

LA GEOLOGIA NEL MONDO DEL LAVORO

ITALFERR S.p.A.

*Criticità della normativa italiana relativa ai siti contaminati
e possibili sviluppi futuri: nuove professionalità*

14 Maggio 2021



Quadro Normativo Siti Contaminati

D.Lgs. 3 aprile 2006 n.152 e s.m.i.

Parte I : Disposizioni comuni e principi generali

Parte IV : Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti contaminati

Titolo V: Bonifica dei siti contaminati

Titolo VI: Sistema sanzionatorio e disposizioni transitorie finali

Parte VI : Norme in materia di tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente

Titolo I: Ambito di applicazione

Titolo II: Prevenzione e ripristino ambientale

Quadro Normativo Siti Contaminati

D.Lgs. 3 aprile 2006 n.152 e smi

Parte IV : Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti contaminati

Titolo V: Bonifica dei siti contaminati

art. 239 «Principi e campo di applicazione»

art. 240 «Definizioni»

art. 241 «Regolamento aree agricole»

art. 242 «Procedure operative ed amministrative»

art.242 bis « Procedure semplificate» inserito dal la Legge 11 agosto 2014, n. 116

art. 243 «Gestione delle acque sotterranee»

art. 244 «Ordinanze»

art. 245 «Obblighi di intervento e di notifica da parte dei soggetti non responsabili della potenziale contaminazione»

art. 246 «Accordi di programma»

art. 247 «Siti soggetti a sequestro»

art. 248 «Controlli»

art. 249 «Aree contaminate di ridotte dimensioni»

art. 250 «Bonifica da parte dell'amministrazione»

art. 251 «Censimento ed anagrafe dei siti da bonificare»

art. 252 «Siti di interesse nazionale»

art. 252 bis «Siti di preminente interesse pubblico per la riconversione industriale» inserito dall'art. 2 comma 43 ter del D.Lgs. 16 gennaio 2008 n. 4

art. 253 «Oneri e privilegi speciali»

Quadro Normativo Siti Contaminati

D.Lgs. 3 aprile 2006 n.152 e smi

Parte IV : Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti contaminati

Allegati al Titolo V

Allegato 1 *«Criteri generali per l'Analisi di Rischio sanitario ambientale sito-specifica»*

Allegato 2 *«Criteri generali per la Caratterizzazione dei siti contaminati»*

Allegato 3 *«Criteri generali per la selezione e l'esecuzione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale, di messa in sicurezza (d'urgenza, operativa o permanente, nonché per l'individuazione delle migliori tecniche d'intervento a costi sopportabili»*

Allegato 4 *«Criteri generali per l'applicazione di procedure semplificate»*

Allegato 5 *« Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso»*

Quadro Normativo Siti Contaminati

D.Lgs. 3 aprile 2006 n.152 e smi

Parte IV : Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti contaminati

Titolo VI: Sistema sanzionatorio e disposizioni transitorie finali

- [art. 257 «Bonifica dei siti»](#)

Parte VI : Norme in materia di tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente

Titolo I: Ambito di applicazione

- [art. 300 «Danno ambientale»](#)

Titolo II: Prevenzione e ripristino ambientale

- [art.304 « Azione di prevenzione»](#)

Quadro Normativo Siti Contaminati

Integrazioni e modifiche al D.Lgs. 152/06

- 1) D.Lgs. 16 gennaio 2008 n. 4
- 2) D.Lgs. 3 dicembre 2010 n. 5
- 2) Legge 24 marzo 2012 n. 28
- 3) D.L. 6 dicembre 2011 n. 201
- 4) D.L. 9 febbraio 2012 n.5
- 5) D.L. 21 giugno 2013 n.69
- 6) D.L. 22 giugno 2012 n. 83
- 7) D. L. 24 giugno 2014 n. 91 (cd. Decreto Competitività)
- 8) D.L. 12 settembre 2014, n. 133 (cd. Sblocca Italia)
- 9) D.P.R. 120/2017 Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.
- 10) Decreto MATT 1.3.2019 n. 46 bonifiche aree agricole
- 11) D. L. 16 luglio 2020, n. 76 (cd Decreto Semplificazioni)
- 12) Decreto RIA n. 46 del 30 aprile 2021

Quadro Normativo Siti Contaminati

Negli artt. 3 ter e 3 quater di cui alla Parte I del D.Lgs. 152/2006 e smi sono stati introdotti i **principi ambientali** del diritto ambientale internazionale:

- ✓ Il principio di «*chi inquina paga*»
- ✓ Il principio di «*precauzione*»
- ✓ Il principio dello «*sviluppo sostenibile*»

e tali principi vengono richiamati anche nella parte IV relativa ai siti contaminati.

Art. 239. Principi e Campo di Applicazione

1. Il presente titolo disciplina gli interventi di bonifica e rispristino ambientale dei siti contaminati e definisce le procedure, i criteri e le modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l'eliminazione delle sorgenti dell'inquinamento e comunque la riduzione delle concentrazioni di sostanze inquinanti, in armonia con i principi e le norme comunitari, con particolare riferimento al principio di «*chi inquina paga*».

Quadro Normativo Siti Contaminati

DM 471/99 (decreto attuativo del D.Lgs. 05/02/1997 n.22 «Decreto Ronchi»)
(abrogato)



Criterio puramente tabellare

Analisi del rischio (procedura facoltativa)

B.A.T.N.E.E.C. (Best Available Technology Not Entailing Excessive Costs - Migliori Tecnologie
Disponibili a Costi Sopportabili)

Matrici normate: suolo e acque

Quadro Normativo Siti Contaminati

D. Lgs. 152/06 e smi (Testo unico ambientale)



Criterio di sito specificità

Analisi del rischio (procedura obbligatoria)

B.A.T.N.E.E.C. (Best Available Technology Not Entailing Excessive Costs - Migliori Tecnologie Disponibili a Costi Sopportabili)

Sostenibilità degli interventi di bonifica

Matrici normate: suolo e acque (soil gas?)

Quadro Normativo Siti Contaminati

Quando un sito può dirsi Contaminato?

CONCENTRAZIONE SOGLIA DI CONTAMINAZIONE (CSC)

← sistema tabellare

valori al di sopra dei quali è necessaria la Caratterizzazione del sito e l'Analisi di Rischio sito specifica



CONCENTRAZIONE SOGLIA DI RISCHIO (CSR)

← sistema sito-specifico

valori di contaminazione il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica

Da determinarsi caso per caso con la procedura di Analisi di Rischio sito specifica secondo i principi e criteri dell'Allegato 1

Art. 240. Definizioni

Ai fini dell'applicazione del presente titolo, si definiscono:

- a) **Sito:** l'area o porzione di territorio, geograficamente definita e determinata, intesa nelle diverse matrici ambientali (suolo, materiali di riporto, sottosuolo ed acque sotterranee) e comprensiva delle eventuali strutture edilizie e impiantistiche presenti;
- b) **Concentrazione soglia di contaminazione (CSC):** i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuati nell'Allegato 5 alla parte quarta del presente decreto. Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati.
- c) **Concentrazione soglia di rischio (CSR):** i livelli di contaminazione delle matrici ambientali, da determinare caso per caso con l'applicazione della procedura di analisi di rischio sito specifica secondo i principi illustrati nell'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto e sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica. I livelli di concentrazione così definiti costituiscono i livelli di accettabilità per il sito;

Quadro Normativo Siti Contaminati

Quando un sito può dirsi Contaminato?

1. Se in un sito il suolo, il sottosuolo e/o le acque sotterranee presentano valori superiori alle CSC siamo in presenza di un sito **potenzialmente contaminato**
2. Se i valori di CSR derivanti dalla procedura di analisi di rischio risultano superiori alle concentrazioni presenti nel sito il sito è **non contaminato**, se risultano inferiori alle concentrazioni presenti nel sito è **contaminato**

Art. 240. Definizioni

Ai fini dell'applicazione del presente titolo, si definiscono:

- a) **Sito potenzialmente contaminato:** un sito nel quale uno o più valori di concentrazione delle sostanze inquinanti rilevanti nelle matrici ambientali risultino superiori ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC), in attesa di espletare le operazioni di caratterizzazione e di analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica, che ne permettono di determinare lo stato o meno di contaminazione sulla base delle concentrazioni soglia di rischio (CSR);
- b) **Sito contaminato:** un sito nel quale i valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR), determinati con l'applicazione della procedura di analisi di rischio di cui all'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, risultino superati;
- c) **Sito non contaminato:** un sito nel quale la contaminazione rilevata nelle matrici ambientali risulti inferiore ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) oppure, se superiore, risulti comunque inferiore ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) determinate a seguito dell'analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica;

Quadro Normativo Siti Contaminati

L'analisi di rischio è utile ed applicabile sia per la matrice suolo sia per la matrice acque?

Il D.Lgs. 152/2006, con la definizione delle CSC e delle CSR, stabilisce criteri flessibili basati sull'Analisi di rischio sanitario ambientale che tengono conto delle caratteristiche sito specifiche.

Per i **Terreni** tale criterio sito specifico è **applicabile**.

Per le **Acque sotterranee** tale criterio sito specifico risulta **non applicabile**.

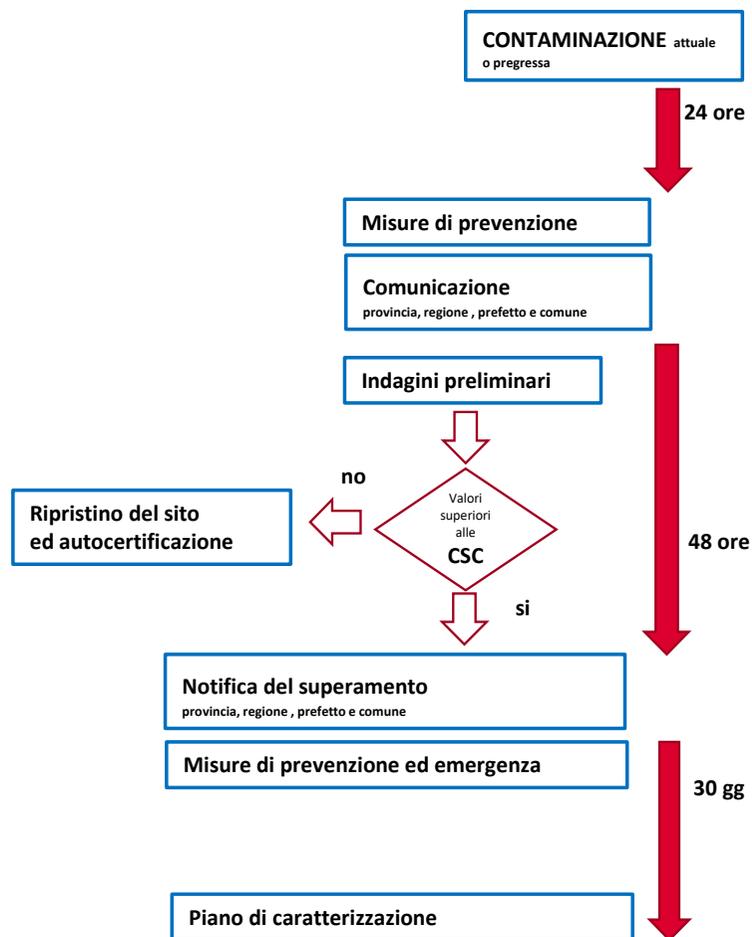
- ✓ stabilita un'equivalenza *ex lege* tra **CSC** e **CSR**;
- ✓ Il Punto di conformità per le acque deve essere posto al confine del sito. ← **AdR solo sanitaria**

Nell'Allegato 1 «**Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica**»

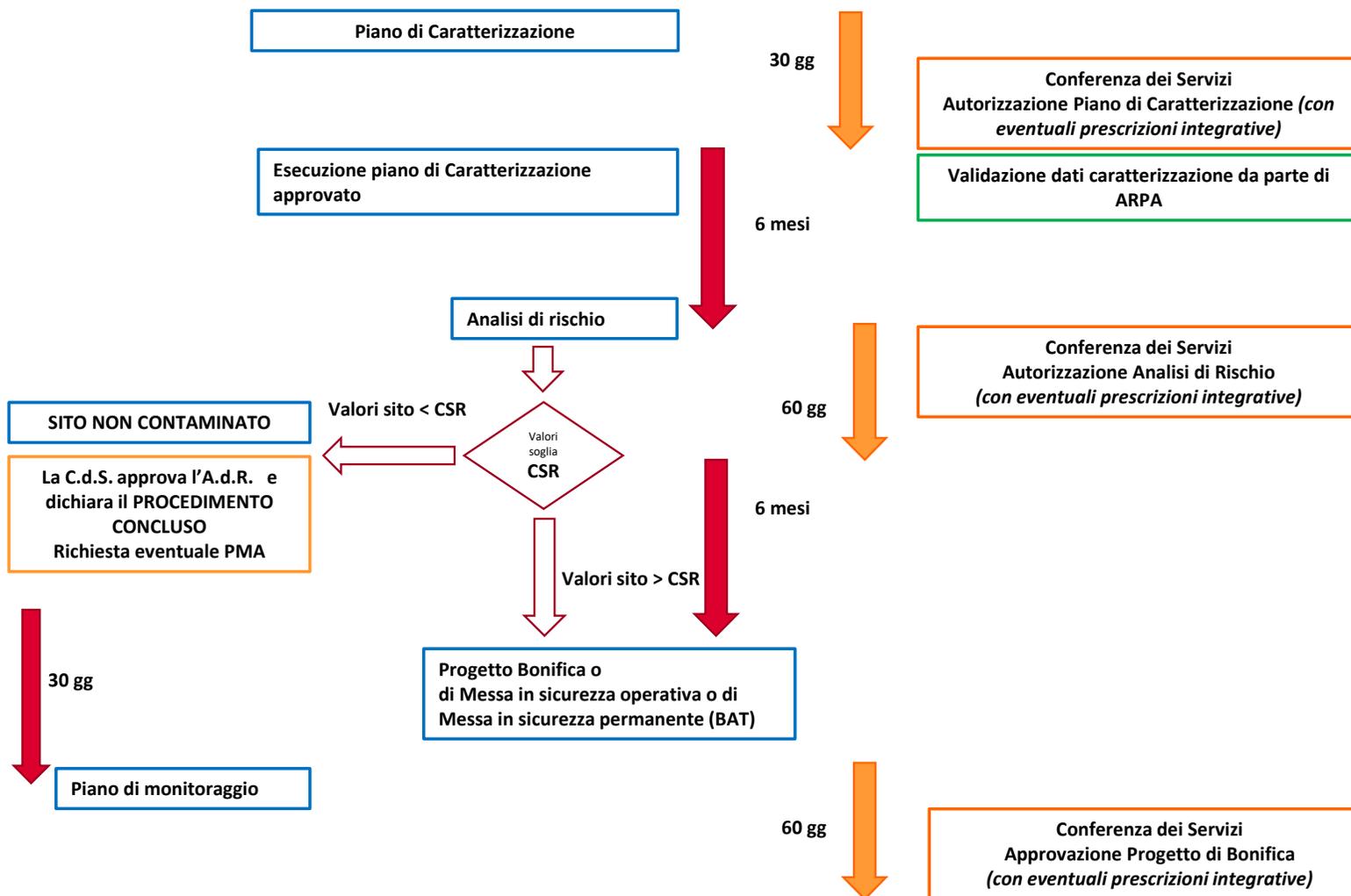
...Il punto di conformità per le acque sotterranee rappresenta il punto a valle idrogeologico della sorgente al quale deve essere garantito il ripristino dello stato originale (ecologico, chimico e/o quantitativo) del corpo idrico sotterraneo, onde consentire tutti i suoi usi potenziali, secondo quanto previsto nella parte III e parte VI del presente decreto. Pertanto in attuazione del principio generale di precauzione, il punto di conformità deve essere di norma fissato non oltre i confini del sito contaminato oggetto di bonifica e la relativa CSR per ciascun contaminante deve essere fissata equivalente alle CSC di cui all'Allegato 5 della parte quarta del presente decreto.

Valori superiori possono essere ammissibili solo in caso di fondo naturale più elevato o di modifiche allo stato originario dovute all'inquinamento diffuso, ove accertati o validati dall'Autorità pubblica competente, comunque compatibilmente con l'assenza di rischio igienico-sanitario per eventuali altri recettori a valle.

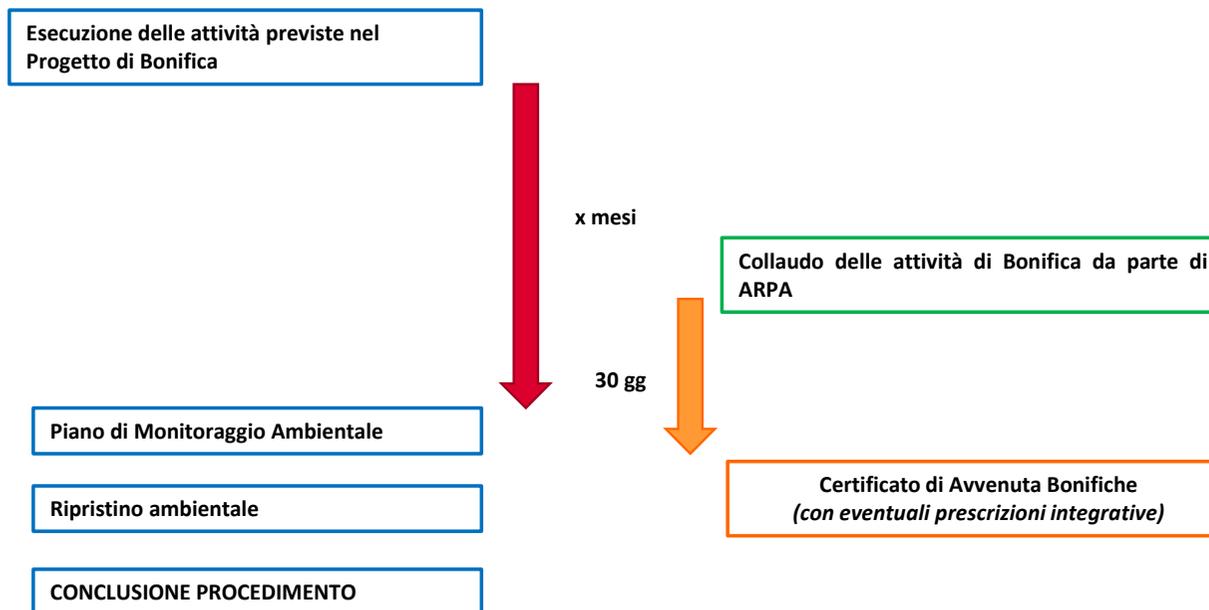
Quadro Normativo Siti Contaminati



Quadro Normativo Siti Contaminati



Quadro Normativo Siti Contaminati



Tempi previsti dall'art. 242 per l'iter di bonifica circa 18 mesi

Quadro Normativo Siti Contaminati

In presenza di fondo naturale o inquinamento diffuso come obiettivo di bonifica devo considerare le CSC o le CSR?

E' necessario avviare un procedimento di riconoscimento del fondo naturale e/o antropico con la Regione che stabilirà dei valori sito-specifici sostitutivi delle CSC.

Art. 239. Principi e campo di applicazione

3. Gli interventi di bonifica e ripristino ambientale per le aree caratterizzate da inquinamento diffuso sono disciplinati dalle regioni con appositi piani, fatte salve le competenze e le procedure previste per i siti oggetto di bonifica di interesse nazionale e comunque nel rispetto dei criteri generali di cui al presente titolo.

Art. 240. Definizioni

Ai fini dell'applicazione del presente titolo, si definiscono:

b) Concentrazione soglia di contaminazione (CSC): i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuati nell'Allegato 5 alla parte quarta del presente decreto. Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati.

Principali criticità

- Tempi del procedimento lunghi
- Analisi di rischio non applicabile alle acque al di fuori del sito (POC)
- Assenza di riferimenti normativi per i Vapori interstiziali o soil gas
- Tecnologie di caratterizzazione e bonifica convenzionali (tempi lunghi e poco efficienti; produzione di rifiuti)

Diapositiva 17

CIL1

CESTA INCANI LUCIA; 11/05/2021

Soluzioni e possibili sviluppi futuri

- Recepimento a livello nazionale delle normative europee ed internazionali
- Software e algoritmi che riescano a simulare in maniera più realistica percorsi e concentrazioni soglie sito specifici
- Riferimenti normativi per i Vapori interstiziali o soil gas
- Tecnologie di caratterizzazione e bonifica innovativi
- Analisi di sostenibilità ambientale delle tecnologie di bonifica



Sostenibilità

La coscienza di operare in un sistema chiuso nel quale ogni risorsa naturale trova limiti nella disponibilità e nella capacità di assorbimento dell'ecosistema, pone limiti e sfide ai sistemi produttivi e di sviluppo

. Sfide che si traducono nel principio di sostenibilità, il quale:

- Verte sul **mantenimento della qualità** di un oggetto-ideale-bene nel tempo;
- Frena consumi ed abusi che avrebbero conseguenze a breve ed a lungo termine sulla qualità della vita e le risorse **ambientali, economiche e sociali**;
- Si basa su criteri di **solidarietà interregionale ed intergenerazionale**.



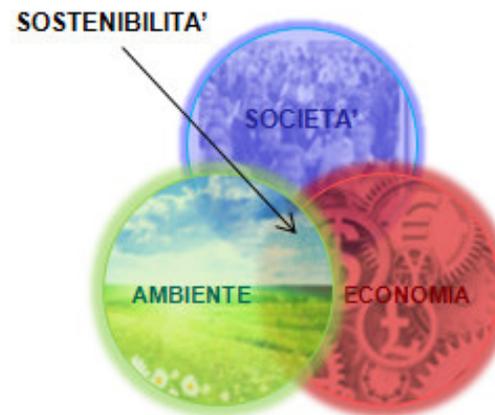
▪ **Approccio sostenibile alla gestione dei siti contaminati**

- ***Valutazione qualitativa***
- ***Valutazione quantitativa***

Bonifica sostenibile o bonifica verde

BONIFICA SOSTENIBILE

“Il processo di gestione e bonifica di un sito contaminato, finalizzato ad identificare la miglior e soluzione, che massimizzi i benefici della sua esecuzione dal punto di vista **ambientale**, **economico** e **sociale**, tramite un processo decisionale condiviso con i portatori di interesse”
(SuRF-Italy 2013)



BONIFICA VERDE

“La pratica di considerare tutti gli effetti sull’ambiente di una bonifica incorporando opzioni che riducano al minimo l’impatto **ambientale** delle azioni di pulizia “
(US EPA 2008)



Valutazione qualitativa

Definizione del modello concettuale

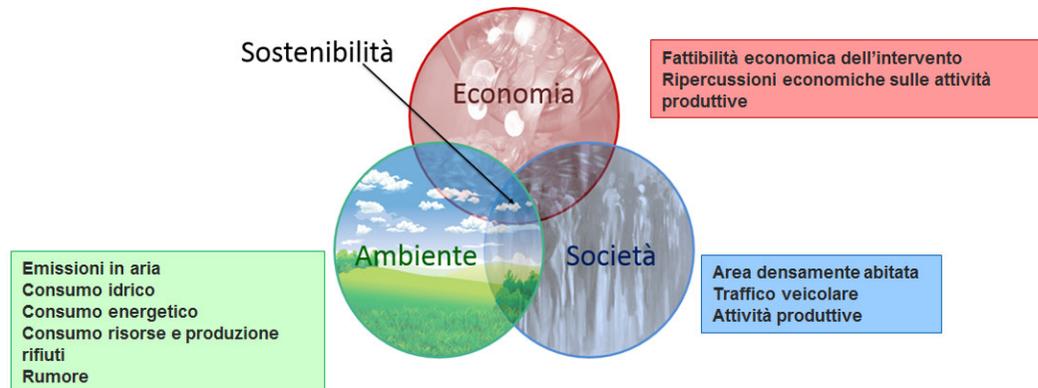
Definizione del modello concettuale del sito (CSM)

- Presenza di edifici, traffico veicolare e pedonale ed attività commerciali
- Gli acquiferi soggetti a monitoraggio e bonifica non sono adibiti a scopo idropotabile
- Ci sono difficoltà di stoccaggio e trasporto di materiale per l'elevata densità abitativa
- Non ci sono problemi di consumo energetico ed idrico
- Non sono distanti siti per il conferimento di rifiuti, e luoghi per reperimento di materie prime



Figura. Area di intervento

DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DELLA BONIFICA SOSTENIBILE



Metodica per l'analisi dell'impronta ambientale delle tecnologie di bonifica

La metodica si basa sul documento US EPA [“Methodology for Understanding and Reducing a Project’s Environmental Footprint” \(2012\)](#), che fornisce indicatori, confini del sistema e processi per la valutazione della bonifica verde.



Il tool di US EPA è stato **adattato al contesto Italiano**, cambiando parte del database:

Pacchetto energetico italiano

Distanze sito-specifiche dei trasporti (personale, approvvigionamento dei materiali e delle attrezzature e smaltimento dei rifiuti)

Approccio sostenibile alla bonifica dei siti contaminati

Nell'implementazione della sostenibilità nella bonifica dei siti contaminati sono parametri importanti:

- L'obiettivo dell'analisi;
- Indicatori, confini e livello di analisi scelti sulla base dei dati del progetto di bonifica.

1. Definizione del modello concettuale del sito (CSM)

- Ubicazione e caratteristiche del sito sottoposto a trattamento

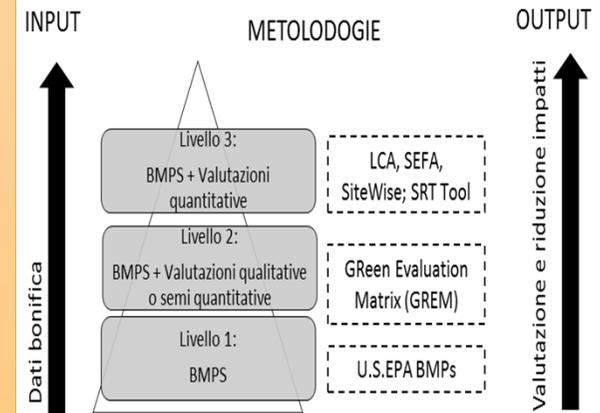
2. Definizione degli obiettivi

- Gli obiettivi della sostenibilità non sono univocamente definiti e variano in funzione del CSM.

3. Confini dello studio, indicatori e livello di approfondimento dell'analisi

- I confini individuano il campo di applicazione dell'analisi
- Il livello di dettaglio della valutazione, al crescere del livello di dettaglio cresceranno i dati necessari al completamento dello studio
 - Lv.1 Best Management Practices (BMPs)
 - Lv. 2 Valutazione qualitativa e/o semi quantitativa degli impatti
 - Lv.3 Valutazione quantitativa
- Gli indicatori devono essere specifici, misurabili, trasparenti, rilevanti e disponibili.

4. Descrizione dei risultati conseguiti



Valutazione qualitativa Impatti ambientali qualitativi (1/3)

IMPATTI AMBIENTALI QUALITATIVI APPLICAZIONE FULL-SCALE

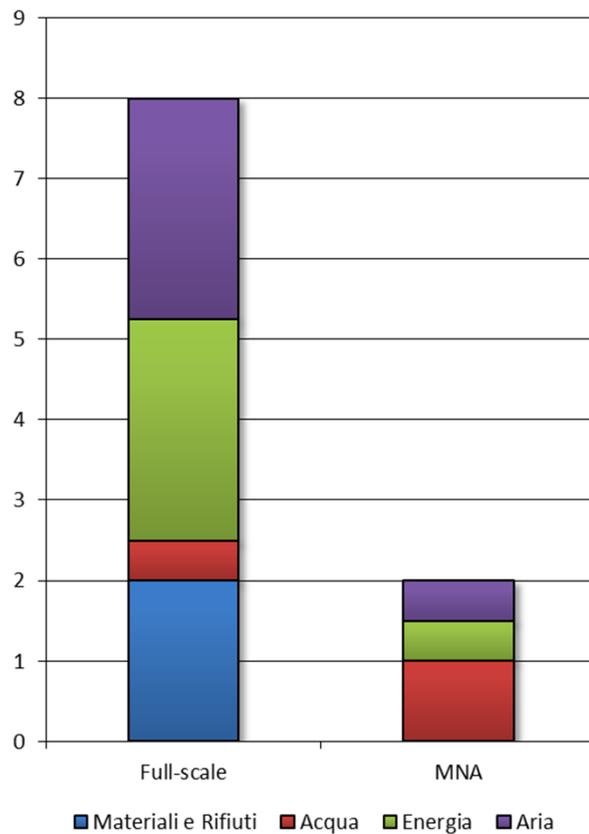
Indicatori ambientali	Descrizione	Contributi	Peso singolo	Peso mediato
Materiali e Rifiuti	Produzione rifiuti pericolosi	DPI e contenitori per trasporto reagente	1	2
	Produzione rifiuti non pericolosi	Detriti di scavo da pozzi	2	
	Materie prime grezze	Materiali da costruzione (come ghiaia, sabbia, ecc.)	2	
	Materie prime raffinate	Reagenti chimici iniettati e materiali da costruzione (PVC, cemento, ecc.) per la realizzazione di pozzi di	3	
	Materie prime da riciclo	Non previsto	0	
Acqua	Consumo acqua sotterranea	Non previsto	0	0,5
	Produzione acque di scarico	Acque di spurgo prelevate durante il monitoraggio	1	
	Energia	Consumo energetico	Combustibile consumato macchine movimento terra(macchine perforatrici per la realizzazione dei pozzi)	
Combustibile consumato trasporto materiali e mezzi (materiali di costruzione, reagenti d attrezzature)			3	
Combustibile consumato trasporto personale (realizzazione di pozzi, iniezione di reagenti ed attività di monitoraggio)			3	
Energia elettrica consumata per l'iniezione di reagente			3	
Produzione di materiali da costruzione			3	
Produzione dei reagenti chimici (Plumestop e HRC)			3	
Analisi chimiche di laboratorio (monitoraggio)			2	
Trattamento acque (utilizzate per la miscela iniettata e la realizzazione dei pozzi)			2	
Aria	Emissioni complessive di aria (NOx, SOx, PM10 e HAP)	Combustibile consumato macchine movimento terra(macchine perforatrici per la realizzazione dei pozzi)	3	2,75
		Combustibile consumato trasporto materiali e mezzi (materiali di costruzione, reagenti ed attrezzature)	3	
		Combustibile consumato trasporto personale (realizzazione di pozzi, iniezione di reagenti ed attività di monitoraggio)	3	
		Energia elettrica consumata per l'iniezione di reagente	3	
		Produzione di materiali da costruzione	3	
		Produzione dei reagenti chimici (Plumestop e HRC)	3	
		Analisi chimiche di laboratorio (monitoraggio)	2	
		Trattamento acque (utilizzate per la miscela iniettata e la realizzazione dei pozzi)	2	

Valutazione qualitativa Impatti ambientali qualitativi (2/3)

IMPATTI AMBIENTALI QUALITATIVI APPLICAZIONE MNA

Indicatori ambientali	Descrizione	Inventario	Peso singolo	Peso mediato
Materiali e Rifiuti	Produzione rifiuti pericolosi	DPI	0	0
	Produzione rifiuti non pericolosi	Non previsto	0	
	Materie prime grezze	Non previsto	0	
	Materie prime raffinate	Non previsto	0	
	Materie prime da riciclo	Non previsto	0	
Acqua	Consumo acqua sotterranea	Non previsto	0	1
	Produzione acque di scarico	Acque di spurgo prelevate durante il monitoraggio	2	
Energia	Consumo energetico	Combustibile consumato macchine movimento terra(macchine perforatrici per la realizzazione dei pozzi)	0	0,5
		Combustibile consumato trasporto materiali e mezzi (materiali di costruzione ed attrezzature)	0	
		Combustibile consumato trasporto personale (realizzazione di pozzi, iniezione di reagenti ed attività di monitoraggio)	2	
		Energia elettrica consumata per l'iniezione di reagente	0	
		Produzione di materiali da costruzione	0	
		Produzione di reagenti chimici	0	
		Analisi chimiche di laboratorio (monitoraggio)	2	
Aria	Emissioni complessive di aria (NOx, SOx, PM10 e HAP)	Treatmento acque (realizzazione dei pozzi)	0	0,5
		Combustibile consumato macchine movimento terra(macchine perforatrici per la realizzazione dei pozzi)	0	
		Combustibile consumato trasporto materiali e mezzi (materiali di costruzione ed attrezzature)	0	
		Combustibile consumato trasporto personale (realizzazione di pozzi, iniezione di reagenti ed attività di monitoraggio)	2	
		Energia elettrica consumata per l'iniezione di reagente	0	
		Produzione di materiali da costruzione	0	
		Produzione di reagenti chimici	0	
Analisi chimiche di laboratorio (monitoraggio)	2			
		Treatmento acque (realizzazione dei pozzi)	0	

Valutazione qualitativa Impatti ambientali qualitativi (3/3) Impronta ambientale



Impronta ambientale full-scale >>
Impronta ambientale MNA

MATERIALI E RIFIUTI: full-scale >> MNA → materiali pozzi, detriti di scavo, reagenti iniettati

ACQUA: full-scale < MNA → acque reflue emunte durante le attività di monitoraggio

ENERGIA, ARIA: full-scale >> MNA → produzione materiali, combustibile perforazione

Valutazione qualitativa Impatti sociali qualitativi

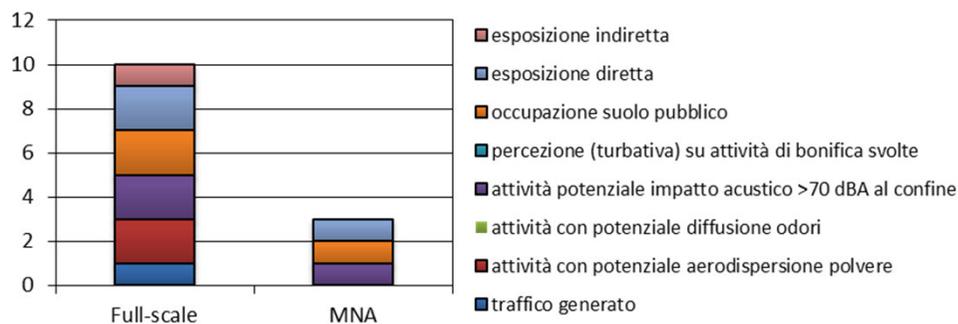
IMPATTI SOCIALI QUALITATIVI APPLICAZIONE FULL-SCALE

Indicatori sociali	Contributi	Peso contributi
traffico generato	traffico dovuto all'occupazione di suolo pubblico nell'area	1
attività con potenziale aerodispersione polvere	attività di aerodispersione durante la fase di perforazione	2
attività con potenziale diffusione odori	trascurabile	0
attività potenziale impatto acustico >70 dBA al confine	attività di scavo, attività di iniezione del reagente e spurgo dei piezometri	2
percezione (turbativa) su attività di bonifica svolte	trascurabile	0
occupazione suolo pubblico	area in zona residenziale	2
esposizione diretta	attività di scavo, di iniezione e di monitoraggio	2
esposizione indiretta	attività di scavo	1

IMPATTI SOCIALI QUALITATIVI MNA

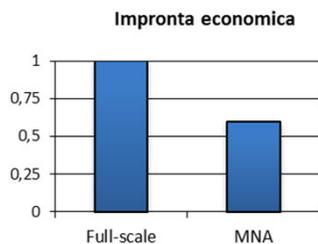
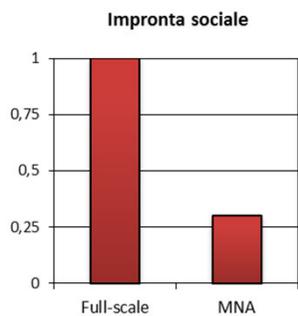
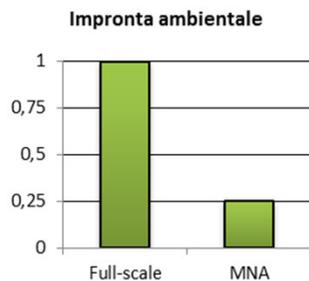
Indicatori sociali	Contributi	Peso contributi
traffico generato	traffico dovuto all'occupazione di suolo pubblico nell'area	0
attività con potenziale aerodispersione polvere	attività di aerodispersione durante la fase di perforazione	0
attività con potenziale diffusione odori	trascurabile	0
attività potenziale impatto acustico >70 dBA al confine	attività di scavo, attività di iniezione del reagente e spurgo dei piezometri	1
percezione (turbativa) su attività di bonifica svolte	trascurabile	0
occupazione suolo pubblico	area in zona residenziale	1
esposizione diretta	attività di scavo, di iniezione e di monitoraggio	1
esposizione indiretta	attività di scavo	0

Impronta sociale contributi



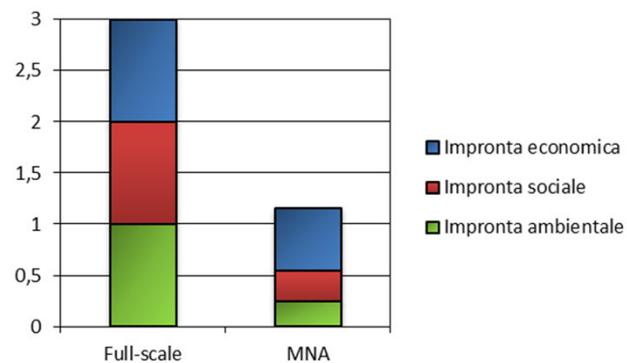
**Impronta sociale full-scale >>
Impronta sociale MNA**

Valutazione qualitativa Valutazione sostenibilità dell'intervento



Assegnando pari
peso a tutti i
contributi

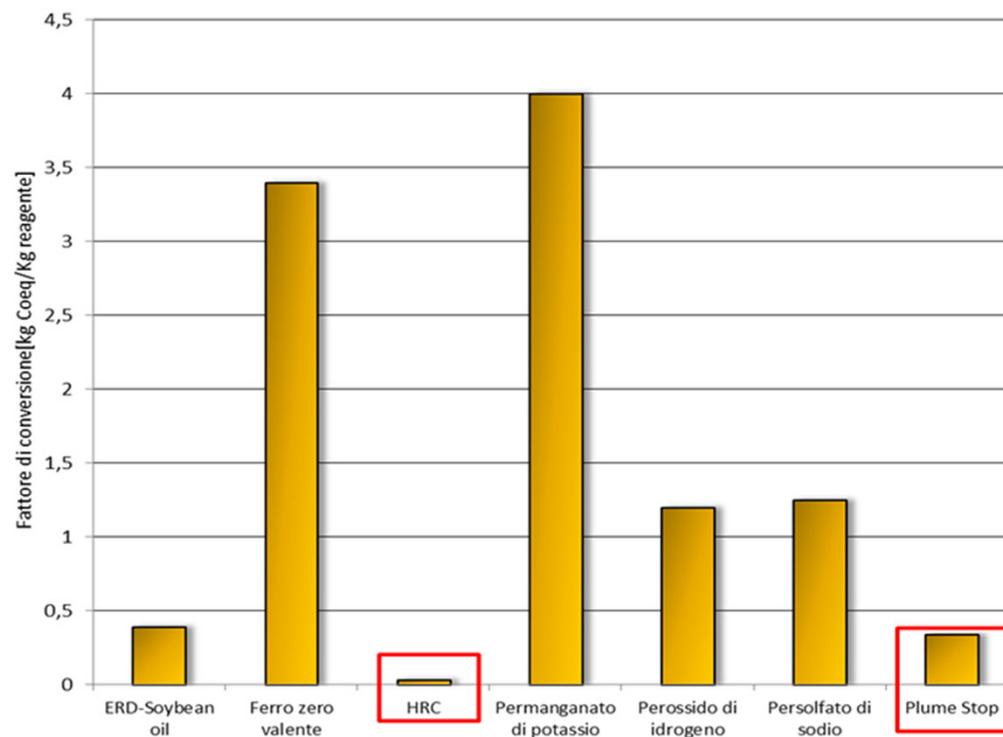
Sostenibilità full-scale < Sostenibilità MNA



Valutazione qualitativa

Studio bibliografico- Confronto tecnologie chimiche-fisiche- biologiche

Reagente	Fattore di conversione [Kg Coeq/Kg reagente]	Riferimento	Note
ERD-Soybean oil	0,39	Siegrist et al.,(2011) ¹	-
Ferro zero valente	3,4	U.S. EPA (2012) ²	Acciaio inossidabile
HRC	0,031	U.S. EPA (2012)	Siero di latte
Permanganato di potassio	4	Siegrist et al.,(2011)	-
Perossido di idrogeno	1,2	Siegrist et al.,(2011)	Trascurato il processo di attivazione
Persolfato di sodio	1,25	Siegrist et al.,(2011)	Trascurato il processo di attivazione
Plume Stop	0,34	U.S. EPA (2012)	4% impatti del GAC



Grazie per l'attenzione!

l.cestaincani@italferr.it

14 Maggio 2021

