delle vie di esposizione attive per il sito in esame.

Qualunque metodologia di analisi del rischio adottata nella redazione del progetto definitivo dovrà portare all'esplicitazione di:

- Sorgenti della contaminazione, tra cui:
 - lista e concentrazione dei contaminanti presenti nel suolo;
 - caratteristiche chimico-fisiche, biologiche, degradabilità chimica e biologica e tossicità delle sostanze presenti;
 - volume di suolo contaminato;
 - volume di materiali di altro tipo contaminati;
 - tipologia e volume di rifiuti presenti, in superficie o interrati.



L'analisi del rischio dovrà essere condotta almeno per tutte le sostanze che per concentrazione o caratteristiche chimico-fisiche e biologiche presentano il maggior rischio.

- Veicoli: le componenti ambientali attraverso le quali avviene la migrazione della contaminazione, quali:
 - acque sotterranee e superficiali,
 - atmosfera;
 - vapori nel suolo;
 - polveri;
 - definizione dei fattori che influenzano la migrazione degli inquinanti (litologia, idrogeologia, idrologia).
- Modalità di esposizione, tra cui:
 - inquinamento acque sotterranee e superficiali;
 - inalazione di vapori dal suolo;
 - contatto diretto con le sorgenti di contaminazione presenti nel sito;
 - ingestione di polveri;
 - ingestione di cibo contaminato;
 - inalazioni di vapori da acque contaminate.
- tutti i Bersagli interessati dal sito:
 - popolazione;
 - soggetti sensibili (quali scuole, ospedali);
 - lavoratori;



- operatori temporanei;
 - componenti ambientali;
 - vegetazione;
 - animali e altri organismi viventi.
-
- Stima della concentrazione e delle dosi di assunzione nei punti di esposizione per la popolazione, per bersagli sensibili e calcolo dell'esposizione per i bersagli ambientali individuati; valutazione dell'impatto relativamente ad altre fonti di contaminazione;
 - Calcolo del rischio.

La metodologia di analisi del rischio adottata deve essere chiaramente esplicitata nel Progetto preliminare; ogni assunto effettuato nella stima del rischio, ad esempio tossicità delle sostanze considerate, e nella migrazione delle contaminazione (quali permeabilità del suolo, caratteristiche idrogeologiche) deve essere indicato esplicitamente.

In considerazione dell'estensione dell'inquinamento, del volume dei rifiuti stoccati, dei fenomeni di migrazione degli inquinanti, della rilevanza del danno ambientale e del rischio per la salute pubblica, potrà essere richiesta per l'analisi del rischio di contaminazione delle componenti ambientali rilevanti per l'area in esame, l'utilizzazione di modelli matematici (approvati o validati da organismi/Enti riconosciuti), che permettano di stimare le modalità del trasporto di sostanze contaminanti e gli andamenti temporali della migrazione nel suolo, sottosuolo e negli acquiferi interessati, e l'efficacia degli interventi di bonifica e ripristino ambientale e delle misure di sicurezza nel modificare i fenomeni di trasporto e migrazione.

In particolare, nel caso di adozione di tecnologie di Messa in sicurezza permanente, l'utilizzazione di modelli matematici che definiscano nel dettaglio le caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito e dell'area interessata diviene un requisito essenziale di qualità della progettazione.



Il fine di quanto sopra, è la stima dettagliata del rischio posto alla salute pubblica e all'ambiente dalle concentrazioni residue in suolo e sottosuolo proposte per gli interventi di bonifica e ripristino ambientale con misure di sicurezza e per gli interventi di Messa in sicurezza permanente.

Questa stima deve essere effettuata considerando tutti i possibili effetti sulla salute pubblica, sull'ambiente naturale e costruito ed esplicitando i rischi posti in essere dall'inquinamento presente nel sito.

8.5.2.5 Criteri per lo svolgimento dell'Analisi di rischio

L'analisi di rischio è basata sulla caratterizzazione e sul Modello Concettuale del sito definiti nelle sezioni precedenti; la migrazione degli inquinanti è stimata sulla base dei risultati delle indagini e delle analisi condotte nell'indagine iniziale e nell'eventuale indagine di dettaglio;

- durante la caratterizzazione del sito potrà rendersi necessario ottenere i valori, specifici per il sito in esame, dei seguenti parametri:
 - contenuto d'acqua dei diversi livelli litologici incontrati;
 - porosità efficace;
 - densità secca;
 - spessore della copertura di suolo e dello strato non saturo; pedologia;
 - frazione di carbonio organico dello strato insaturo;
 - capacità di scambio cationico, pH dei terreni;
 - distribuzione granulometrica degli strati principali dal punto di vista idrogeologico;
 - permeabilità, dispersività e conducibilità idraulica delle zone sature; gradiente idraulico; direzione del flusso;



- infiltrazione efficace;
- spessore dei diversi acquiferi;
- velocità e frequenza dei venti.

Qualora non fosse possibile ottenere misure dirette, questi valori dovranno essere assunti sulla base dei valori ricavati per aree limitrofe o valori di letteratura rappresentativi di situazioni omologhe.

Dati importanti (ottenibili in banche dati riconosciute dall'autorità competente) nella definizione del comportamento nell'ambiente delle sostanze investigate sono:

- solubilità;
- coefficiente di diffusione in aria e acqua;
- peso molecolare;
- costante della legge di Henry;
- pressione di vapore;
- coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua;
- coefficiente di ripartizione nella sostanza organica (K_{oc}) e coefficiente di assorbimento alle superfici solide (K_d);
- coefficienti di degradabilità chimica e biologica;
- densità e viscosità per i contaminanti presenti in fase separata da quella acquosa.

Inoltre:

- L'analisi del rischio dovrà essere svolta considerando gli usi attuali e possibili nel futuro, delle diverse componenti ambientali, sulla base della destinazione d'uso prevista per il sito;



- assieme all'identificazione delle vie di migrazione ed esposizione dei bersagli realmente attive nel sito e nell'area circostante devono essere definiti la frequenza (gg/anno) dell'esposizione all'inquinamento per ciascun ricettore individuato e i parametri specifici per il sito, quali frazioni corporee esposte e tempi di esposizione;
- l'obiettivo della valutazione delle concentrazioni nei punti di esposizione è la stima conservativa della concentrazione aritmetica media a cui è esposto un ricettore, per un preciso punto di esposizione e per un determinato periodo di esposizione. Tale identificazione potrà essere di tipo probabilistico, usando ad esempio la distribuzione (95° percentile, anche lognormale) delle concentrazioni nei punti di esposizione, invece della media aritmetica, in funzione dei dati disponibili.
- Le concentrazioni nei punti di esposizione saranno valutate con appositi modelli di trasporto e degradazione degli inquinanti, validati e ampiamente utilizzati per tali elaborazioni; i modelli utilizzati dovranno essere chiaramente documentati. Si sottolinea che, nell'esecuzione dell'analisi del rischio, al momento di assegnare un valore ai diversi parametri che intervengono nel calcolo dovrà essere adottato il principio del caso peggiore, che assicura una scelta cautelativa, a favore dell'ambiente e della salute umana;
- la stima delle concentrazioni di esposizione dei ricettori permette di definire il rischio posto per essi dal sito e di valutare l'accettabilità dei valori di concentrazione residui proposti per il sito, sulla base della individuazione delle migliori tecnologie disponibili applicabili per il disinquinamento del sito.
- Gli effetti potenziali posti dalle diverse sostanze sono suddivisi in carcinogeni e non-carcinogeni; i primi sono quantificati mediante la stima della probabilità (o rischio) di contrarre il cancro, mentre gli effetti non-cancerogeni (cronici, sub-cronici o acuti) sono quantificati attraverso la stima dell'indice di pericolo ("hazard index"). I rischi carcinogenici vengono definiti come la probabilità incrementale che un individuo contragga il cancro durante la vita a causa dell'esposizione ad un potenziale agente carcinogeno; il rischio calcolato è basato sul concetto di "massima esposizione possibile", conservativo e protettivo per la salute. Vengono di seguito fornite tra fasce



di giudizio relative al rischio carcinogenico, derivate da valori forniti in letteratura per casi reali di applicazione dell'analisi del rischio:

- rischio $R < 1 \times 10^{-6}$ (il rischio incrementale è per un individuo su un 1.000.000) viene considerato nullo o insignificante e non viene intrapresa alcuna azione di bonifica;
- rischio compreso tra 1×10^{-6} e 10^{-4} (da 1/1.000.000 a 1/10.000) necessità di azioni di bonifica da valutare caso per caso; iii) rischio $R > 1 \times 10^{-4}$ (1/10.000), azione di bonifica sicuramente necessaria, per riportare il valore di rischio entro l'intervallo di accettabilità.
- I potenziali effetti non-carcinogenici vengono valutati con il calcolo dell'indice di Rischio cronico; per ciascun composto di interesse e via di esposizione, l'indice di rischio cronico viene espresso come il rapporto tra l'immissione e la dose di riferimento. La dose di riferimento costituisce il valore limite di immissione conservativamente indicato e deve risultare superiore alla dose effettivamente immessa (infatti l'indice di rischio deve essere < 1), in modo da non avere possibilità di effetti avversi per la salute umana; la dose di riferimento è un valore limite e non quantifica direttamente il rapporto tra dose immessa ed effetto sulla salute.
- Quando si considera più di un composto di interesse e più di un mezzo di immissione, l'indice di rischio è espresso come sommatoria dei rapporti tra immissione e dose di riferimento; il rischio risultante deve essere < 1 .

8.5.2.6 Descrizione delle tecnologie di bonifica e ripristino ambientale, delle tecnologie per la messa in sicurezza permanente e delle misure di sicurezza da adottare

In questa sezione vengono riassunti gli elementi tecnici ed economici su cui si basa la selezione della tecnologia, o tecnologie, più adatta alla bonifica del sito o alla messa in sicurezza permanente. In particolare sono individuate le specificità e caratteristiche del sito che hanno portato a definire la più elevata efficacia di una tecnologia rispetto ad altre.



Il progetto preliminare dovrà dimostrare per il sito in esame e per l'area influenzata dall'inquinamento l'efficacia della tecnologia proposta per il raggiungimento dei valori di concentrazione limite accettabili indicati nelle tabelle dell'allegato 1 al D.M. 471/99, in caso di bonifica e ripristino ambientale, o dei valori di concentrazione residui valutati sulla base della metodologia di analisi del rischio nel caso in cui gli interventi di bonifica e ripristino ambientale o di Messa in sicurezza permanente siano accompagnati da misure di sicurezza.

Il progetto preliminare dovrà descrivere compiutamente le tecnologie di bonifica e ripristino ambientale, le tecnologie di messa in sicurezza permanente, le misure di sicurezza e i relativi interventi da adottare nel sito e nell'area interessata dall'inquinamento affinché il sito venga destinato all'uso previsto, in particolare:

- selezione della tecnologia di bonifica da adottare sulla base di diversi criteri:
 - obiettivi fissati per la bonifica e ripristino ambientale;
 - obiettivi degli interventi di messa in sicurezza permanente;
 - interventi e lavori da eseguire;
 - realizzabilità tecnica degli interventi in generale e nel sito in esame;
 - tempi degli interventi;
 - impatto sull'ambiente circostante;
 - analisi costi/benefici.
- descrizione di come è in grado, in riferimento alle norme in vigore o alle conoscenze tecnico- scientifiche, di ridurre con l'adozione di misure di sicurezza il rischio posto per l'uso previsto del sito, dall'inquinamento residuo;
- interventi e lavori da eseguire per mettere in opera le misure di sicurezza;
- tempi degli interventi;
- piano di manutenzione delle opere;
- piano di monitoraggio e controllo per la verifica delle previsioni dell'analisi del rischio relativamente agli effetti sulla salute pubblica e sull'ambiente delle concentrazioni residue nel sito e nell'area interessata dall'inquinamento del sito.



8.5.2.7 Test per verificare nel sito specifico l'efficacia degli interventi di bonifica e di messa in sicurezza permanente proposti

Potrà rendersi necessario verificare l'efficacia delle tecnologie di bonifica di suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali da adottare nel caso in esame.

Il giudizio su di una particolare tecnologia di bonifica potrà richiedere, oltre alla valutazione della letteratura tecnico-scientifica a riguardo, la realizzazione di sperimentazioni di laboratorio, in condizioni simili a quelle definite per il sito, che permettano di valutare l'efficacia del disinquinamento e di stimare i tempi di realizzazione degli interventi nel caso in esame.

Nel caso di messa in sicurezza permanente potranno essere richiesti test di laboratorio o di campo che permettano di verificare le caratteristiche chimiche e fisiche dei materiali e delle strutture impiegati per il contenimento dei rifiuti stoccati, quali:

- test di permeabilità dei materiali impiegati;
- test di resistenza dei materiali alle sostanze contaminanti presenti nei rifiuti stoccati.

La sperimentazione potrà continuare anche durante la redazione del progetto definitivo e i suoi risultati dovranno essere resi disponibili per l'autorità competente, per le successive sezioni di progettazione e realizzazione degli interventi.

8.5.2.8 Compatibilità ambientale degli interventi

Il progetto preliminare deve contenere la definizione dell'impatto che gli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di messa in sicurezza e le misure di sicurezza hanno sull'ambiente circostante e sulla salute pubblica; questa analisi deve comprendere gli effetti generati dal trasporto dei materiali prelevati del sito e dalle attività impiantistiche di supporto agli interventi di bonifica svolti sul sito.



8.5.2.9 Progettazione per Fasi

Al fine dell'approvazione da parte dell'autorità competente della presentazione per Fasi dei progetti definitivi, il Progetto preliminare deve motivare dettagliatamente dal punto di vista tecnico, di sicurezza ambientale e di tutela della salute pubblica la richiesta di modifica progettuale.

Le sezioni progettuali precedentemente definite devono a tal fine individuare le tecnologie proposte per ogni Progetto Definitivo di Fase.

La tecnologie proposte per ogni singolo Progetto definitivo di Fase devono essere valutate in considerazione degli interventi svolti nelle aree adiacenti; l'analisi del rischio deve essere condotta sia per ogni subarea progettuale che per l'assieme degli interventi proposti.

La progettazione per fasi può riguardare interventi di bonifica che si succedono temporalmente sulla medesima area. In tale caso a seguito della realizzazione degli interventi di bonifica previsti da una fase deve essere presentato ed approvato un ulteriore progetto definitivo per la fase successiva che dettagli gli interventi integrativi da realizzare per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica.

La progettazione deve chiaramente esplicitare la tempistica complessiva, le relazioni tra i diversi interventi e i piani gestionale dell'assieme degli interventi.

8.5.2.10 Relazione tecnica descrittiva

La relazione descrittiva del progetto preliminare deve contenere almeno:

- a. Risultati delle attività del piano di campionamento ed analisi con indicazione delle non conformità ed azioni correttive attuate in rapporto a quanto approvato dall'autorità competente.



- b. Descrizione di eventuali indagini geofisiche, geognostiche e delle stratigrafie dei carotaggi prelevati durante il campionamento e verifica di congruenza con la descrizione idrogeologica del sito.
- c. Descrizione di ogni altra indagine, di tipo diretto o indiretto, svolta su altre componenti ambientali del sito e dell'area interessata
- d. Descrizione del tipo e grado di inquinamento, per ognuna delle principali sostanze rilevate. Descrizione dei metodi adottati per definire estensione e grado dell'inquinamento.
- e. Aggiornamento della indagine storica concernente le attività e/o cause che hanno prodotto l'inquinamento.
- f. Obiettivi generali degli interventi di bonifica e ripristino ambientale in relazione alle caratteristiche del sito, dell'ambiente e del territorio circostanti
- g. Rassegna delle tecnologie di bonifica e di messa in sicurezza permanente adottate a livello nazionale o internazionale per tipologie di inquinamento simili a quelle del caso in esame; rassegna della letteratura tecnico-scientifica
- h. Definizione della validità ed efficacia delle medesime tecnologie se applicate nel sito in esame
- i. Normativa di riferimento in relazione alle varie attività previste per gli interventi di bonifica e ripristino ambientale.
- j. Risultati di una eventuale sperimentazione di laboratorio.
- k. Descrizione di eventuali altre tecnologie innovative e verifica di applicabilità al caso specifico e descrizione di eventuale impianto pilota o test di laboratorio
- l. Definizione delle concentrazioni residue raggiungibili nel suolo e sottosuolo con le diverse tecnologie applicabili per il sito e per l'area influenzata dall'inquinamento del sito.



- m. Descrizione dettagliata della metodologia di analisi del rischio adottata per il sito. Valutazione delle concentrazioni residue e risultati dell'analisi di rischio in termini di protezione della salute pubblica e dell'ambiente
- n. Scelta e descrizione dettagliata della/e tecnologia/e da applicare al sito in esame, descrizione degli specifici obiettivi di bonifica e di messa in sicurezza permanente e dei criteri utilizzati per le scelte progettuali. Nel caso in cui le concentrazioni residue risultino superiori ai limiti di accettabilità previsti per la specifica destinazione d'uso, è necessario descrivere le misure di sicurezza da adottare nel sito e nell'area da questo influenzata.
- o. Descrizione dettagliata degli interventi da eseguire per la bonifica e ripristino ambientale, la messa in sicurezza permanente e l'adozione delle misure di sicurezza (quali: attività di cantiere, macchinari impiegati; impianti previsti, disposizione pozzi o piezometri,); calcoli preliminari delle strutture e degli impianti previsti; computo metrico estimativo, programma generale e temporale degli interventi durante gli interventi e al termine degli stessi.
- p. Descrizione dei flussi di materiali contaminati prodotti dagli interventi di bonifica e di messa in sicurezza permanente: volumi, tipologie del trattamento, necessità di trasporto, località e impianti di smaltimento o trattamento
- q. Definizione dei criteri di garanzia della qualità degli interventi e delle misure da attuare.
- r. Eseguitività di eventuali interventi di messa in sicurezza da attuare nel corso delle attività di bonifica
- s. Controlli e analisi da effettuare nel corso degli interventi di bonifica e ripristino ambientale e di messa in sicurezza permanente e al termine degli interventi
- t. Criteri di accettazione dei risultati degli interventi di bonifica e ripristino ambientale e di messa in sicurezza permanente



- u. Analisi della compatibilità ambientale e definizione degli interventi da adottare per la protezione dell'ambiente e della popolazione
- v. Qualora richiesta, relazione di Valutazione di Impatto Ambientale degli interventi
- w. Nel caso di progettazione per Fasi come, la tempistica relativa degli interventi, i piani gestionali dell'insieme degli interventi.

8.5.2.11 Elaborati di progetto

- 1) Risultati delle indagini geofisiche e geognostiche (preferibilmente 1:500-1:1.000)
- 2) Risultati delle analisi di laboratorio, (preferibilmente 1:500-1:1.000)
- 3) Mappatura dell'inquinamento presente nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque di falda, con individuazione del pennacchio di contaminazione e delle aree a maggior concentrazione (focolai), (preferibilmente 1:500-1:1.000), per tutta la profondità interessata dai fenomeni di inquinamento.
- 4) Mappatura dell'inquinamento di ogni altra componente ambientale, quali acque superficiali, polveri, (preferibilmente 1:500 - 1:1.000)
- 5) Schema degli interventi di messa in sicurezza temporanei da attuare nel corso delle attività di bonifica.
- 6) Schemi preliminari di sistemazione cantiere, (preferibilmente 1:500)
- 7) Schemi preliminari di tutti gli interventi ed impianti di bonifica, di ripristino ambientale, di messa in sicurezza permanente e delle misure di sicurezza, (preferibilmente 1:1.000)
- 8) Schemi preliminari del trattamento dei materiali contaminati prodotti dagli interventi
- 9) Piano preliminare di gestione degli interventi
- 10) Computo metrico estimativo



11) Norme di qualità adottate per gli interventi

8.5.3 Progetto Definitivo e progetti definitivi per fasi

Il progetto definitivo determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare ed il relativo costo previsto, deve essere sviluppato ad un livello di definizione tale da consentire che ogni elemento sia identificabile in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo; è corredato da un piano di manutenzione delle opere di bonifica, di messa in sicurezza permanente, di ripristino ambientale, di un piano di manutenzione delle misure di sicurezza e degli strumenti di controllo. Definisce inoltre gli interventi necessari ad attuare le eventuali prescrizioni e limitazioni all'uso del sito richieste dall'autorità competente e si articola nelle seguenti sezioni:

- 1) Descrizione di dettaglio della tecnologia scelta e degli interventi proposti;
- 2) Interventi da realizzare per l'attuazione delle prescrizioni e delle limitazioni all'uso del sito;
- 3) Piano dei controlli e monitoraggi post-operam.

8.5.3.1 Descrizione di dettaglio della tecnologia scelta e dei requisiti da adottare per gli interventi proposti

Il progetto definitivo determina in ogni dettaglio gli interventi da realizzare per le tecnologie di bonifica e ripristino ambientale e la messa in sicurezza permanente adottate nel sito e le eventuali misure di sicurezza ed il relativo costo previsto.

Il progetto definitivo definisce nel dettaglio anche il piano di investigazione post-operam, gli interventi necessari per verificare le stime dell'analisi del rischio e garantire la protezione della salute pubblica, dell'ambiente naturale e del territorio urbanizzato su cui potrebbe esercitarsi l'impatto del sito.

Il progetto definitivo dovrà indicare nel dettaglio le misure e azioni con cui verrà verificata l'efficacia degli interventi proposti. L'efficacia degli interventi potrà essere verificata mediante i seguenti criteri:

- raggiungimento nel suolo dei valori di concentrazione limite accettabili indicati nell'allegato 1 del D.M. 471/99;



- raggiungimento nel suolo delle concentrazioni residue indicate mediante analisi di rischio come obiettivo dei progetti accompagnati da misure di sicurezza;
- isolamento dei rifiuti stoccati dalle matrici ambientali e contenimento della migrazione dell'inquinamento;
- controllo delle stime effettuate con l'analisi di rischio per quanto riguarda la migrazione delle sostanze inquinanti e la protezione dei bersagli individuati;
- campionamento, analisi e controllo nel tempo della qualità delle altre componenti ambientali, quali acque sotterranee;
- stabilità nel tempo e qualità degli interventi realizzati di bonifica e ripristino ambientale e di messa in sicurezza permanente e delle misure di sicurezza.

8.5.3.2 Interventi da realizzare per l'attuazione delle prescrizioni e delle limitazioni all'uso del sito

Il progetto definitivo deve descrivere nel dettaglio gli interventi che si rendono necessari per attuare le prescrizioni definite dall'autorità competente qualora siano state approvate per suolo e sottosuolo concentrazioni residue superiori ai valori di concentrazione limite accettabili stabiliti dall'allegato 1 del D.M. 471/99 e si debbano adottare misure di sicurezza.

Devono inoltre essere riportate le limitazioni d'uso richieste per la destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici per il sito; queste indicazioni devono essere mantenute nei successivi progetti di edificabilità.

8.5.3.3 Piano dei controlli post-operam

Il collaudo dell'intervento dovrà valutare la rispondenza tra il progetto definitivo e la sua realizzazione in termini di sistemi, tecnologie, strumenti e mezzi utilizzati per la bonifica e il ripristino ambientale, per la messa in sicurezza permanente e per le misure di sicurezza, sia durante la loro esecuzione che al termine delle attività mediante un monitoraggio post-operam.

I controlli da eseguire per la verifica dei risultati dell'intervento di bonifica dovranno riguardare tutte le diverse matrici ambientali interessate dal fenomeno di inquinamento.



Le procedure di controllo dovranno essere incluse nella progettazione dell'intervento e dovranno indicare le modalità ed i tempi di esecuzione dei controlli, gli standard analitici da utilizzare, le modalità di rappresentazione dei risultati.

Come elemento di giudizio finale verrà prodotta dalla Provincia una certificazione di avvenuta bonifica e ripristino ambientale o di avvenuta messa in sicurezza permanente. La certificazione conterrà anche i risultati del controllo delle misure di sicurezza, mediante osservazione dei risultati ottenuti dal monitoraggio e controllo, in termini di concentrazioni degli inquinanti utilizzati, degli obiettivi della bonifica e ripristino ambientale e di protezione della salute pubblica e dell'ambiente.

8.5.3.4 Relazione tecnica descrittiva

La relazione descrittiva del progetto definitivo deve contenere almeno:

- Definizione in ogni dettaglio degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, degli interventi di messa in sicurezza permanente e delle misure di sicurezza, e congruenza con le eventuali attività e/o processi in corso nell'area;
- Piano temporale e piano di gestione degli interventi;
- Calcoli e dimensionamento dei principali impianti e strutture;
- Costo previsto per gli interventi; computo metrico estimativo ed elenco dei prezzi unitari;
- Criteri di protezione dei lavoratori e della popolazione;
- Dettaglio dei controlli da attivare post-operam per verificare il raggiungimento degli obiettivi di bonifica;
- Dettaglio delle azioni e degli interventi da eseguire per garantire il raggiungimento dei risultati degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di messa in sicurezza permanente e delle misure di sicurezza;
- Piano dettagliato di manutenzione delle opere e delle misure di sicurezza.



8.5.3.5 Elaborati di progetto

- Schemi di dettaglio degli interventi e degli impianti per gli interventi di bonifica e ripristino ambientale e di messa in sicurezza permanente, (preferibilmente 1:500-1.000);
- Schemi di dettaglio di sistemazione cantiere, (preferibilmente 1:500-1.000);
- Schemi di dettaglio degli interventi e degli impianti per le misure di sicurezza, (preferibilmente 1:500-1.000);
- Schemi costruttivi di dettaglio dei sistemi di messa in sicurezza da realizzare durante gli interventi, (preferibilmente 1:500-1.000);
- Risultati delle analisi di laboratorio condotte durante gli interventi o al termine delle esecuzione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale;
- Schemi dei controlli da attuare nel corso delle attività di bonifica e/o durante l'installazione delle misure di sicurezza;
- Piano di gestione dei materiali, suolo, acqua, rifiuti, prodotti durante le attività di bonifica e ripristino ambientale;
- Schemi dei controlli post-operam.

9 SITI DI INTERESSE NAZIONALE

Gli interventi di interesse nazionale sono individuabili in relazione alle caratteristiche del sito inquinato, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti nel sito medesimo, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante al sito inquinato in termini di rischio sanitario ed ecologico nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali secondo i seguenti principi e criteri direttivi, ai sensi dell'articolo 18, comma 1, lettera n), del Dlgs 5 febbraio 1997, n. 22:

- la bonifica riguardi aree e territori, compresi i corpi idrici, di particolare pregio ambientale;