

ALLEGATO 2 - CRITERI GENERALI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI SITI CONTAMINATI

1 PREMESSA

La caratterizzazione del sito è costituita dalle attività che permettono di definire il modello concettuale definitivo necessario alla eventuale predisposizione ed elaborazione della analisi di rischio sito-specifica secondo i criteri riportati nell'Allegato 1, nonché, ove necessario, ad ottenere informazioni a supporto delle eventuali successive fasi di selezione e progettazione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale e di messa in sicurezza più appropriati per il sito in esame.

Per caratterizzazione di un sito si intende quindi l'intero processo costituito dalle seguenti fasi:

1. raccolta e sistematizzazione di dati e informazioni necessari a inquadrare il sito da un punto di vista territoriale, geologico, idrogeologico e di contaminazione e comunque ogni dato o informazione utile alla elaborazione del modello concettuale preliminare;
2. elaborazione del modello concettuale preliminare del sito, a supporto della predisposizione del piano di investigazione finalizzato alla definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo, delle matrici materiali di riporto e delle acque sotterranee;
3. elaborazione ed esecuzione del piano di investigazione e delle eventuali indagini integrative che potrebbero rendersi necessarie sulla base dei risultati raccolti. Ove ritenute necessarie, potranno essere effettuate indagini anche al di fuori del sito per verificare e definire la reale estensione della contaminazione;
4. elaborazione e interpretazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti ai fini della definizione e rappresentazione delle caratteristiche delle matrici ambientali indagate;
5. elaborazione del modello concettuale definitivo finalizzato all'eventuale analisi di rischio (AdR) sito specifica e/o alla progettazione degli interventi più idonei da attuare nel sito.; ove applicabile, sviluppo dell'analisi di rischio secondo i criteri riportati nell'Allegato 1.

Nella elaborazione del modello concettuale una particolare attenzione dovrà essere posta alla stima dei tempi dell'avvenuta contaminazione del sito per poter prevedere la diversa distribuzione degli inquinanti nelle fasi solida, liquida, gassosa ed eventualmente libera con specifico riferimento alle caratteristiche geologiche e idrogeologiche.

La relazione tra modello concettuale e caratterizzazione è da ritenersi dinamica, dove i risultati di quest'ultima, tenuto anche conto di eventuali fasi integrative, possono confermare o confutare il modello concettuale, anche imponendone una revisione.

2 PREDISPOSIZIONE DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

Il piano di caratterizzazione si sviluppa attraverso le fasi seguenti:

1. raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti;
2. elaborazione del modello concettuale preliminare;
3. piano di investigazione.

2.1 Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti

Dovranno essere condotti accertamenti documentali nonché sopralluoghi e ispezioni sul sito e sulle aree esterne (qualora accessibili), al fine di ottenere una sua accurata descrizione nonché, ove necessario, di un suo intorno significativo e raccogliere la documentazione necessaria ad elaborare il modello concettuale preliminare. Dovranno essere valutati i seguenti elementi:

- a. inquadramento ambientale che contribuisca ad identificare, localizzare e caratterizzare geograficamente e geologicamente il sito considerando i seguenti aspetti: territoriali (georeferenziazione, vincoli, contesto di inserimento, posizione rispetto ad aree naturali ecc.); geologici/geomorfologici (a scala regionale e di sito includendo ove possibile una stratigrafia di massima per orientare la successiva pianificazione della campagna d'indagine); idrogeologici (a scala più ampia, individuando per quanto possibile acquiferi significativi per l'area in oggetto, la presenza o meno di una o più falde, la tipologia della/e falda/e, la profondità, la soggiacenza, la direzione di flusso, lo spessore dell'acquifero ecc.); idrologici (a scala più ampia, identificando i corsi d'acqua e le loro caratteristiche); meteo-climatici (utilizzando, dove possibili, serie storiche almeno decennali elaborate su stazioni di misura il più possibile attigue all'area di studio);
- b. descrizione storica, ricostruendo l'evoluzione delle proprietà e delle attività produttive (con indicazione del periodo di riferimento e gli estremi di qualsiasi titolare di diritti reali e/o personali) e gli elementi tecnici storici e delle attività

produttive (eventualmente corredate da foto aeree del passato) con individuazione cartografica e planimetrica di eventuali centri d'interesse pregressi (aree di stoccaggio materie/rifiuti/additivi/prodotti, presenza di serbatoi interrati e fuori terra, pozzi perdenti, impianti di trattamento reflui e rifiuti, aree interessate da eventi di potenziale contaminazione ecc.), facendo riferimento, ai documenti trasmessi ai sensi dell'articolo 29-ter (s.m.i.), ove previsti.

- c. descrizione in termini di: stato attuale dei luoghi (superfici edificate/pavimentate/a verde, presenza di Materiali Contenenti Amianto, servizi fuori terra e interrati, zone inaccessibili, presenza pozzi, aree stoccaggio ecc.); inquadramento amministrativo (documenti prodotti e autorizzazioni rilasciate nell'ambito di altri procedimenti o in adempimento ad obblighi connessi ad altre normative, tra cui, ad esempio, tutta la documentazione da ultimo prodotta ai sensi dell'articolo 29-sexies, commi 9 quinquies e sexies, e s.m.i., ove applicabile); dati catastali e di destinazione d'uso; ciclo produttivo e layout del processo; produzione e distribuzione di energia (tipologie di approvvigionamento, presenza di impianti di generazione o cogenerazione di energia, tipo di combustibile utilizzato ecc.); descrizione della rete fognaria; materie prime, additivi, intermedi, prodotti dell'installazione (ubicazione e descrizione delle aree di stoccaggio, di deposito temporaneo e movimentazione ecc.); serbatoi (tipologia [fuori terra/interrati], stato [in esercizio/fuori servizio], profondità, dimensioni e volumetria, caratteristiche costruttive, certificazione di controllo periodico, tipologia di materiale stoccato, certificazione eventuali prove di tenuta ecc.); rifiuti (tipologia, quantitativi, aree di stoccaggio/deposito, presidi ambientali); informazioni sull'eventuale presenza di materiale di riporto;
- d. indagini ambientali svolte nel sito in passato, in precedenti fasi di caratterizzazione o in adempimento ad obblighi connessi con altre normative, includendo la loro descrizione e il soggetto che le ha eseguite, l'ubicazione dei punti di indagine, le modalità di prelievo e analisi di campioni, le eventuali attività di validazione effettuate dall'ARPA/APPA competente ed i relativi esiti. In presenza di installazioni sottoposti all'Autorizzazione Integrata Ambientale, si dovranno considerare anche i dati previsti nella procedura di autorizzazione compresi anche gli eventuali dati richiesti nella Relazione di Riferimento di cui all'art. 29-ter, c. 1 lettera m del D.Lgs. 152/06 purché sottoposti ad un processo di validazione da parte degli Organi di Controllo, nonché la documentazione prodotta, in passato, ai sensi dell'articolo 29-sexies, commi 9 quinquies e sexies.
- e. descrizione di eventuali incidenti e criticità ambientali verificatisi in passato e di eventuali interventi di prevenzione/messa in sicurezza attuati.

2.2 Modello concettuale preliminare

Il modello concettuale preliminare è elaborato sulla base dei dati e delle informazioni di cui al punto precedente, incluse eventuali indagini pregresse condotte a qualsiasi titolo nelle matrici ambientali di interesse nel corso della normale gestione del sito, e costituisce l'elemento essenziale e supporto imprescindibile ai fini del piano di investigazione.

Il modello concettuale preliminare individua e descrive:

1. potenziali sorgenti primarie e secondarie di contaminazione, dove la sorgente primaria è rappresentata dall'elemento che è causa di contaminazione (es. prodotto libero, accumulo e stoccaggio di rifiuti e materiali, vasche e serbatoi interrati e fuori terra, pozzi disperdenti, tubazioni e fognature, ecc.); quella secondaria è identificata con le matrici ambientali (suolo, sottosuolo, acque sotterranee, materiali di riporto) oggetto di contaminazione;
2. potenziali bersagli della contaminazione;
3. potenziali percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli individuati.

Parte integrante e fondamentale del modello concettuale preliminare del sito è la definizione iniziale, sulla base della elaborazione ragionata delle informazioni disponibili all'atto della predisposizione del modello stesso, delle modalità di circolazione delle acque sotterranee, in quanto possibile veicolo principale della contaminazione.

Il modello concettuale preliminare potrà contenere valutazioni, sulla base delle informazioni disponibili, circa il possibile contributo addizionale alla contaminazione delle acque sotterranee durante il loro attraversamento del sito. È altresì utile che nella elaborazione del modello concettuale preliminare siano presi in considerazione dati e informazioni preesistenti circa l'uso del suolo e delle acque sotterranee nelle zone circostanti, considerando in particolare la presenza di aree sensibili e vulnerabili, l'uso potabile ed irriguo delle acque sotterranee e le loro interazioni con i corpi idrici superficiali.

Nella formulazione del modello concettuale preliminare saranno anche definiti i bersagli della eventuale contaminazione e gli scenari di esposizione; essi concorreranno ad orientare le indagini in previsione dell'elaborazione della analisi di rischio sanitaria-ambientale.

2.3 Piano di investigazione

Il piano di investigazione dovrà contenere la descrizione delle attività che saranno svolte in campo ed in laboratorio per la definizione del modello concettuale definitivo, anche a supporto della eventuale successiva elaborazione della analisi di rischio

e/o degli eventuali interventi che si ritenessero necessari. Il proponente dovrà includere in tale documento le specifiche tecniche per l'esecuzione delle attività (procedure di campionamento, misure di campo, modalità di identificazione, conservazione e trasporto dei campioni, metodiche analitiche ecc.).

Le fonti potenziali di contaminazione, che dovranno essere identificate e caratterizzate come risultato dell'attuazione del piano di caratterizzazione, sono definite sulla base del modello concettuale preliminare del sito e comprendono tutte quelle aree che, dalle informazioni disponibili, potrebbero costituire sorgenti primarie e secondarie di contaminazione quali, ad esempio: luoghi di accumulo e stoccaggio di rifiuti e prodotti o altri materiali connessi alle attività svolte sul sito in passato e attualmente, aree in cui sono presenti vasche e serbatoi interrati e fuori terra, pozzi perdenti, cumuli di rifiuti in contenitori o dispersi, tubazioni e fognature, aree interessate dalla produzione e/o trattamento di sostanze potenzialmente inquinanti, aree utilizzate per la manutenzione di mezzi meccanici e per operazioni di lavaggio industriale ecc.

Le indagini avranno l'obiettivo di:

1. verificare la presenza e identificare le caratteristiche chimiche, fisiche e geometriche di ogni possibile sorgente di contaminazione primaria e secondaria, in particolare stimando la concentrazione dei contaminanti nelle matrici suolo, sottosuolo e acque sotterranee, definendo estensione, spessori e profondità delle potenziali sorgenti secondarie individuate nonché delimitando aree, spessori e volumetrie di eventuali sorgenti primarie;
2. ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area;
3. individuare i possibili recettori della potenziale contaminazione;
4. individuare le possibili vie di dispersione e migrazione degli inquinanti dalle fonti verso i potenziali recettori, anche attraverso eventuali misure sperimentali e test specifici sulla mobilità e biodisponibilità dei contaminanti;
5. quantificare, quando necessario e tecnicamente possibile, il contributo addizionale alla presenza di contaminanti nelle acque sotterranee durante il loro attraversamento del sito;
6. valutare i parametri sito-specifici necessari a condurre l'analisi di rischio sito-specifica ai sensi dell'Allegato 1, ove prevista.

A tal fine nel piano di caratterizzazione, e in particolare nella sua parte operativa costituita dal piano di investigazione, dovranno essere definiti:

- a. il numero e l'ubicazione dei punti di indagine;
- b. modalità di esecuzione delle indagini, sia di tipo diretto (quali sondaggi, trincee esplorative, pozzi, piezometri), sia indiretto (come prospezioni geofisiche);
- c. le modalità di prelievo, formazione, conservazione e trasporto dei campioni di suolo e sottosuolo e acque sotterranee nonché di *top soil*, matrici materiali di riporto, rifiuti, prodotto libero, ove necessario;
- d. l'elenco dei parametri chimici e chimico-fisici da determinare, della strumentazione analitica che si intende utilizzare e dei relativi limiti di rivelabilità, rinviando, ove necessario, ad una fase successiva di confronto con le ARPA/APPA competenti per il territorio i dettagli sugli aspetti analitici.

Il piano di investigazione dovrà inoltre descrivere le azioni necessarie per lo svolgimento delle indagini nel rispetto dei principi di sicurezza e tutela dei lavoratori e della mitigazione di potenziali interferenze con le attività svolte nel sito.

2.3.1 Ubicazione dei punti di campionamento

Il numero, l'ubicazione e la tipologia dei punti di campionamento devono essere stabiliti sulla base del modello concettuale preliminare in modo da corrispondere agli obiettivi di cui al punto 2.3.

Per ogni matrice ambientale investigata si possono presentare due principali strategie per selezionare numero e ubicazione dei punti di sondaggio e prelievo:

1. "ubicazione ragionata": la localizzazione è basata sull'esame dei dati storici a disposizione e su tutte le informazioni sintetizzate nel modello concettuale preliminare e deve essere mirata a verificare le ipotesi formulate nel suddetto modello in termini di presenza, estensione e potenziale diffusione della contaminazione; questa scelta è da preferirsi per i siti complessi qualora le informazioni storiche e impiantistiche a disposizione ed i dati già acquisiti consentano di individuare le aree potenzialmente più vulnerabili e le più probabili sorgenti di contaminazione;
2. "ubicazione sistematica": la scelta della localizzazione dei punti di campionamento è effettuata sulla base di un criterio di tipo statistico, ad esempio sulla base di una griglia predefinita; questa scelta è da preferirsi nei casi in cui le dimensioni dell'area o la scarsità di informazioni storiche e impiantistiche sul sito non permettano di ottenere la definizione di un modello concettuale preliminare robusto e di individuare le potenziali sorgenti di contaminazione.

A seconda della complessità del sito, i due approcci di cui sopra possono essere applicati contemporaneamente in funzione del pregresso differente utilizzo delle aree del sito. In particolare, nella scelta dei punti di campionamento si terrà conto della diversità tra aree dismesse e/o libere da impianti e aree occupate da impianti, dando priorità, nella collocazione dei punti di campionamento, alle aree a criticità potenziale, valutando allo stesso tempo la configurazione impiantistica esistente e lo schema dei relativi sottoservizi.

Oltre ai criteri di cui sopra, potranno essere vantaggiosamente utilizzate, dove applicabili, tecniche di indagine complementari, sia in una fase preliminare, per orientare le successive indagini, che contestualmente alla caratterizzazione di suolo, sottosuolo e acque sotterranee, come supporto alla costruzione del modello concettuale. Tali indagini includono: prelievo e analisi del gas interstiziale, prospezioni geofisiche, campionamenti con sistemi passivi, caratterizzazioni microbiologiche, utilizzo di indicatori biologici (quali campionamenti di alberi, piante ecc.), *fingerprinting*, analisi isotopiche ed in generale analisi speditive anche dirette, quali ad esempio quelle basate sull'impiego di tecnologie *direct push* (infissione diretta). In ogni caso, il piano di caratterizzazione dovrà contenere una descrizione della validità e della applicabilità delle tecniche di indagine complementari utilizzate.

Qualora opportuno sarà valutata la possibilità di estendere le indagini, ove le condizioni lo permettano, alle aree adiacenti non interessate dalla contaminazione potenzialmente ascrivibile al sito in esame, o comunque non impattate dalle attività in esso svolte, al fine di valutare un possibile contributo naturale o contributo antropico non correlato al sito.

Sulla base del modello concettuale preliminare, il piano di indagine potrà comprendere attività specifiche finalizzate a valutare, con particolare riferimento alle acque di falda, un eventuale apporto di contaminazione esterna al sito ed eventuali variazioni del flusso di massa del contaminante nell'attraversamento e in uscita dal sito (rispetto al movimento dell'acqua di falda) anche facendo riferimento a dati storici disponibili sulla contaminazione delle acque nel sito e nel suo intorno.

2.3.2 Selezione delle sostanze inquinanti da ricercare

La selezione delle sostanze inquinanti, per la definizione del set analitico da ricercare (sia per le analisi del suolo e sottosuolo sia per quelle delle acque sotterranee), dovrà avvenire essenzialmente sulla base dell'esame del ciclo produttivo e/o dei dati storici del sito (processo industriale, materie prime, intermedi, prodotti e reflui generati nel caso di un'area industriale attiva/dismessa; materiali smaltiti nel caso di una discarica; prodotti coinvolti nel caso di sversamenti accidentali, eventuali analisi esistenti ecc.).

Si potrà inoltre individuare un numero selezionato di parametri indicatori, scelti sulla base della tossicità e mobilità di possibili prodotti di trasformazione dei contaminanti primari (con riferimento a possibili processi di degradazione sia biologici che chimici a carico dei contaminanti primari identificati). Questo aspetto assume una particolare rilevanza per quelle sostanze biodegradabili con possibilità di formazione di prodotti di trasformazione anche più tossici di quelli di partenza (come, ad esempio, nel caso dei solventi clorurati).

Si potrà inoltre valutare la possibilità e l'opportunità di modulare il piano analitico in funzione delle peculiarità delle caratteristiche di potenziale contaminazione di sub-aree opportunamente individuate, considerando set analitici distinti nonché di includere sostanze non comprese nelle tabelle di cui all'Allegato 5, qualora il modello concettuale del sito indicasse tale necessità.

2.3.3 Modalità di esecuzione sondaggi, trincee, pozzi e installazione piezometri

Il Piano di investigazione dovrà contenere la descrizione delle modalità di esecuzione di tutte le indagini, incluse le caratteristiche dei sondaggi (profondità e diametro ecc.), degli scavi e dei piezometri (profondità, tipologia di completamento, fenestrazione ecc.).

Per le indagini complementari dovrà essere fornita la descrizione del posizionamento spaziale e del tipo di strumentazione e configurazione scelta e la descrizione delle modalità di analisi, elaborazione, interpretazione e restituzione dei dati.

Il Piano dovrà inoltre riportare la descrizione delle prove idrauliche e geotecniche, dei rilievi plano-altimetrici nonché le modalità di svolgimento delle indagini finalizzate alla determinazione dei parametri necessari alla eventuale elaborazione dell'analisi di rischio secondo quanto riportato all'Allegato 1.

I sondaggi, le trincee ed i pozzi dovranno essere realizzati con tecnologie consolidate a livello nazionale ed internazionale per la caratterizzazione di siti contaminati, in modo tale da consentire, in funzione delle caratteristiche specifiche del sito, la ricostruzione geologica e idrogeologica, il prelievo di campioni in quantità e qualità compatibile con le misure da effettuarsi, l'esecuzione di prove per la caratterizzazione degli acquiferi, l'installazione di eventuali piezometri, l'alloggiamento di sensori

e strumentazioni di diversa tipologia per l'acquisizione di parametri diretti ed indiretti anche potenzialmente utilizzabili nelle fasi successive di monitoraggio degli interventi da realizzarsi sull'area.

I sondaggi geognostici saranno eseguiti, per quanto possibile, con metodo di perforazione a rotazione e/o percussione con carotaggio continuo a secco, utilizzando carotieri di tipologie e diametro idonei.

I sondaggi da attrezzare a piezometro, invece, potranno essere realizzati, nel caso la successione stratigrafica sia già conosciuta e gli stessi non coincidano in posizione e profondità con sondaggi geognostici volti al prelievo di campioni di suolo e sottosuolo, anche con metodo di perforazione a distruzione di nucleo.

Ove necessario, potranno essere utilizzati metodi di perforazione con circolazione di fluidi, in quantità limitata, avendo cura di non pregiudicare la significatività del campionamento né comportare il rischio di dispersione della contaminazione. Potranno essere utilizzati anche metodi derivati dalle tecniche *direct push* (infissione diretta) che consentano il prelievo di campioni di suolo, gas interstiziale, acque sotterranee e fasi libere (come nel caso di presenza di NAPL, *Non Aqueous Phase Liquid*). In particolare, in caso di elevata eterogeneità del sottosuolo e di possibile presenza di fasi separate è opportuno che sia valutata la possibile stratificazione verticale dei contaminanti.

Le tecniche adottate dovranno comunque essere tali da minimizzare la perdita di composti volatili nonché assicurare la protezione degli acquiferi profondi ed evitare il rischio di contaminazione indotta dal campionamento.

2.3.4 Campionamento di suolo, sottosuolo, acque sotterranee, gas interstiziali, materiali di riporto e fasi libere

Il piano di investigazione dovrà contenere una dettagliata descrizione delle procedure di campionamento dei terreni e delle acque, nonché, ove necessario, delle matrici materiali di riporto, delle fasi libere, dei gas interstiziali e dei rifiuti, incluse le procedure per le misure da effettuare in campo, le modalità di identificazione, conservazione e trasporto dei campioni, e per la restituzione dei risultati. Tali procedure, costituiranno il protocollo applicabile per la caratterizzazione del sito (a meno di modifiche successivamente proposte e approvate dagli Enti Competenti derivanti da informazioni aggiornate a seguito dell'avvio delle attività di caratterizzazione).

Laddove, sulla base del modello concettuale preliminare se ne ravvisi la necessità, il piano di investigazione dovrà altresì definire le modalità di indagine volte a caratterizzare *top soil* e gas interstiziali, nonché, ove presenti nel sito, matrici materiali di riporto (qualora gestite nell'ambito del procedimento di bonifica), rifiuti e fasi separate/prodotto libero.

Tutte le operazioni svolte per il campionamento, il prelievo, la formazione, il trasporto e la conservazione dei campioni dovranno essere descritte e documentate tramite verbali di campionamento e quaderni di campo. Dovrà inoltre essere riportato l'elenco e la descrizione dei materiali e delle principali attrezzature utilizzati.

Suolo e sottosuolo

I criteri che devono essere adottati nella formazione di campioni di suolo e sottosuolo sono:

- a. ottenere la determinazione della concentrazione delle sostanze inquinanti per strati omogenei dal punto di vista litologico;
- b. prelevare separatamente, in aggiunta ai campioni previsti per punto di indagine, materiali che si distinguono per evidenze di contaminazione o per caratteristiche organolettiche, chimico-fisiche e litologico-stratigrafiche. Analisi di campo e analisi semi quantitative (p.es. test in sito dello spazio di testa o utilizzo di strumentazione da campo per la determinazione diretta di contaminanti nel suolo) potranno essere utilizzate, laddove applicabili, per selezionare tali campioni e per ottenere una maggiore estensione delle informazioni sulla verticale. I campioni relativi a particolari evidenze o anomalie saranno formati per spessori tali da garantirne la rappresentatività.

Per corrispondere ai criteri indicati, da ciascun punto di indagine i campioni dovranno essere formati distinguendo almeno:

- campione 1: da 0 a 1 metro dal piano campagna;
- campione 2: 1 m che comprenda la zona di frangia capillare;
- campione 3: 1 m nella zona intermedia tra i due campioni.

Ove ritenuto necessario, ad esempio nei casi di potenziale presenza di contaminanti per ricaduta atmosferica, dovrà inoltre essere previsto il prelievo di un numero opportuno di campioni di *top soil*, definito come lo strato superiore del suolo superficiale (orientativamente i primi 10-20 cm in funzione del contesto specifico). Le concentrazioni rilevate nel *top soil* saranno confrontate con le CSC di cui alla Tabella 1, Allegato 5.

In caso di presenza di roccia affiorante o sub-affiorante non è previsto il campionamento. Nell'eventualità si potrà campionare, se presente, un limitato spessore di terreno al fine di agevolare la raccolta di idonee quantità di materiale da sottoporre alle analisi di laboratorio.

Con eccezione dei casi in cui esista un accumulo di rifiuti nella zona satura, la caratterizzazione del terreno sarà concentrata sulla zona insatura. Nei casi in cui sia presumibile la presenza di fonti attive di contaminazione nella zona satura (es. presenza di rifiuti), la caratterizzazione del suolo e sottosuolo può essere estesa, a discrezione dell'ARPA/APPA competente nel corso o in seguito ad attività di controllo in campo, anche nella zona satura stessa ai fini della adozione delle misure di prevenzione, della ricostruzione del modello concettuale del sito, nonché della progettazione degli interventi.

I campioni di suolo e sottosuolo da sottoporre ad analisi dovranno essere privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) per la successiva determinazione analitica in laboratorio.

Ulteriori campioni di suolo e sottosuolo non setacciati dovranno essere prelevati per la determinazione della granulometria (curve granulometriche) nonché per la determinazione dei composti volatili.

Quando sono oggetto di indagine rifiuti interrati, in particolare quando sia prevista la loro rimozione e smaltimento come rifiuto, si procederà al prelievo e all'analisi di un campione medio del materiale estratto da ogni posizione di sondaggio.

In caso di motivate esigenze del proponente, ai fini di una corretta rappresentazione dello stato di contaminazione il piano di investigazione potrà prevedere la formazione ed analisi di campioni compositi. La procedura di campionamento selezionata (campione puntuale o campione composito) dovrà trovare corrispondenza anche nella definizione del piano di collaudo dell'intervento al fine di garantire la confrontabilità dei dati.

Questa modalità assume particolare rilevanza in quelle strategie di bonifica che non prevedono la rimozione delle matrici contaminate ma interventi di bonifica in situ.

A seguito dell'estrusione del materiale dal carotiere, il campione dovrà essere depositato nelle cassette catalogatrici e campionato in quantità significative e rappresentative, previa omogeneizzazione tramite metodi di miscelazione e quartatura. Dopo il campionamento le cassette catalogatrici dovranno essere sigillate e conservate per eventuali verifiche da parte degli Enti di controllo.

Ai fini della determinazione dei composti volatili, dovranno essere prelevati campioni puntuali non omogeneizzati né sottoposti a vagliatura al fine di evitare perdite per volatilizzazione. Si raccomanda di verificare, mediante l'utilizzo di strumenti automatici da campo (es. PID), i punti maggiormente emissivi dello strato di terreno in esame da cui prelevare i campioni per la ricerca dei volatili.

I sondaggi, le trincee e le perforazioni dopo il prelievo dei campioni di terreno o l'esecuzione di prove di sito, qualora non utilizzati per monitorare nel tempo il decorso della contaminazione, dovranno essere sigillati in modo tale da limitare l'insorgenza di vie preferenziali di migrazione dei contaminanti. Le modalità di ripristino saranno incluse nel piano di caratterizzazione o comunque successivamente indicate dall'ARPA/APPA competente nel corso o in seguito ad attività di controllo in campo.

In fase di caratterizzazione saranno determinati i parametri sito-specifici finalizzati alla elaborazione della eventuale analisi di rischio.

Matrici materiali di riporto

Le matrici materiali di riporto, come definite ai sensi di legge e qualora gestite nel procedimento di bonifica, dovranno essere campionate e caratterizzate sia in termini di contenuto totale di sostanze, ai fini del confronto con le CSC di cui alla Tabella I, dell'Allegato 5, sia in termini di test di cessione da attuare secondo le metodiche e i limiti stabiliti dalla norma. Saranno quindi prelevati campioni sia per il confronto con le CSC di cui all'Allegato 5 sia per il test di cessione, in conformità alle procedure definite per i due casi.

Ai fini della identificazione delle matrici materiali di riporto, del loro campionamento e caratterizzazione nonché delle valutazioni da condurre in merito alle opzioni di gestione nell'ambito dei procedimenti di cui alla Parte Quarta, Titolo V si dovrà fare riferimento, oltre a quanto stabilito dalla normativa vigente, agli indirizzi e alle procedure ufficiali stabilite a livello nazionale dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente.

Acque sotterranee e fasi libere

In linea generale il campionamento delle acque sotterranee e il relativo spurgo dei piezometri vengono effettuati preferibilmente con modalità dinamica, utilizzando portate ridotte. Ove fosse necessario minimizzare fenomeni di turbolenza che potrebbero accentuare la volatilizzazione di talune sostanze e/o per falde poco produttive, potrà essere privilegiato un campionamento a basso flusso, previa stabilizzazione dei parametri chimico fisici.

In considerazione di particolari condizioni idrogeologiche, come la presenza di significativa anisotropia ed eterogeneità della conducibilità idraulica, potranno essere adottate modalità di campionamento differenti, quali il campionamento statico, in modo comunque da garantire la rappresentatività del campione prelevato e previo accordo con l'ARPA/APPA competente.

In particolare, ove si supponga la presenza di una forte stratificazione verticale della contaminazione è opportuno che si adottino modalità di campionamento adeguate alla sua ricostruzione, quali sistemi multilivello o campionamenti puntuali mediante idonee tecnologie.

Qualora nei piezometri sia rinvenuto prodotto surnatante in fase libera, sarà effettuato un campionamento selettivo da condursi, di norma, con modalità statica; sui campioni prelevati saranno condotti i necessari accertamenti di laboratorio finalizzati alla sua caratterizzazione per determinarne, se possibile, l'origine.

Per i composti che possono dar luogo alla formazione di fasi separate più dense dell'acqua (DNAPL, *Dense Non Aqueous Phase Liquid*), ed in particolare quando esistono evidenze della sua possibile presenza, è opportuno prevedere campionamenti che consentano un'adeguata caratterizzazione dell'eventuale stratificazione verticale nonché della distribuzione areale.

All'atto del campionamento, è necessario eseguire misure dirette dei parametri chimico fisici temperatura, pH, potenziale redox, ossigeno disciolto, conducibilità nonché eventuali altri parametri e composti specifici in funzione delle caratteristiche idrogeologiche dell'area. Sarà altresì acquisito un numero adeguato di campioni destinati all'analisi della facies idrogeochimica (Na, K, Ca, Mg, SO₄, Cl, HCO₃) e di Fe e Mn, quali indicatori del contesto di ossido-riduzione. In caso di acquiferi costieri, o di acquiferi a rischio di intrusione salina, il set analitico comprenderà comunque anche cloruri e solfati, al fine di valutare eventuali fenomeni di intrusione del cuneo salino.

I campioni di acque sotterranee destinati alla determinazione dei metalli andranno filtrati in campo su membrana da 0,45 µm. e, ove necessario, stabilizzati con opportuna soluzione acida secondo quanto previsto dalla metodica analitica utilizzata. Fa eccezione il solo parametro Cr VI per il quale si procederà in campo alla sola filtrazione. I campioni di acqua destinati alla determinazione di composti organici non saranno soggetti a filtrazione.

Gas interstiziali

Il prelievo di gas interstiziali nel mezzo insaturo potrà avvenire, in presenza di composti volatili, con sistemi di campionamento attivi o passivi secondo le procedure ufficiali stabilite a livello nazionale dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente.

I dati derivanti dalle misure potranno essere utilizzati per orientare le successive attività di caratterizzazione di suolo, sottosuolo e acque sotterranee in termini di numero e ubicazione dei punti di prelievo nonché ai fini della valutazione per percorso di volatilizzazione nell'ambito dell'analisi di rischio in accordo agli indirizzi e alle procedure ufficiali stabilite a livello nazionale dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente.

2.4 Metodiche analitiche

Le attività analitiche verranno eseguite da laboratori pubblici o privati che garantiscano i necessari requisiti di qualità. Le metodiche analitiche dovranno essere specificate nel piano di caratterizzazione, basate su procedure riconosciute a livello nazionale ed internazionale (ad esempio norme tecniche CEN, UNI, ISO, IRSA-CNR, UNICHIM, ASTM, EPA) e tali da garantire un limite di quantificazione inferiore rispetto ai valori di concentrazione soglia di contaminazione di riferimento per ognuna delle matrici investigate. I dettagli sulle metodiche analitiche, di campionamento e conservazione dei campioni dovranno essere concordate con l'ARPA/APPA competente attraverso un piano operativo di dettaglio.

Relativamente alla determinazione della concentrazione dei contaminanti nella matrice suolo/sottosuolo nonché nella eventuale matrice materiale di riporto presente, i campioni da portare in laboratorio dovranno essere privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo mediante setacciatura) e le determinazioni analitiche in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm, previa essiccazione del campione.

La concentrazione da attribuire al campione dovrà essere calcolata riferendosi alla totalità dei materiali secchi comprensiva anche dello scheletro (frazione granulometrica compresa tra 2 mm e 2 cm).

Nel caso di presenza di composti volatili, matrici materiali di riporto e amianto si dovrà tener conto delle seguenti indicazioni specifiche.

La determinazione della concentrazione dei composti volatili dovrà avvenire sul campione tal quale, non setacciato ai 2 cm, minimizzando per quanto possibile l'esposizione e i tempi di esposizione del campione all'aria.

Il campionamento dei materiali di riporto da sottoporre al test di cessione andrà effettuato sul tal quale, secondo le metodiche stabilite dalla legge nonché in accordo agli indirizzi e alle procedure riconosciute dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente.

Per il parametro amianto le analisi andranno condotte sul campione tal quale. Ove, in campo, si individuino visivamente frammenti assimilabili a Materiali Contendenti Amianto (MCA), questi dovranno essere campionati separatamente e dovrà essere condotta la verifica di pericolosità sulla base delle soglie previste dalla normativa vigente.

La metodica analitica per il parametro amianto dovrà prevedere:

- a. pretrattamento del campione: essiccazione e vagliatura utile a separare il materiale analizzabile in Microscopia Ottica Stereo dal restante materiale (sottovaglio); osservazione al Microscopio Ottico Stereo e separazione dei fasci di fibre e/o manufatti potenzialmente contenenti amianto; identificazione e determinazione gravimetrica;
- b. omogeneizzazione e dispersione del sottovaglio, filtrazione e determinazione delle fibre di amianto non visibili nella fase 1) utilizzando Tecniche di Microscopia e/o equivalenti in termini di rilevabilità.

2.5 Attività di controllo

Le verifiche e i controlli sulle modalità di svolgimento dell'intero processo di caratterizzazione saranno condotte dalle ARPA/APPA.

A tal fine, saranno prelevati campioni di controllo con modalità stabilite dall'ARPA/APPA competente, per le successive determinazioni analitiche di laboratorio. Tali campioni dovranno essere conservati nelle condizioni indicate dalla metodologia analitica riportata nel piano di caratterizzazione, sino alla esecuzione e validazione delle analisi di laboratorio da parte dell'ARPA/APPA preposta.

Le analisi di controllo per la validazione dovranno essere effettuate dall'ARPA/APPA competente, con oneri a carico del proponente, nel numero minimo necessario a garantire la significatività del controllo, comunque su un numero di campioni preferibilmente non inferiore al 10 per cento del totale, ed effettuate entro il tempo massimo di conservazione, come indicato nelle metodiche analitiche riportate nel piano di caratterizzazione approvato.

In aggiunta a quanto sopra specificato, l'ARPA/APPA competente potrà adottare ulteriori modalità di verifica e controllo, quali sopralluoghi nel corso delle attività di campo per la verifica della qualità e della aderenza dei protocolli e delle procedure impiegate rispetto a quanto previsto nel piano di caratterizzazione approvato. È fatta salva la possibilità che tali modalità siano utilizzate ai fini della validazione dei risultati del piano di caratterizzazione in alternativa a quanto sopra specificato, ove le Agenzie non dispongano degli opportuni apprestamenti tecnici e/o strumentazione analitica necessari al campionamento ed analisi in contraddittorio.

Ai fini della validazione, l'analisi dei contro-campioni da parte dell'ARPA/APPA competente dovrà essere possibilmente preceduta da un confronto diretto preliminare fra i laboratori interessati (del proponente e dell'ARPA/APPA), al fine di verificare che esistano i presupposti, anche in termini di strumentazione a disposizione dei laboratori interessati e di metodiche analitiche utilizzate, per un successivo confronto delle concentrazioni determinate.

La validazione dell'ARPA/APPA potrà inoltre avvenire anche attraverso controlli di qualità da applicare in campo e/o nel laboratorio di parte, al fine di supervisionare e/o verificare lo svolgimento dei processi di perforazione, campionamento e analisi e garantirne la qualità e l'attendibilità. A tale scopo, potrà essere prevista la verifica di campioni di "bianco di campo", di "campioni in doppio ciechi", anche tramite invio ai laboratori di analisi utilizzati dal proponente degli opportuni campioni derivanti da circuiti di intercalibrazione, nonché della catena di custodia dei campioni prelevati.

È fatta salva la possibilità che l'ARPA/APPA competente indichi prescrizioni o modifiche a quanto precedentemente concordato o richieda ulteriori approfondimenti ed integrazioni che si rendessero motivatamente necessari in corso d'opera e sulla base dei dati e delle risultanze nel frattempo raccolti, ad esempio per ciò che riguarda l'ubicazione dei punti di misura, la tipologia di analisi da eseguire e la frequenza delle rilevazioni.

L'eventuale terza aliquota, quando prevista nel piano di caratterizzazione, o specificatamente richiesta per eventuali analisi di revisione nel processo di validazione, sarà confezionata in fase di contraddittorio in presenza dell'ARPA/APPA, sigillando il campione che verrà firmato dagli addetti incaricati, verbalizzando il relativo prelievo. La terza aliquota verrà conservata dal proponente secondo modalità e tempi di conservazione massimi definiti dalle metodiche analitiche descritte nel piano di caratterizzazione approvato o concordate successivamente alla sua approvazione sulla base del piano operativo di caratterizzazione e validazione delle indagini.

3 ESECUZIONE DI EVENTUALI INDAGINI INTEGRATIVE

Nel corso delle indagini previste nel piano di caratterizzazione approvato, il proponente potrà procedere alla esecuzione di indagini integrative mirate alla migliore definizione del modello concettuale definitivo del sito, concordando con ARPA/APPA tempistiche e modalità di validazione.

Per indagini integrative si intendono tutte le indagini mirate alla migliore definizione dello stato di contaminazione delle diverse matrici interessate (es. delimitazione verticale e areale delle sorgenti della contaminazione, individuazione o integrazione del Punto di Conformità delle acque sotterranee), ed eventualmente alla migliore calibrazione dei modelli di calcolo impiegati.

Tali indagini possono includere, a titolo esemplificativo, prove specifiche per verificare la stabilità e la mobilità dei contaminanti (es.: test di cessione, analisi di speciazione, determinazione del frazionamento chimico e della frazione bioaccessibile), prove di laboratorio (quali test di microcosmo) e test in sito per verificare la naturale attenuazione dei contaminanti nel terreno e nelle acque sotterranee mediante metodi di riconosciuta validità tecnico scientifica.

4 RAPPRESENTAZIONE DELLO STATO DI CONTAMINAZIONE O POTENZIALE CONTAMINAZIONE DEL SITO

Tutti i risultati analitici ricavati nel corso delle fasi di indagine costituiscono la base di dati a cui riferirsi per definire il modello concettuale definitivo del sito e definire il grado e l'estensione della contaminazione/potenziale contaminazione.

Con l'ausilio di tabelle e cartografia di sintesi, da fornire agli Enti coinvolti anche in formato editabile al fine di agevolare le operazioni di controllo, il proponente dovrà evidenziare i superamenti delle CSC riscontrati nelle matrici ambientali indagate. Le cartografie dovranno riportare la delimitazione delle sorgenti di contaminazione/potenziale contaminazione individuate.

In merito alle modalità di presentazione dei dati di caratterizzazione, si richiede almeno:

1. cartografia in scala 1:10.000 di inquadramento del sito;
2. perimetro georeferenziato in formato vettoriale del sito oggetto del procedimento di bonifica;
3. sovrapposizione catastale: rappresentazione del perimetro del sito sovrapposto a mappa catastale aggiornata, con rappresentazione di fogli e particelle;
4. planimetrie in scala adeguata con l'ubicazione di tutte le indagini realizzate (es. saggi, sondaggi, pozzi e piezometri, indagini geofisiche, punti di prelievo campioni, soil gas etc.) con indicate le aree di potenziale interesse;
5. sezioni idrogeologiche di dettaglio (ricostruite sulla base dei risultati delle indagini effettuate) con indicazione degli orizzonti acquiferi, semipermeabili e poco permeabili, degli orizzonti filtranti dei piezometri installati, e del livello di falda misurato;
6. planimetria della ricostruzione della morfologia piezometrica con l'indicazione della direzione prevalente di flusso, indicando in carta le misure acquisite su ciascun punto e gli eventuali punti non utilizzati nella ricostruzione;
7. planimetrie in scala adeguata con ubicazione dei campioni prelevati e indicazione dei superamenti delle CSC nei terreni (*top soil*, suolo superficiale, suolo profondo) e nelle acque sotterranee, inclusa la distribuzione dei principali contaminanti in falda (es. isoconcentrazioni), con indicazione delle procedure di interpolazione dei dati utilizzate nella elaborazione dei risultati;
8. planimetria con indicazione delle eventuali misure di MIPRE/MISE in essere;
9. carta geologica e sezioni stratigrafiche con l'indicazione dei punti di campionamento con scala appropriata alla rappresentazione del sito in esame;
10. tabelle di sintesi dei sondaggi (con indicazione della sigla, georeferenziazione, quota s.l.m. e campioni prelevati) e piezometri realizzati (con indicazione della sigla, georeferenziazione, quota s.l.m. della bocca pozzo, profondità, tratto fenestrato dei piezometri, letture freaticometriche e campioni prelevati, indicazioni su presenza di fase separata);
11. tabelle di sintesi dei risultati analitici riferiti ai campioni di suolo, sottosuolo, materiali di riporto e di acque sotterranee prelevati; in tali tabelle devono essere rappresentati in colonne differenti i valori di concentrazione misurati, le CSC di riferimento, i limiti di rilevabilità e di quantificazione delle metodiche analitiche utilizzate, i punti di prelievo dei campioni con la relativa georeferenziazione e quota assoluta e relativa a p.c.; devono essere inoltre evidenziati in modo chiaro i superamenti delle CSC o dei valori di fondo, se esistenti, tenendo conto dell'incertezza legata al campionamento e all'analisi, così come stabilita da ARPA e approvata nell'ambito del procedimento di bonifica;
12. tabelle di sintesi dei risultati delle eventuali ulteriori indagini condotte (ad es. top soil, materiali di riporto, gas interstiziali, rifiuti, fase separata ecc.) nonché sulle indagini geotecniche effettuate;
13. esiti di eventuali tavoli tecnici occorsi dopo l'approvazione del piano di caratterizzazione finalizzati alla definizione del piano operativo di caratterizzazione e validazione delle indagini;

14. stratigrafie di sondaggi/piezometri/pozzi con indicazione delle caratteristiche costruttive (identificativo, coordinate, diametro, quota testa pozzo, profondità totale e tratti filtranti, eventuali note) e misure freaticometriche;
15. dati grezzi e certificati relativi ai test di caratterizzazione fisico/meccanica ed idraulica dei suoli e sottosuoli (*Le Franc*, *Slug Test*, CPT, SPT, analisi granulometriche ecc.);
16. rapporti di prova del laboratorio di analisi e catene di custodia dei campioni prelevati;
17. esiti delle attività di validazione da parte delle ARPA/APPA;
18. documentazione fotografica relativa alle attività di indagine (es. cassette catalogatrici, log stratigrafici, formazione campioni ecc).

5 ELABORAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO DEL SITO

Il modello concettuale definitivo include:

1. le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, meteo climatiche e di pianificazione territoriale del sito, desunte dalla raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti integrata dagli esiti delle attività di caratterizzazione;
2. indicazioni rispetto alla presenza e caratteristiche di fonti primarie di contaminazione e loro stato (attive, non attive, in sicurezza ecc.);
3. identificazione dei contaminanti indice. I contaminanti indice sono i parametri che, a seguito delle indagini condotte, risultano rilevanti ai fini dello sviluppo della analisi di rischio sito-specifica, secondo i criteri riportati nell'Allegato 1, e/o per la progettazione degli interventi da attuare nel sito.
4. identificazione delle potenziali sorgenti secondarie della contaminazione, tenendo conto di distribuzione spaziale dei diversi contaminanti indice, caratteristiche specifiche di mobilità dei diversi contaminanti, caratteristiche dei terreni, condizioni idrogeologiche;
5. individuazione dei bersagli umani e ambientali (con identificazione del punto di conformità per le acque sotterranee, come definito nell'Allegato 1) della contaminazione rispetto agli scenari valutati;
6. percorsi di migrazione dalle sorgenti secondarie di contaminazione e modalità di esposizione dei bersagli individuati rispetto agli scenari valutati.

Il modello concettuale definitivo del sito costituisce la schematizzazione di base per l'eventuale elaborazione dell'analisi di rischio sito-specifica, secondo i criteri riportati nell'Allegato 1, e/o per la progettazione degli interventi da attuare nel sito.