



# CRITERI GENERALI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEI SITI CONTAMINATI



**ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MACERATA**

RELATORE: DOTT.SSA GEOL. ANNA RITA FRIOLI (ARPAM)

# Art. 242 del D.Lgs 152/06

## Evento (c.1)

Misure di prevenzione  
(entro 24 h dall'evento)  
ed indagini preliminari

## Risultanze delle indagini (c.2)

Valori dei parametri  
ricercati  
> CSC

Valori dei parametri  
ricercati  
< CSC

## Caratterizzazione (c.3)

piano  
caratterizzazione  
e approvazione  
in CdS

Ripristino  
area

## Analisi di rischio (c.4)

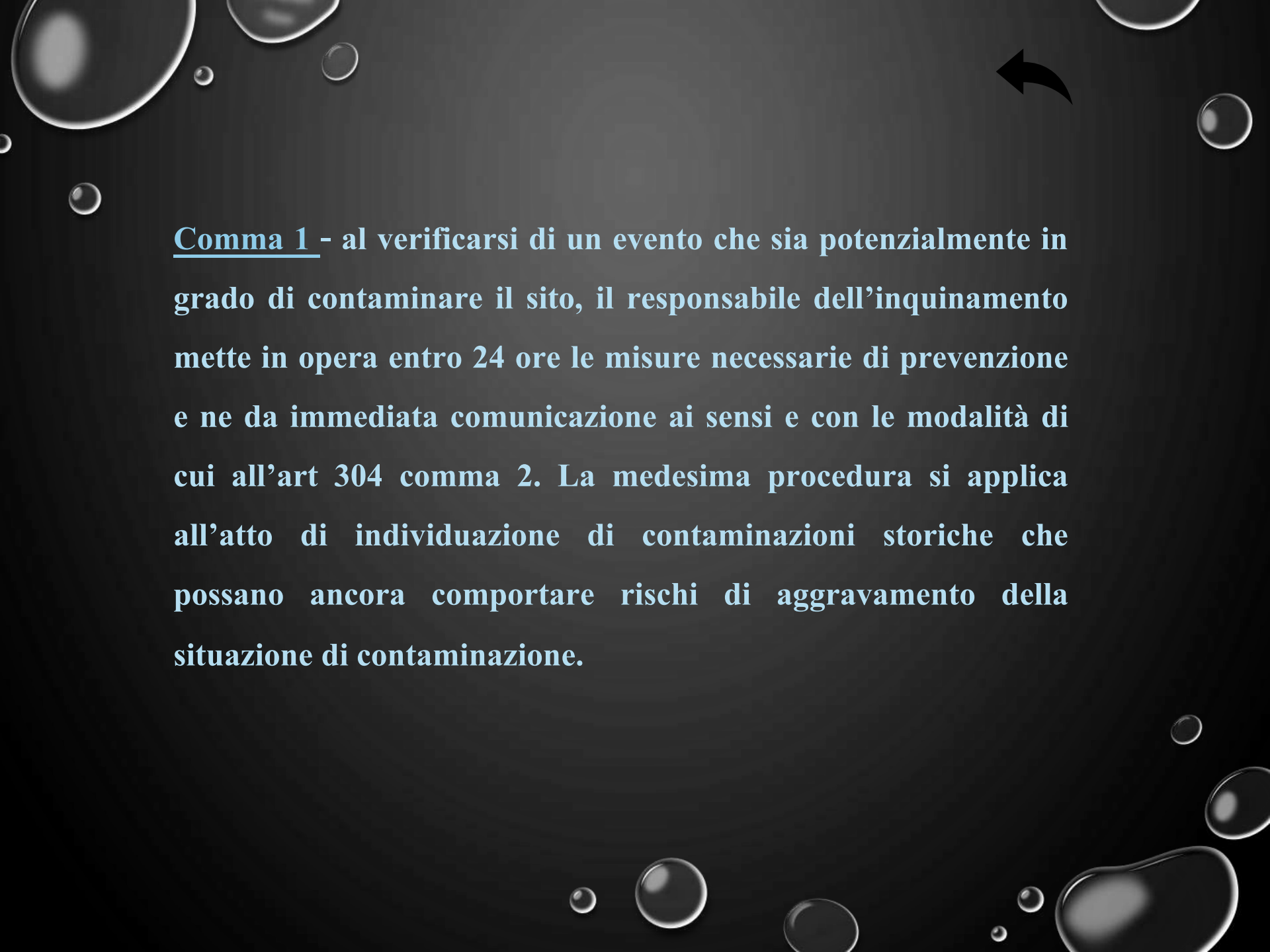
Presentazione  
analisi di  
rischio e  
approvazione  
in CdS

Valori dei parametri  
ricercati  
< CSR

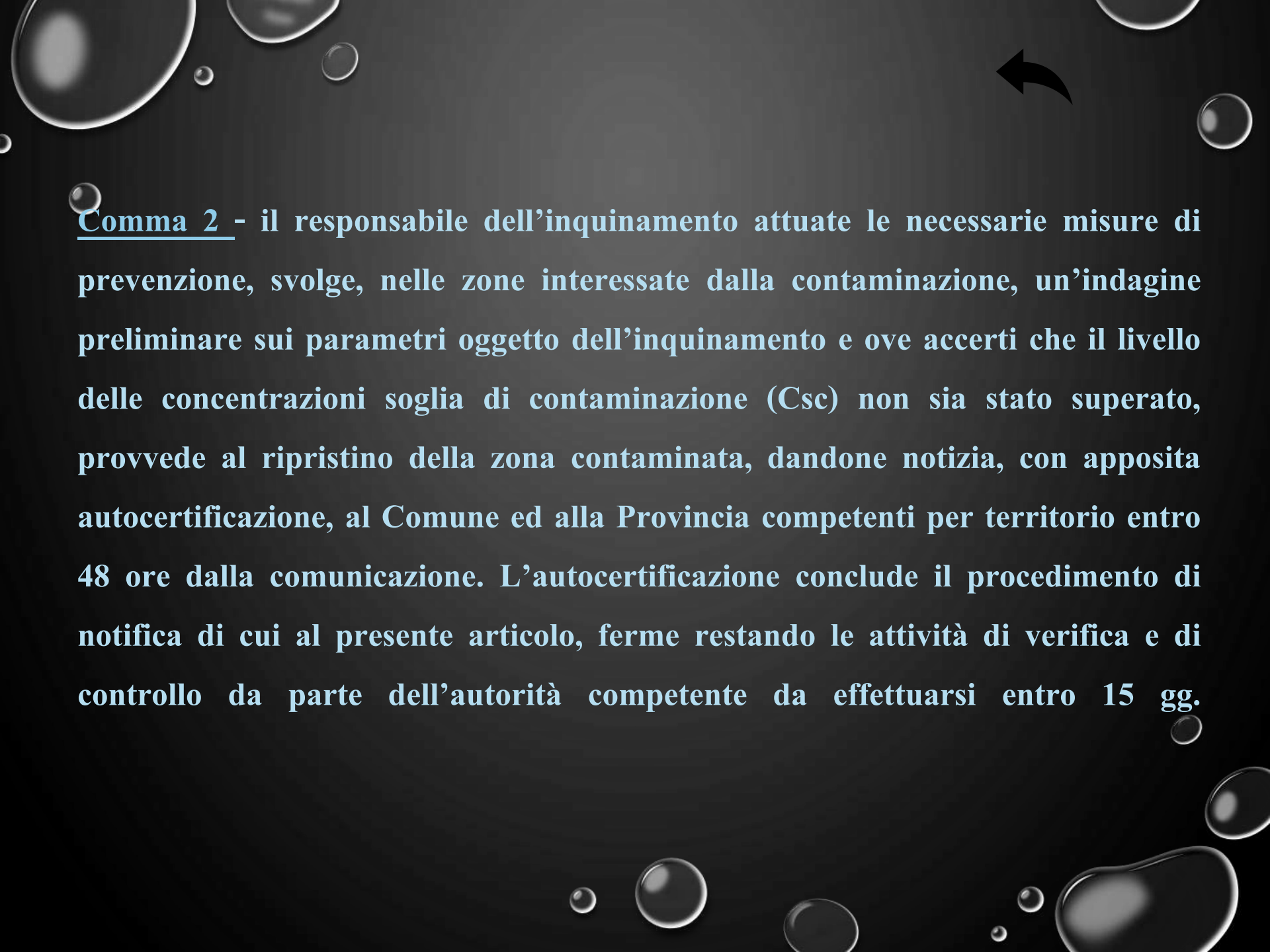
Valori dei parametri  
ricercati  
> CSR

Conclusione  
Procedimento  
eventuali  
prescrizioni  
(monitoraggi)

Presentazione  
progetto  
operativo di  
bonifica (PoB)



**Comma 1 - al verificarsi di un evento che sia potenzialmente in grado di contaminare il sito, il responsabile dell'inquinamento mette in opera entro 24 ore le misure necessarie di prevenzione e ne da immediata comunicazione ai sensi e con le modalità di cui all'art 304 comma 2. La medesima procedura si applica all'atto di individuazione di contaminazioni storiche che possano ancora comportare rischi di aggravamento della situazione di contaminazione.**



Comma 2 - il responsabile dell'inquinamento attuate le necessarie misure di prevenzione, svolge, nelle zone interessate dalla contaminazione, un'indagine preliminare sui parametri oggetto dell'inquinamento e ove accerti che il livello delle concentrazioni soglia di contaminazione (Csc) non sia stato superato, provvede al ripristino della zona contaminata, dandone notizia, con apposita autocertificazione, al Comune ed alla Provincia competenti per territorio entro 48 ore dalla comunicazione. L'autocertificazione conclude il procedimento di notifica di cui al presente articolo, ferme restando le attività di verifica e di controllo da parte dell'autorità competente da effettuarsi entro 15 gg.



Comma 3 - qualora l'indagine preliminare di cui al comma 2 accerti l'avvenuto superamento delle CSC anche per un solo parametro, il responsabile dell'inquinamento ne da immediata comunicazione al Comune ed alle Province competenti per territorio con descrizione delle misure di prevenzione e di messa in sicurezza di emergenza adottate. nei successivi trenta giorni, presenta alle predette amministrazioni, nonché alla Regione territorialmente competente il piano di caratterizzazione con i requisiti di cui all'allegato 2 alla parte quarta del presente decreto.

## ALLEGATO 2

**PARTE IV titolo V D.Lgs 152/06**

*Criteria generali per la caratterizzazione  
dei siti contaminati*





**”La caratterizzazione ambientale di un sito è identificabile con l'insieme delle attività che permettono di ricostruire i fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali, in modo da ottenere le informazioni di base su cui prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito. Le attività di caratterizzazione devono essere condotte in modo tale da permettere la validazione dei risultati finali da parte delle Pubbliche Autorità.**

# La Caratterizzazione si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

1

- Ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito Modello concettuale preliminare

2

- Piano della caratterizzazione

3

- Elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici
- Eventuale piano di Indagine Integrativo



# RICOSTRUZIONE STORICA DEL SITO ED ELABORAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE

## OBIETTIVI

- 1 Identificare le sorgenti di contaminazione (sorgenti primarie e/o secondarie)
- 2 identificare le vie di migrazione dei contaminanti
- 3 individuare i bersagli di contaminazione



# 1 RICOSTRUZIONE STORICA

## Inquadramento territoriale del sito:

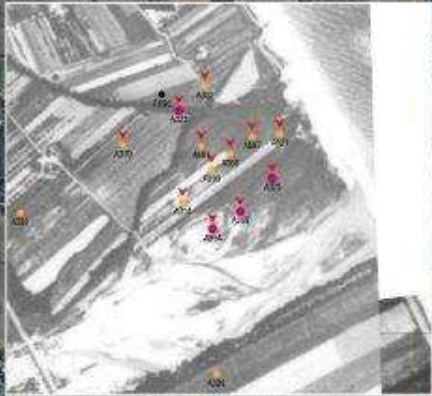
IGM, cartografie tecniche, catastali, rilievi aerofotogrammetrici con DRONE, PRG, certificato destinazione d'uso

## Planimetrie di dettaglio del sito:

presenza e ubicazione impianti, serbatoi stoccaggio, depositi rifiuti, sottoservizi, aree non pavimentate e non impermeabilizzate. Ricerca dei cicli lavorativi e pregressi (sostanze chimiche utilizzate, rifiuti prodotti, eventuali incidenti/sversamenti)

Definizione del modello idrogeologico, geologico ed idrografico del sito (conoscere la stratigrafia dei terreni e la loro permeabilità (strumenti come Protezione civile, PRG ecc.) presenza punti approvvigionamento acqua /pozzi, piezometri), presenza di falda, regime delle acque superficiali e la loro interferenza con la falda

1955



"VOLO GAZI" 1955

1978



"VOLO MARCHE" 1978

1985



"VOLO ITALIA" 1985

2006



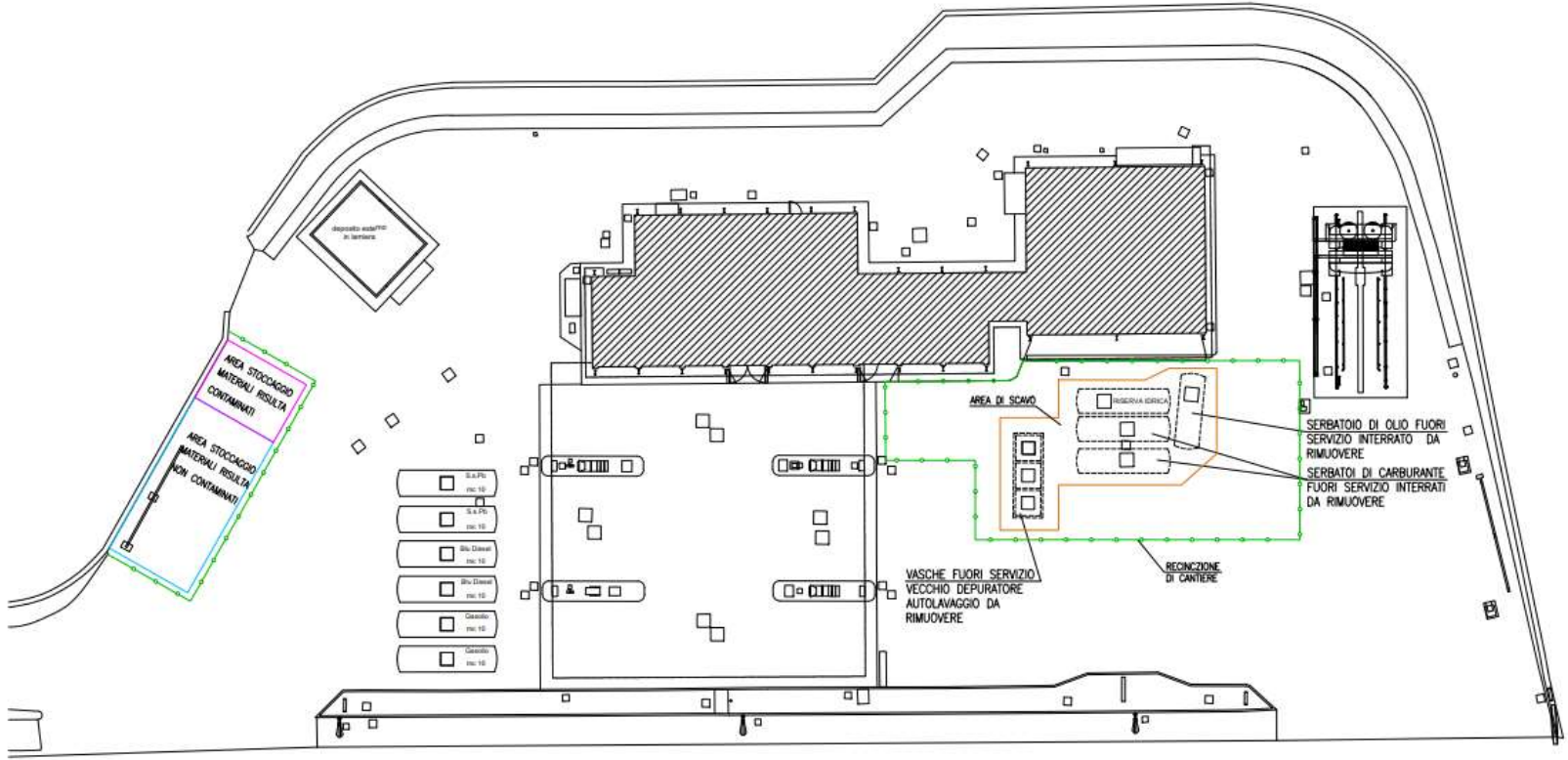
Orizzonte Global AGEA volo 2006

Immagine da google heart ottobre 2016



Immagine da google heart ottobre 2019

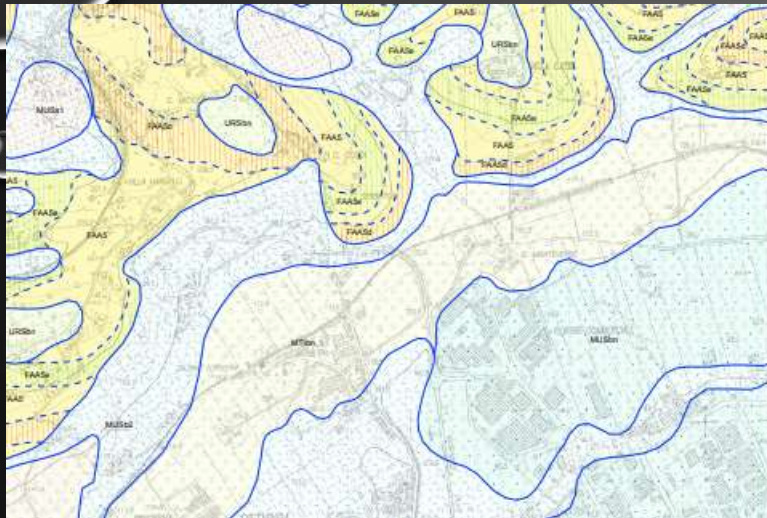




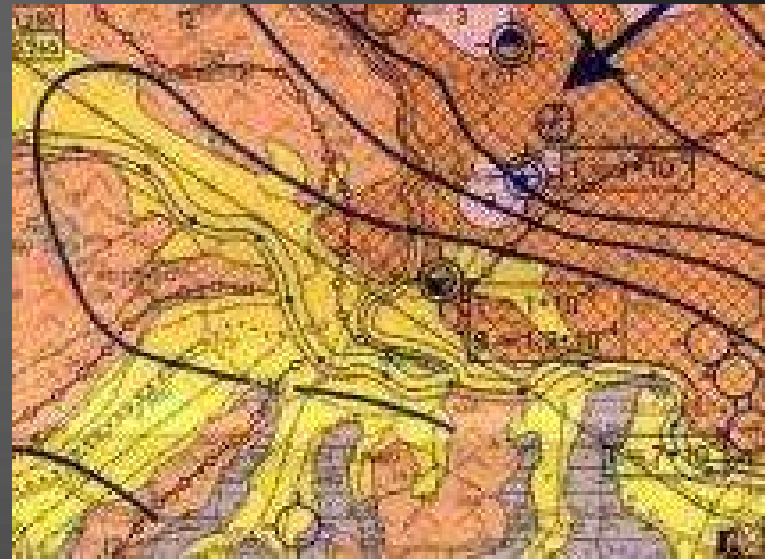




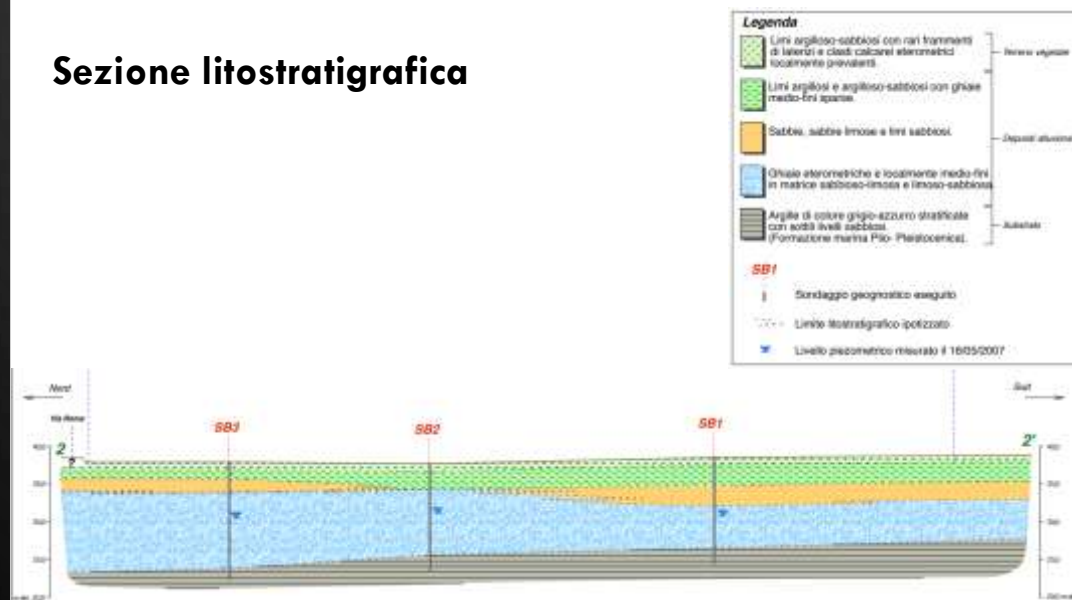
## Carta geologica



## Carta idrogeologica



## Sezione litostratigrafica



# ***PIANO DELLA CARATTERIZZAZIONE***

Predisposizione di un piano di indagini ambientali finalizzato alla verifica dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee.

## **METODO DI INDAGINI:**

- **INDAGINI INDIRETTE**
- **INDAGINI DIRETTE**

# INDAGINI INDIRECTE

***RILIEVI AEROFOTOGRAMMETRICI***



***GEORADAR***



***TOMOGRAFIE ELETTRICHE***



***MAGNETOMETRIA***

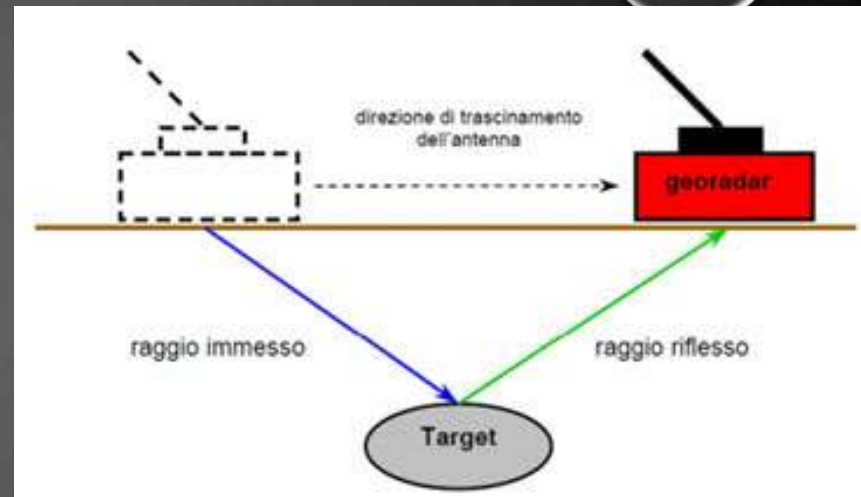


## Rilievi aerofotogrammetrici (con drone o voli aerei)

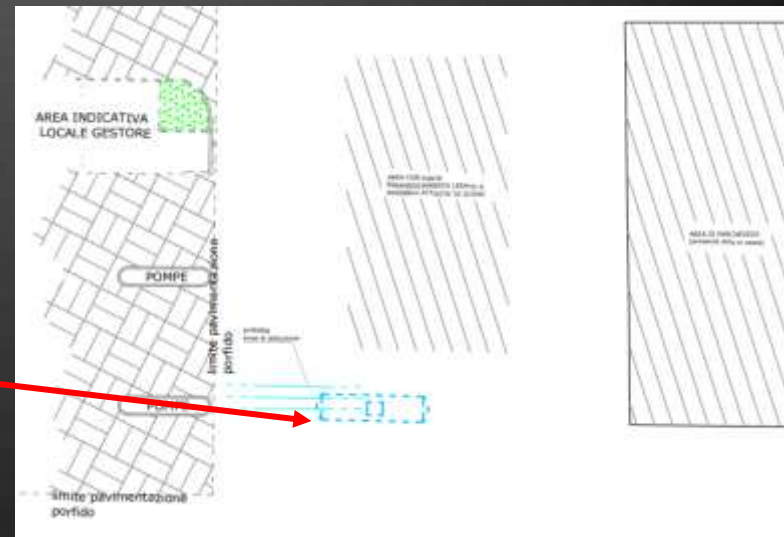
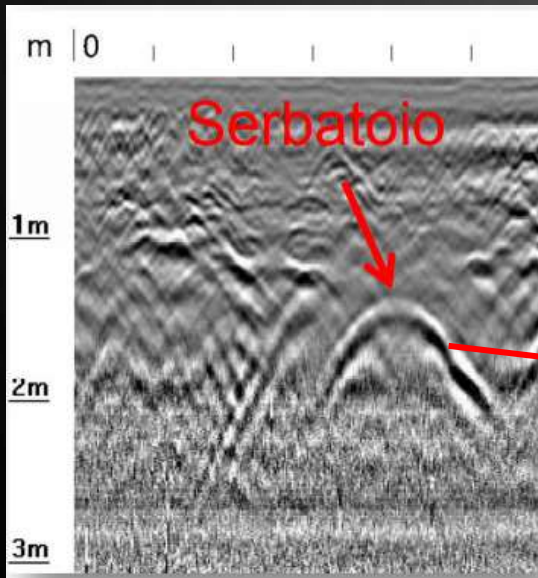




Il metodo comunemente chiamato **georadar** (ground probing radar – GPR) è un sistema di indagine geofisica del sottosuolo, per modeste profondità, basato sulla riflessione delle onde elettromagnetiche.



Invio di impulsi elettromagnetici ad alta frequenza (10 e 2000 Mhz). e misura del tempo impiegato dal segnale a ritornare al ricevitore dopo essere stato riflesso da eventuali discontinuità.



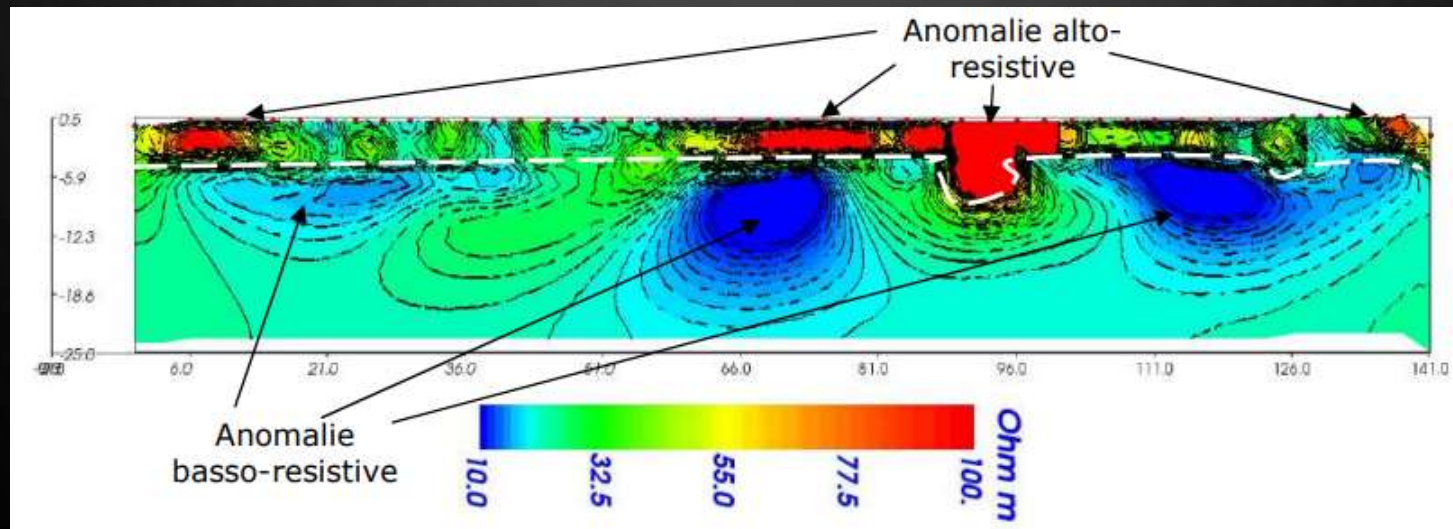
Ricerca di sottoservizi (tubazioni e tombini stradali), individuazione e mappatura di manufatti esistenti.



Tomografie elettriche: misura della resistività del sottosuolo effettuando delle misure dalla superficie immettendo corrente elettrica nel terreno tramite elettrodi.



I risultati della prospezione vengono rappresentati tramite mappe e sezioni del terreno che mostrano le zone a diversa resistività.





## TOMOGRAFIA ELETTRICA

Investigazione fino a 25 m di profondità dal p.c. Nei primi 5 m di profondità è presente un elettrostrato caratterizzato da resistività variabili tra pochi  $\text{ohm}\cdot\text{m}$  fino a valori maggiori di  $100 \text{ ohm}\cdot\text{m}$ , con presenza di anomalie alto-resistive concentrate in 4 aree (progressive a 6 m, 70 m, 95 m e 140 m). Segue un elettrostrato basso resistivo con la presenza di 3 aree a resistività prossime ai  $10 \text{ ohm}\cdot\text{m}$ . Le anomalie bassoresistive potrebbero essere ascrivibili a materiale limoso-argilloso, o a zone ad elevata umidità. Le anomalie alto-resistive potrebbero essere ascrivibili a terreni di riporto, con percentuale di vuoti maggiori rispetto ai terreni circostanti.



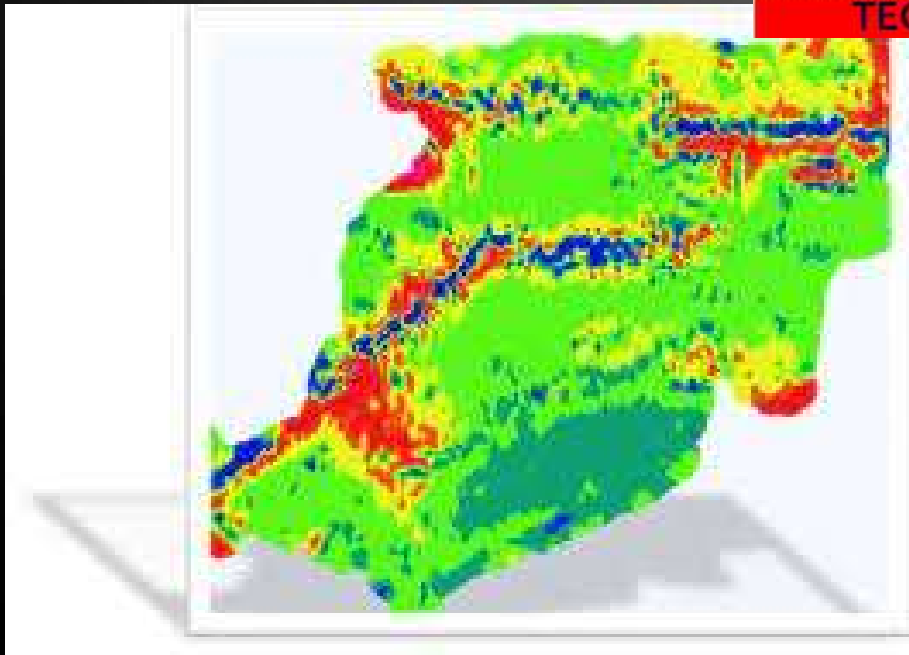
## Indagine magnetometrica

Idonea per la localizzazione di corpi metallici sepolti.

La presenza di corpi interrati, con caratteristiche ferromagnetiche, altera il valore del campo magnetico naturale ivi presente generando “anomalie magnetiche”.



TECNO IN - GEOSOLUTIONS - CASE HISTORY





# **INDAGINI DIRETTE**

***SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO***

***TRINCEE E SCAVI***

***PIEZOMETRI***

**SONDAGGIO**



**PIEZOMETRO**



**SCAVO**



## *SCOPO DELLE INDAGINI DIRETTE*

```
graph TD; A[SCOPO DELLE INDAGINI DIRETTE] --- B[Verifica inquinamento nelle matrici suolo, sottosuolo e acque sotterranee]; A --- C[Definire i percorsi di migrazione degli inquinanti verso i recettori]; A --- D[Ricostruzione geologica ed idrogeologica]; A --- E[Ottenere i parametri da inserire nell'Analisi di Rischio];
```

Verifica inquinamento nelle matrici suolo, sottosuolo e acque sotterranee

Definire i percorsi di migrazione degli inquinanti verso i recettori

Ricostruzione geologica ed idrogeologica

Ottenere i parametri da inserire nell'Analisi di Rischio



# PIANIFICAZIONE DELLE INDAGINI

***Piano di campionamento*** ●

***Metodo di campionamento*** ●

**Parametri da ricercare  
(chimici e geotecnici)** ●



A differenza del vecchio DM 471/99, il D.lgs 152/06 non prevede il numero di indagini per superficie

## *PIANO DI CAMPIONAMENTO*

Vengono identificati in base alle informazioni raccolte sul sito da indagare

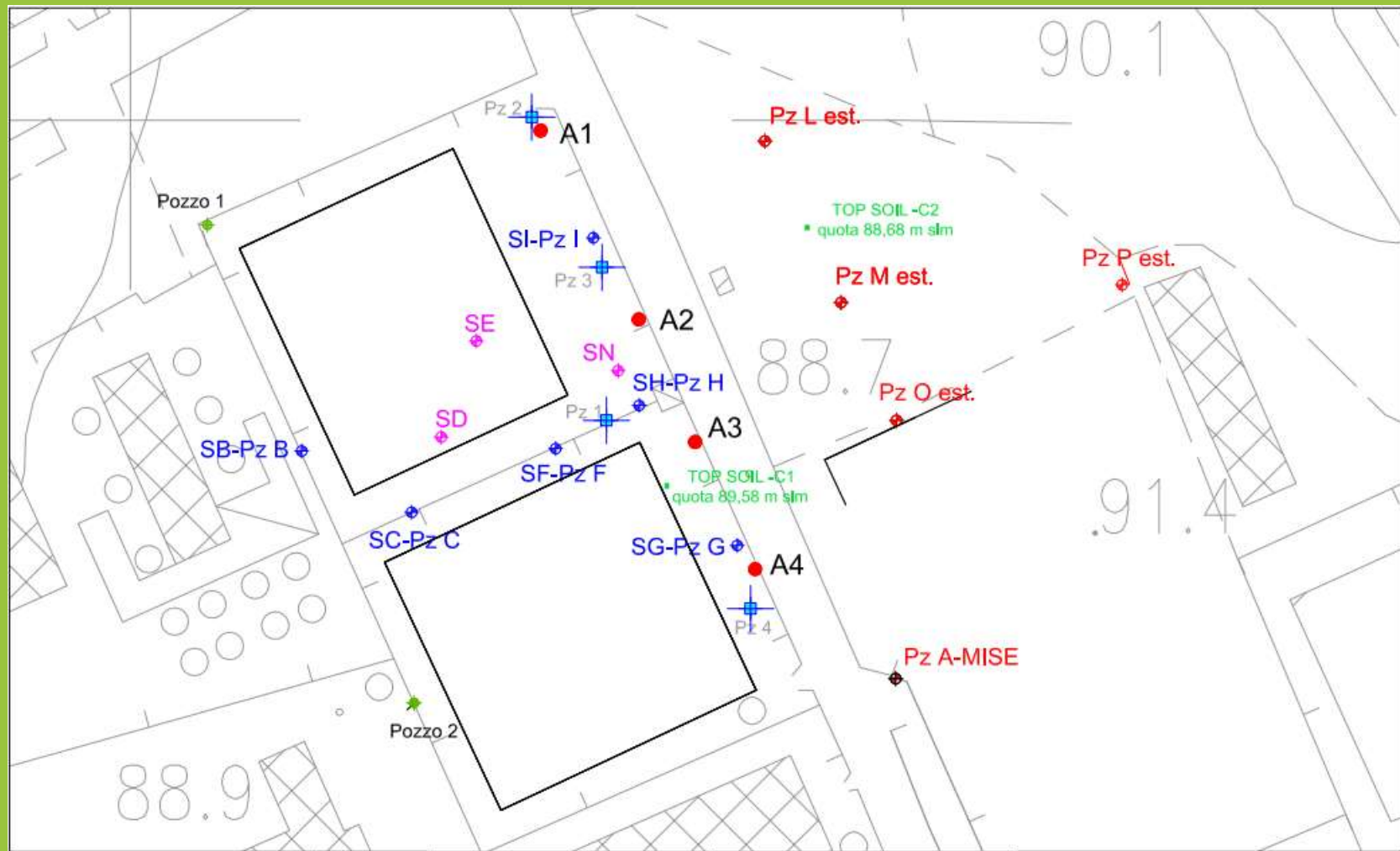
**Ubicazione ragionata**

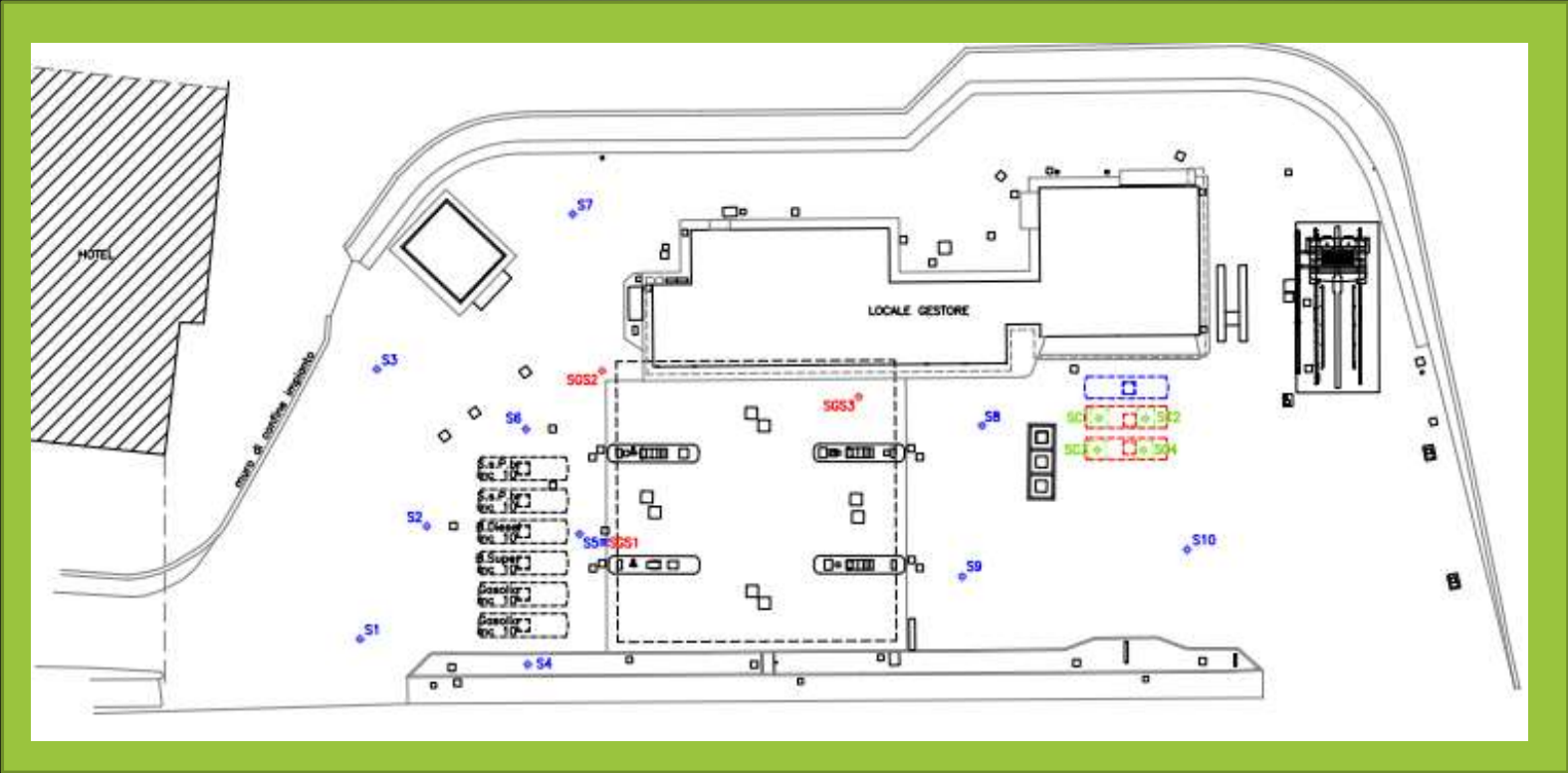
**Se sono disponibili informazioni approfondite sul sito che consentano di prevedere la localizzazione delle aree più vulnerabili e delle più probabili fonti di contaminazione.**

**Ubicazione sistematica**

**a griglia o casuale.**

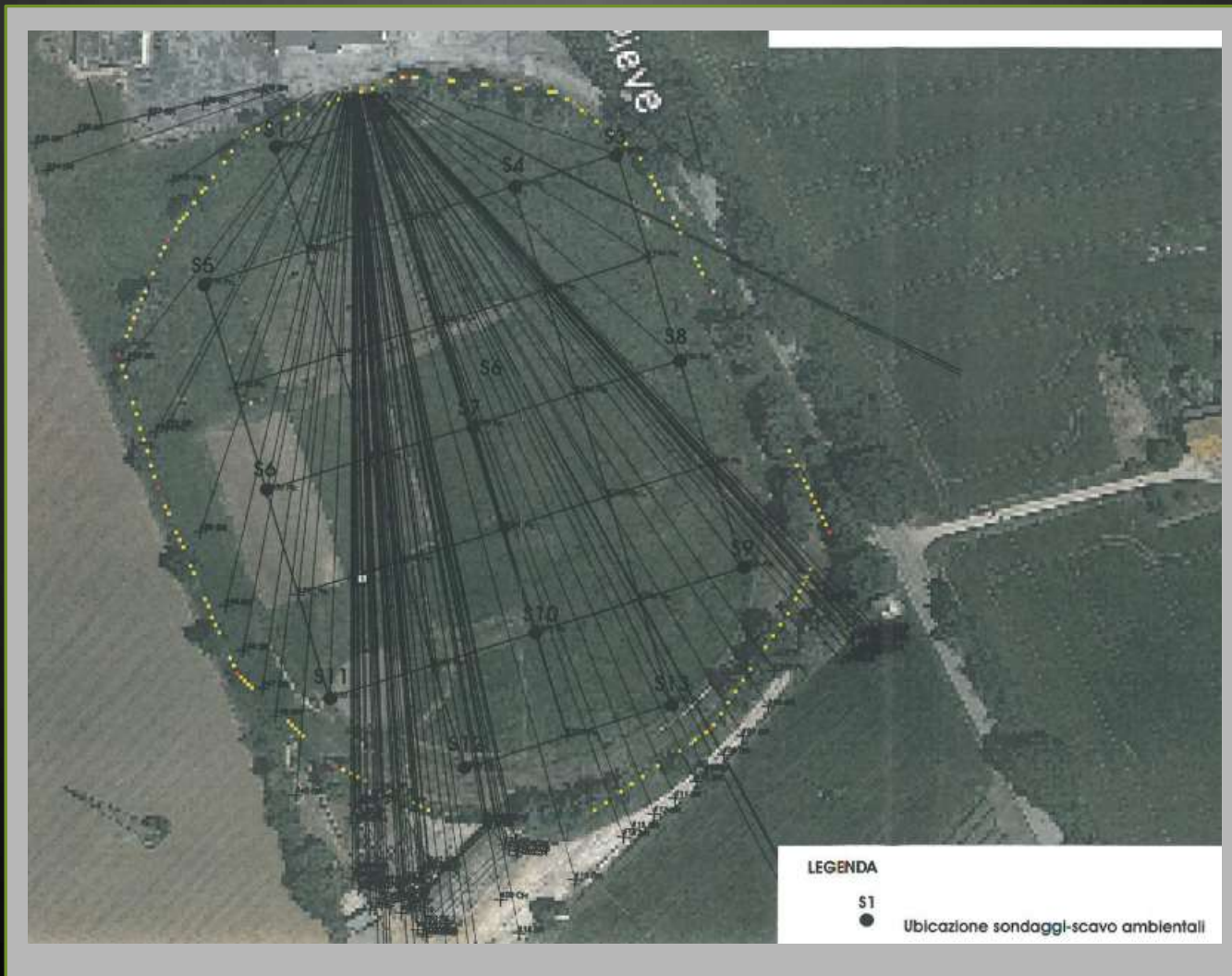
**Se non sono disponibili informazione tali da poter localizzare aree più vulnerabili o abbiamo un inquinamento diffuso.**





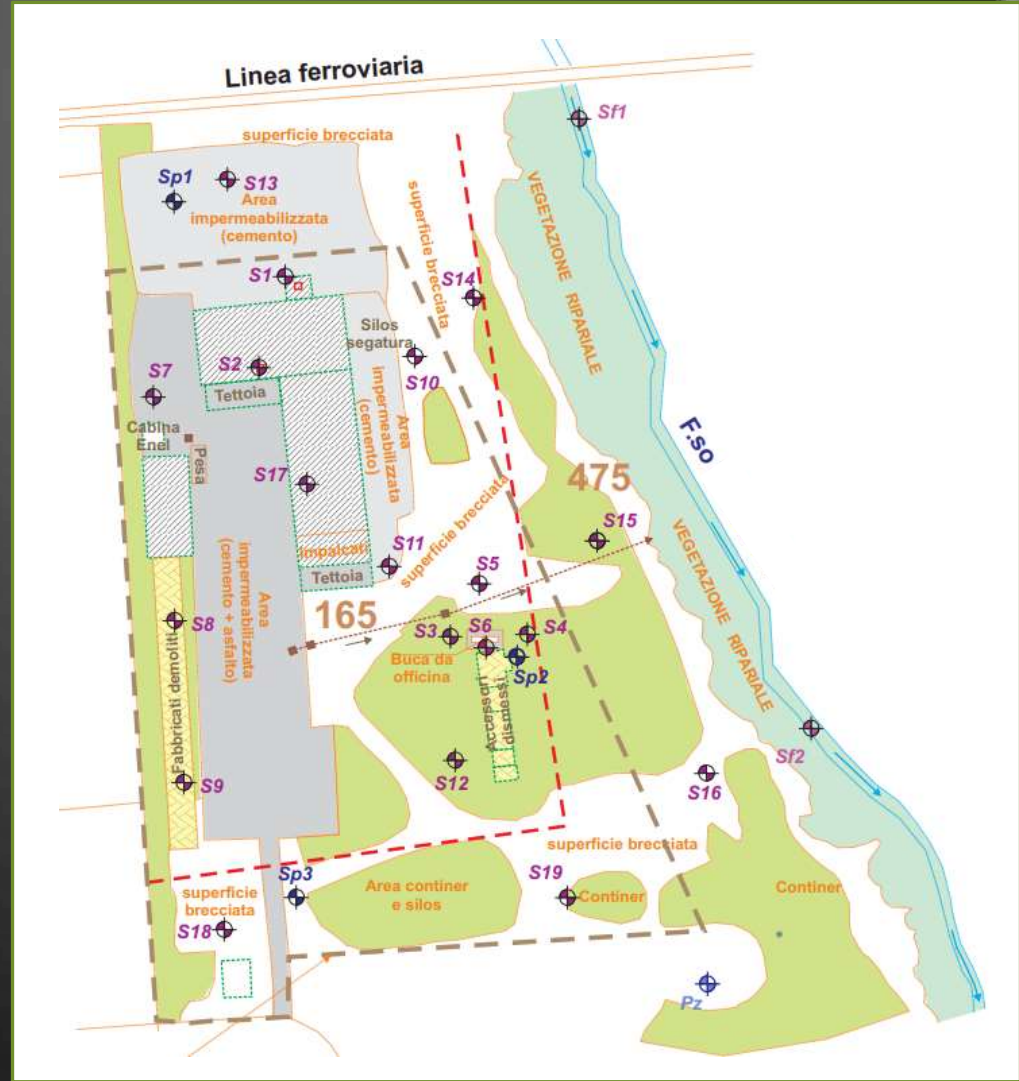
Sistema a griglia:

i punti di campionamento sono ubicati al centro o ai vertici di una maglia ideale e risultano equispaziati.





Sistema misto: in parte a griglia ed in parte ragionata.



## **METODO DI CAMPIONAMENTO**

**Sondaggi a carotaggio continuo** →

**Scavi con benna** →

**Piezometri** →



# SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

## obiettivo

- Ricostruire la stratigrafia locale
- Prelievo di campioni di terreno rappresentativi dello stato qualitativo di quella matrice.

## Condizioni necessarie

- Preservare le proprietà naturali del sottosuolo
- Evitare le contaminazioni delle acque e del suolo
- Il metodo deve consentire la raccolta di campioni rappresentativi dei terreni
- Ove possibile evitare l'utilizzo di acqua o di altri fluidi per evitare di introdurre nel foro sostanze estranee al terreno e/o di veicolare altrove l'eventuale contaminazione del terreno stesso (cross-contamination, ovvero contaminazione incrociata).
- Se l'uso di fluidi è inevitabile utilizzare acqua potabile o di qualità nota.



# SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

## Stratigrafia

### Cassetta catalogatrice



STRATIGRAFIA		DESCRIZIONE LITOLOGICA		Profondità (m)	Completato	Quota dal p.c. (m)	% in carotaggio	Stato	OSSERVAZIONI
QUOTE (m)	P.C. (pacc.)			metri n.	metri n.				
1	1,00 - 1,00		Limi argilloso-sabbiosi di colore marrone scuro con resti vegetali, ciassi sparse e rari frammenti di laterali.	1	0,10	0,00 - 1,00			
2	2,00 - 1,00		Limi argilloso-sabbiosi di colore nocciola scuro con bande nerastre e resti carbonacei. A partire da - 1,50 m colore marrone rossiccio.	1					Asciutto
3			Limi argillosi di colore marrone scuro con abbondanti concrezioni carbonacee millimetriche e in noduli e resti carbonacei.						
4	4,10 - 2,10		Limi debolmente sabbioso-argillosi di colore nocciola scuro-rossiccio con bande grigio scuro e macchie concrezioni carbonatiche millimetriche e ghiaie sparse.		C3	4,50			Debolmente umido
5	5,00 - 0,90		Sabbie limose e limi sabbiosi di colore giallastro con screziature ocracee e bande grigio scuro, con concrezioni carbonatiche millimetriche. Molto sabbiose.						
6			Con l'aumentare della profondità passaggio graduale a sabbie grossolane debolmente limose.	2					
7			A partire da - 8,00 m ghiaie sparse.						
8	8,50 - 3,50		Sabbie limose con ghiaie eterometriche di colore nocciola scuro-rossiccio.		CA	8,70			
9	8,80 - 0,30		Limi sabbiosi di colore giallastro con screziature ocracee e concrezioni carbonatiche.						
10	9,20 - 0,40		Limi argillosi e argille limose di colore marrone scuro con concrezioni carbonatiche (gallesuozzi).						
11	9,50 - 0,30		Limi debolmente argilloso-sabbiosi di colore nocciola con screziature ocracee e bande grigie e concrezioni carbonatiche.						
12	10,20 - 0,70		Ghiaie eterometriche e sabbie grossolane debolmente limoso-argillose.						
13	10,80 - 0,40		Limi argilloso-sabbiosi di colore marrone con bande grigio scuro e concrezioni carbonatiche.						
14	11,40 - 0,80		Ghiaie eterometriche e limi sabbioso-argillosi di colore marrone. A partire da - 12,00 m ghiaie medio-grossolane in scema matrice.						
15	13,00 - 1,60		Limi argilloso-sabbiosi di colore nocciola scuro con screziature ocracee e bande grigie e sottili livelli marcatamente sabbiosi.	3					
16	13,70 - 0,70		Limi debolmente argilloso-sabbiosi di colore giallastro con concrezioni carbonatiche millimetriche e in noduli. Con la profondità aumenta gradualmente la frazione sabbiosa.						
17	14,70 - 1,00		Limi sabbioso-argillosi e limi sabbiosi di colore nocciola con screziature ocracee e bande grigie, sotto intercalazioni prevalentemente sabbiose e ghiaie sparse.						Sfiorato
18			Limi sabbiosi e sabbie limose di colore giallastro, con screziature ocracee e bande grigie.						
19	17,00 - 2,30		Sabbie grossolane e ghiaie medio-fini con ciottoli sparsi (ø 3-4 cm).	4					
20	19,10 - 2,10		Ghiaie eterometriche di natura calcarea, arenitose, e sabbie grossolane debolmente limose di colore nocciola.						

NOTE:

(1) manifestaz. idriche: \* percolazioni; (2) campione prelevato: (3) piezometro: chiuso fenestrato



## SCAVI CON BENNA

- Per investigazione superficiale del sottosuolo.
- Si ha una visione più ampia della situazione.

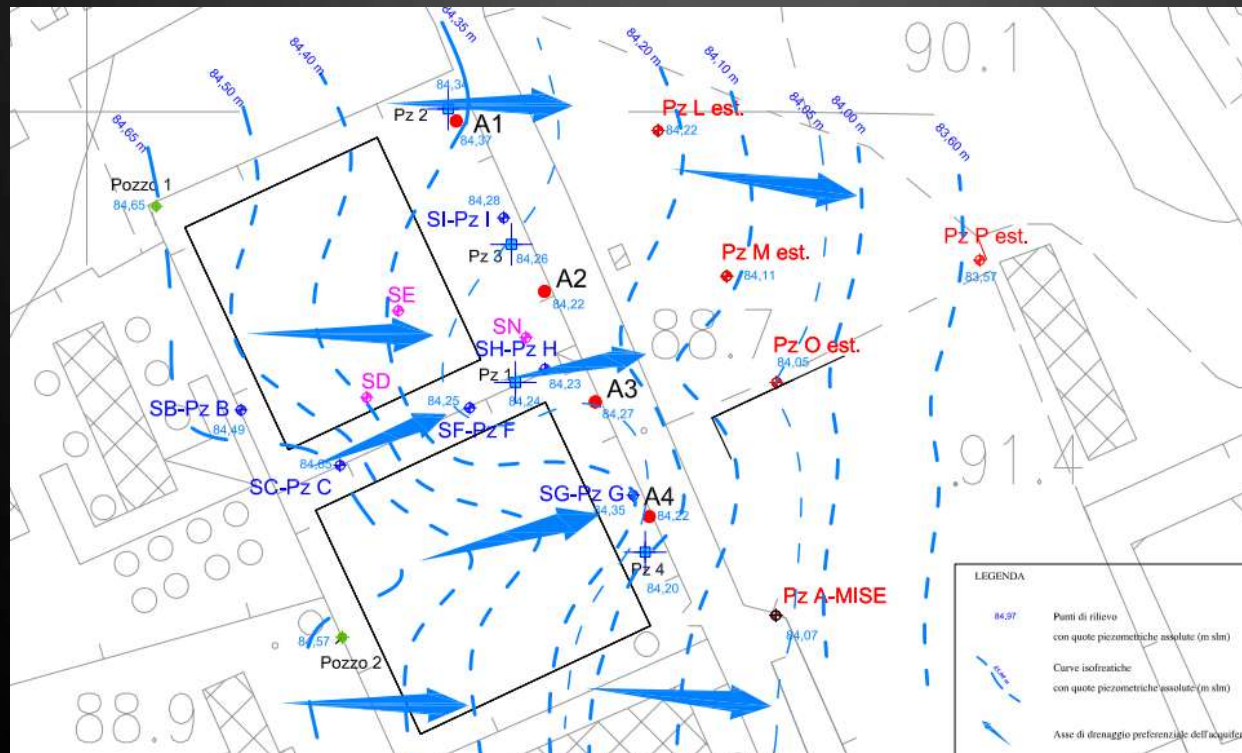


# PIEZOMETRI

Dovranno essere attrezzati a piezometro almeno tre sondaggi al fine di definire la direzione prevalente della falda ed il gradiente idraulico.

La profondità dei piezometri dovrà comunque interessare almeno la base del primo acquifero individuato e comunque profondità non inferiori a due terzi dello spessore dell'acquifero stesso.

Eventuali falde sospese dovranno essere considerate individualmente, al fine di una completa ricostruzione idrogeologica dell'area (DM 471/99).



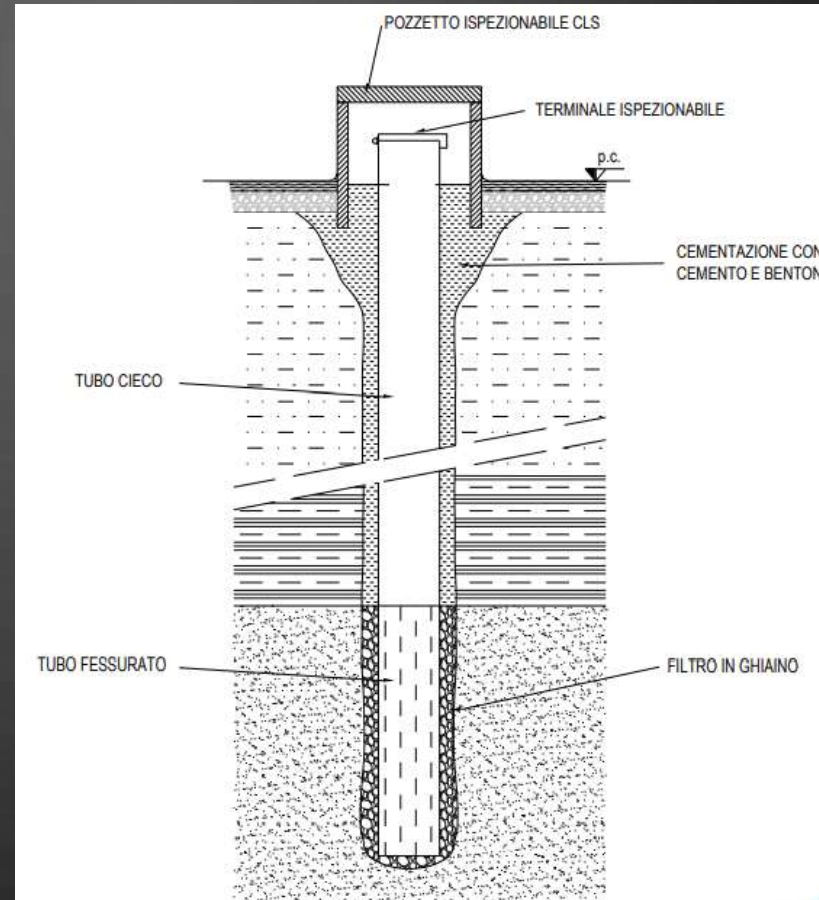


# PIEZOMETRI

Caratteristiche del piezometro

Solitamente si installano tubi da 4''  
rivestimento (tubazione cieca)

- filtro (tubazione fessurata)
- fondello
- tappo di fondo
- dreno
- sigillatura
- cementazione
- pozzetto
- boccapozzo



**Tipologia delle tubazioni**

**in acciaio inossidabile**

**a base di fluoropolimeri: politetrafluoroetilene (PTFE) o Teflon fluoroetilene (TFE), etilen propilene fluorato (FEP)**

**in materiali termoplastici: cloruro di polivinile (PVC), polietilene ad alta densità (HDPE o PEAD)**

Le tubazioni in acciaio hanno grande resistenza meccanica, quelle al carbonio sono soggette a corrosione che può essere ritardata da una zincatura a caldo. L'acciaio inossidabile è più sicuro, ma anche più costoso e, in particolari condizioni, può liberare ioni di Ni e Cr provocando contaminazione delle acque.



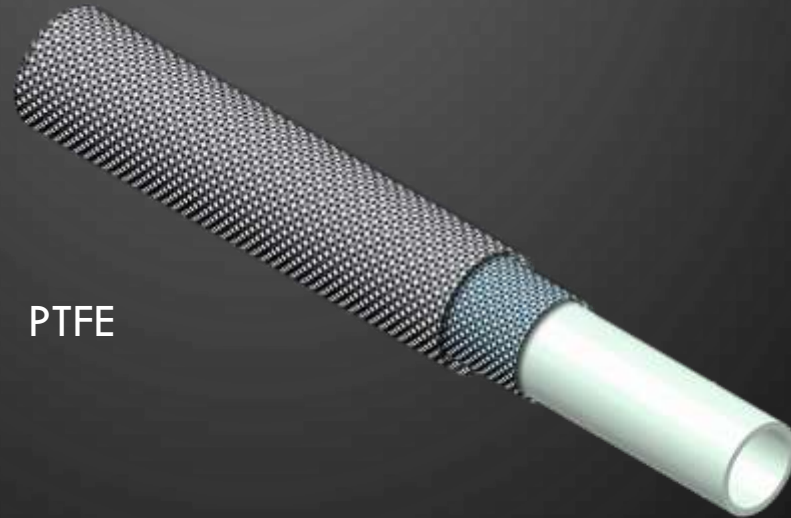
Acciaio inossidabile



Acciaio in carbonio



Sono più inerti e stabili e sono inattaccabili anche dagli acidi più forti; per contro tali materiali, difficilmente reperibili in Italia, risultano molto costosi e presentano scarsa resistenza meccanica.



PTFE





Più versatili e maggiormente utilizzati. Possiedono una buona resistenza meccanica, anche se minore degli acciai, e una buona resistenza all'attacco chimico, ad eccezione di alcuni solventi organici, quali chetoni, aldeidi, ammine, alcheni ed alcuni clorurati.

PVC



HDPE





**CAMPIONAMENTO**  
**DEI TERRENI**

# CAMPIONAMENTO DEI TERRENI

L'Allegato 2 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/2006

Prelievo di tre campioni:

**1**

**0 – 1 metro dal piano campagna**

**2**

**1 metro frangia capillare**

**3**

**1 metro zona intermedia tra i due campioni**

# Campionamento

## Puntuale

Se proviene da singoli prelievi.

## Composito

Se costituito da due o più aliquote di terreno provenienti da punti diversi, che vengono miscelate a formare un unico campione.

BIANCO DI FONDO Al fine di conoscere la qualità delle matrici dell'ambiente in cui è inserito il sito (valori di fondo) ,potrà essere necessario prelevare campioni da aree adiacenti il sito. Tali campioni verranno utilizzati per determinare i valori di concentrazione delle sostanze inquinanti per ognuna delle componenti ambientali rilevanti per il sito in esame.





Campione superficiale.  
Utilizzo di paletta metallica o spatola.

Campioni prelevati dalle carote. Si dovrà prima rimuovere la parte esterna della carota, perché soggetta ad alterazioni, quindi si preleva il nucleo con spatola metallica.



In campo si può eseguire lo screening per verificare la presenza dei composti organici volatili (COV) attraverso un fotoionizzatore portatile (comunemente detto PID - Photolization Detector).





# FORMAZIONE DEL CAMPIONE

scartare la frazione  $> 2$  cm. Le determinazioni vanno effettuate sulla frazione  $< 2$  mm. Le concentrazioni vanno riportate alla totalità del campione compreso lo scheletro



Omogeneizzare il campione.  
Pulire adeguatamente la attrezzatura tra un campione ed il successivo.

## RICERCA DEI VOLATILI COV



Per l'analisi di composti volatili si preleva un campione puntuale che viene raccolto entro vials.

Prelievo va effettuato con apposita siringa direttamente sulla carota ed inserito nella vial.





# MATERIALI DI RIPORTO

DL 25 gennaio 2012 n. 2 art. 3 comma 1

Interpretazione autentica dell'art 185 del D.lgs 152/06

«...i riferimenti al «suolo» contenuti all'art. 185, commi 1, lettere b) e c), e 4, del D. Lgs 152/06 si interpretano come riferiti anche alle matrici materiali di riporto di cui all'allegato 2 alla parte IV del medesimo decreto costituite da una miscela eterogenea di materiale di origine antropica, quali residui e scarti di produzione e di consumo, e di terreno, che compone un orizzonte stratigrafico specifico rispetto alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche naturali del terreno in un determinato sito e utilizzate per la realizzazione di riempimenti, di rilevati e di rinterri.»



## MATERIALI DI RIPORTO

Art. 3 lettera c) del DPR 120/2017



I materiali di origine antropica possono contenere: calcestruzzo, bentonite, PVC, vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato.

# MATERIALI DI RIPORTO



## **MATERIALI DI RIPORTO**

**Le matrici materiali di riporto devono essere sottoposte a test di cessione, effettuato su materiali granulari ai sensi dell'art. 9 del DM 5.2.98 ai fini delle metodiche da utilizzare per escludere rischi di contaminazione delle acque sotterranee e, ove conformi ai limiti del test di cessione, devono rispettare quanto previsto dalla legislazione vigente in materia di bonifica dei siti contaminati.**



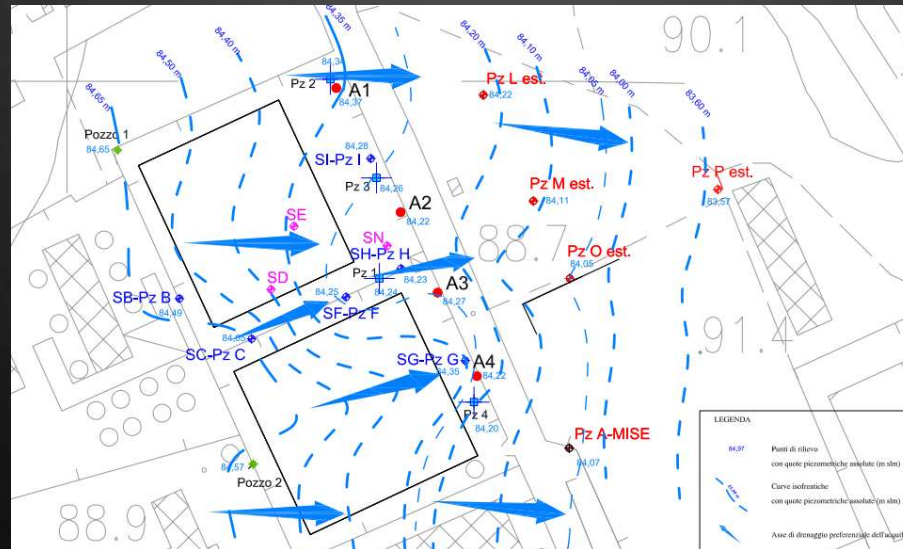
# **CAMPIONAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE**

D.Lgs 152/06 Allegato 2

*«... si intende rappresentativo della composizione delle acque sotterranee il campionamento dinamico. Qualora debba essere prelevata solamente la fase separata di sostanze non miscibili oppure si sia in presenza di acquiferi poco produttivi, può essere utilizzato il campionamento statico.»*

Prima dei effettuare gli spurghi si rende necessario determinare con precisione la quota altimetrica della testa dei pozzi di monitoraggio

Il rilievo freaticometrico va fatto in condizioni statiche



# CAMPIONAMENTO ACQUE SOTTERRANEE

Effettuare il rilievo piezometrico statico

## Campionamento statico

- Spurgo
- Attesa di ristabilire il livello freaticometrico
- Campionamento

## Spurgo e campionamento dinamico

### Dinamico

- Portate anche di 10 L/min
- Spurgo di tre volumi di acqua.
- Verifica dei parametri chimico-fisici
- campionamento

### Low-flow

- Portate 0,1 – 1 L/min
- Spurgo fino a stabilizzazione chimico-fisici
- Campionamento

## CAMPIONAMENTO ACQUE SOTTERRANEE

### Campionamento statico

In caso di acquiferi non produttivi

Eventuale spurgo 24/48 ore prima del campionamento e ripristino del livello freaticometrico iniziale

campionamento statico eseguito mediante campionatori manuali monouso (“bailers”) dovrà essere registrata la profondità di campionamento.

Nell'utilizzo dei “bailers” occorre evitare fenomeni di turbolenza e di aerazione sia durante la discesa del campionatore, sia durante il travaso del campione d'acqua nel contenitore specifico.





### Campionamento dinamico

- **Posizionare la pompa a circa 2/3 della profondità del piezometro o in prossimità della zona fenestrata se conosciuta**
- **Effettuare lo spurgo dinamico di almeno 3 volumi di acqua**
- **Il flusso non deve superare 30 L/min e comunque dipende dalla permeabilità dell'acquifero.**
- **Tempi ragionevoli di spurgo si ottengono normalmente con flussi compresi tra 3 e 10 L/min.**
- **Il flusso deve essere regolato evitando l'abbassamento del livello della falda**

- **Rischio di mobilizzare particelle di terreno che finirebbero nel campione rendendolo torbido.**
- **Volumi di spurgo elevati**



## Campionamento Low-flow

- Il flusso varia da 0,1 ad 1 l/min
- Campionamento dopo stabilizzazione dei parametri chimico-fisici
- Viene consigliato di Posizionare la pompa al centro o leggermente più in alto della metà, nella zona fenestrata
- Durante le operazioni di spurgo e campionamento controllo del livello freaticometrico
- La scelta della portata è legata alle condizioni idrogeologiche caratteristiche del sito
- Il flusso deve essere regolato evitando l'abbassamento del livello della falda

### Vantaggi Low-flow

Minimo disturbo

Riduzione di fattori di stress sulla formazione

Minore miscelazione di acqua stagnante del pozzo/piezometro e l'acqua di formazione

Volumi di spurgo ridotti che diminuiscono costi di smaltimento



L'operazione di spurgo viene di regola svolta con pompe a bassa portata (qualche litro al minuto) che permettano di rimuovere l'acqua dal piezometro e dal suo intorno senza mobilizzare particelle di terreno che finirebbero nel campione rendendolo torbido.



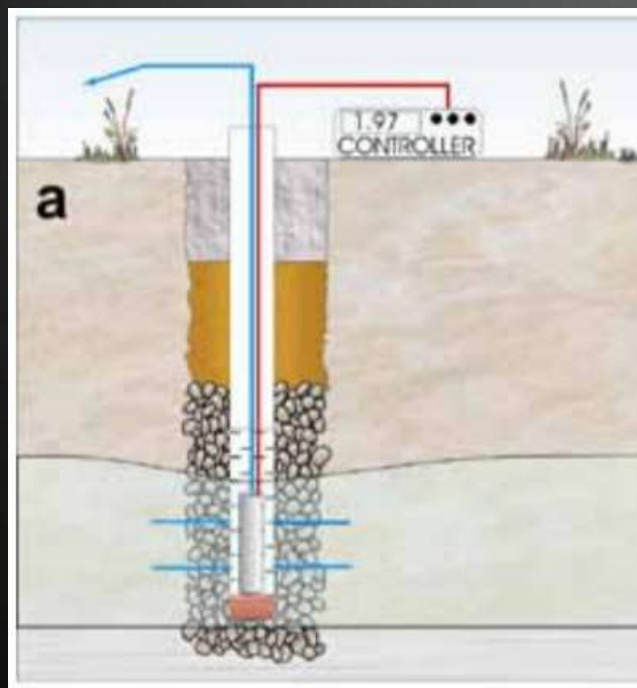


Il monitoraggio deve avvenire mediante sonde multiparametriche inserite direttamente nel piezometro o abbinare all'uso di celle di flusso. La sonda multiparametrica permette di monitorare alcuni parametri chimico-fisici dell'acqua di spurgo (ossigeno disciolto, conducibilità elettrica, pH, temperatura, potenziale redox) fino ad osservare la loro stabilizzazione.

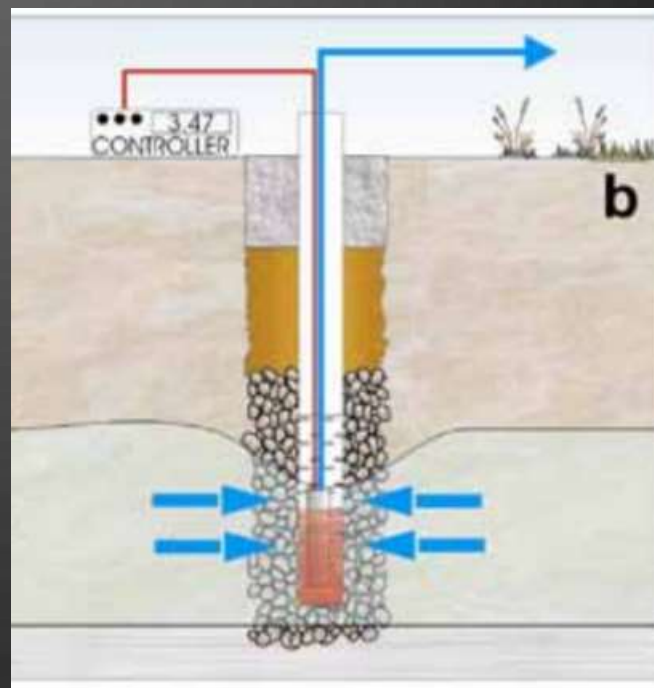




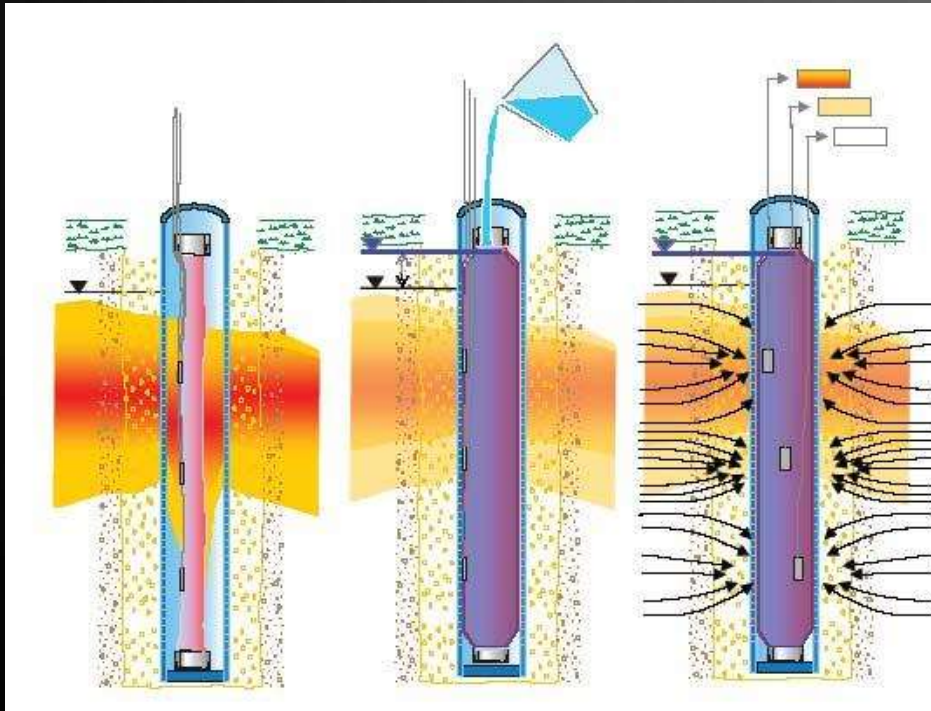
Campionamento Low-flow



Campionamento tradizionale



I Packers, utilizzati per isolare tra di loro le zone da campionare.



## *PARAMETRI DA RICERCARE*

**Tanto più dettagliate saranno le informazioni sulle attività condotte nel sito e su eventuali incidenti, tanto più si potrà restringere il numero dei parametri da ricercare**



## Parametri da ricercare (chimici e geotecnici)

### **QUALI ANALISI CHIMICHE**

Non si richiede che in tutti i siti le analisi chimiche siano condotte sulla lista completa delle sostanze indicate nelle tabelle delle concentrazioni limite.

### **CRITERI DI SCELTA DEGLI ANALITI**

- analisi delle attività pregresse e attuali svolte nel sito individuazione delle sostanze chimiche utilizzate
- sostanze con maggiore tossicità, persistenza e mobilità ambientale
- per alcuni siti di particolare importanza e complessità esistono “short list” come per i SIN dove le determinazioni analitiche vengono concordate con gli enti di controllo. Per i PV Carburanti la “short list” è prevista nel DM 31/2015 - *Regolamento recante criteri semplificati per la caratterizzazione, messa in sicurezza e bonifica dei punti vendita carburanti*

### **QUALI ANALISI GEOTECNICHE**

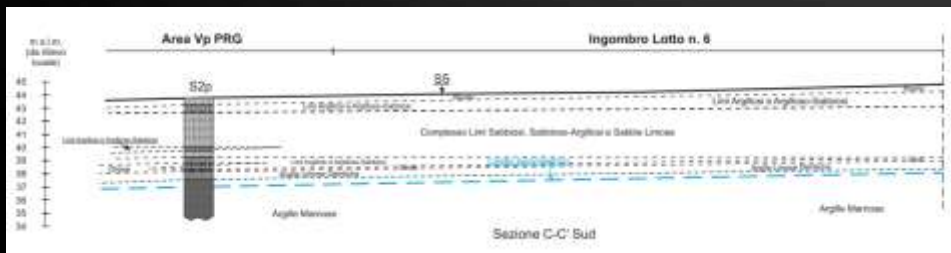
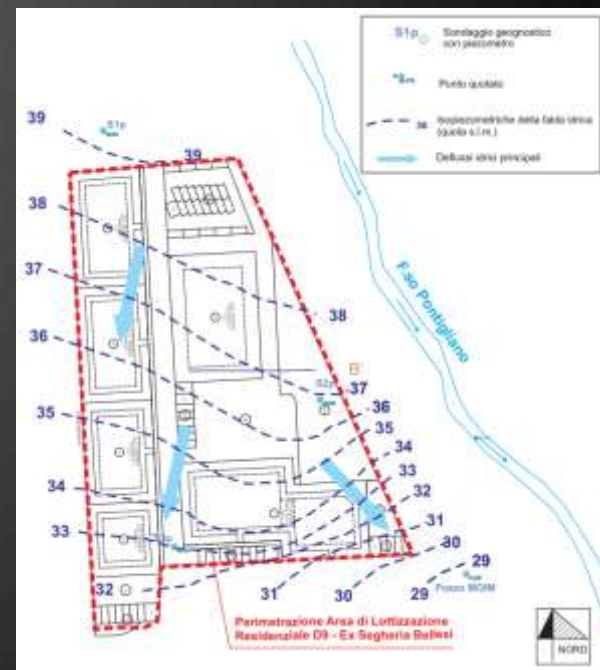
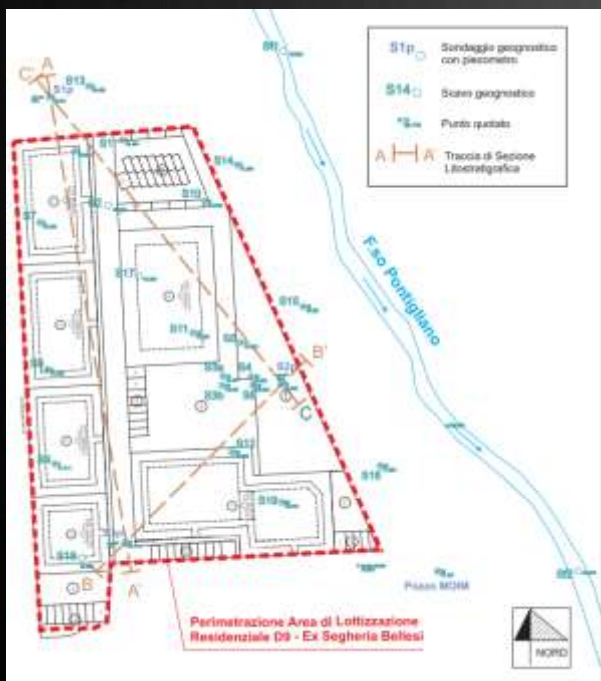
Analisi granulometriche, prove di permeabilità, Foc (Frazione di Carbonio Organico).



# CRITERI DI RESTITUZIONE DEI RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE

Mappe con ubicazione sondaggi e/ o scavi

Carte delle isopiezometriche



Sezioni litostratigrafiche con rappresentato lo spessore dei vari livelli



# Art 242 ter

(Interventi e opere nei siti oggetto di bonifica)

“Nei siti oggetto di bonifica e Siti di Interesse Nazionale possono essere previsti:

- interventi e opere richiesti dalla normativa sulla **sicurezza** dei luoghi di lavoro;
- **manutenzione** ordinaria e straordinaria di impianti e infrastrutture;
- **opere lineari** necessarie per l'esercizio di impianti e forniture di servizi;
- **altre opere lineari** di pubblico interesse;
- sistemazione **idraulica**;
- mitigazione del **rischio idraulico**;
- opere per la **realizzazione di impianti** per la produzione energetica da fonti rinnovabili e di sistemi di accumulo.

## Condizioni

### **Gli interventi:**

- **Devono essere realizzati secondo modalità e tecniche che non pregiudichino né interferiscano con l'esecuzione e il completamento della bonifica;**
- **non devono determinare rischi per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell'area nel rispetto del D.Lgs. 81/2008.**



## Area di intervento non ancora caratterizzata

Piano di Indagini preliminari comprensivo degli analiti da ricercare da concordare con l'ARPA territorialmente competente che si pronuncia entro 30 gg. Nel caso il proponente accerti il superamento delle CSC, ne dà immediata comunicazione con le forme e le modalità di cui all'art 245 del T.U.A. Nel caso le indagini non rilevino superamenti delle CSC il procedimento si conclude secondo le modalità previste nell'art 252, per «*i siti di interesse nazionale*» e nel rispetto di quanto previsto nell'art. 242 per gli altri siti

## Sito con messa in sicurezza operativa

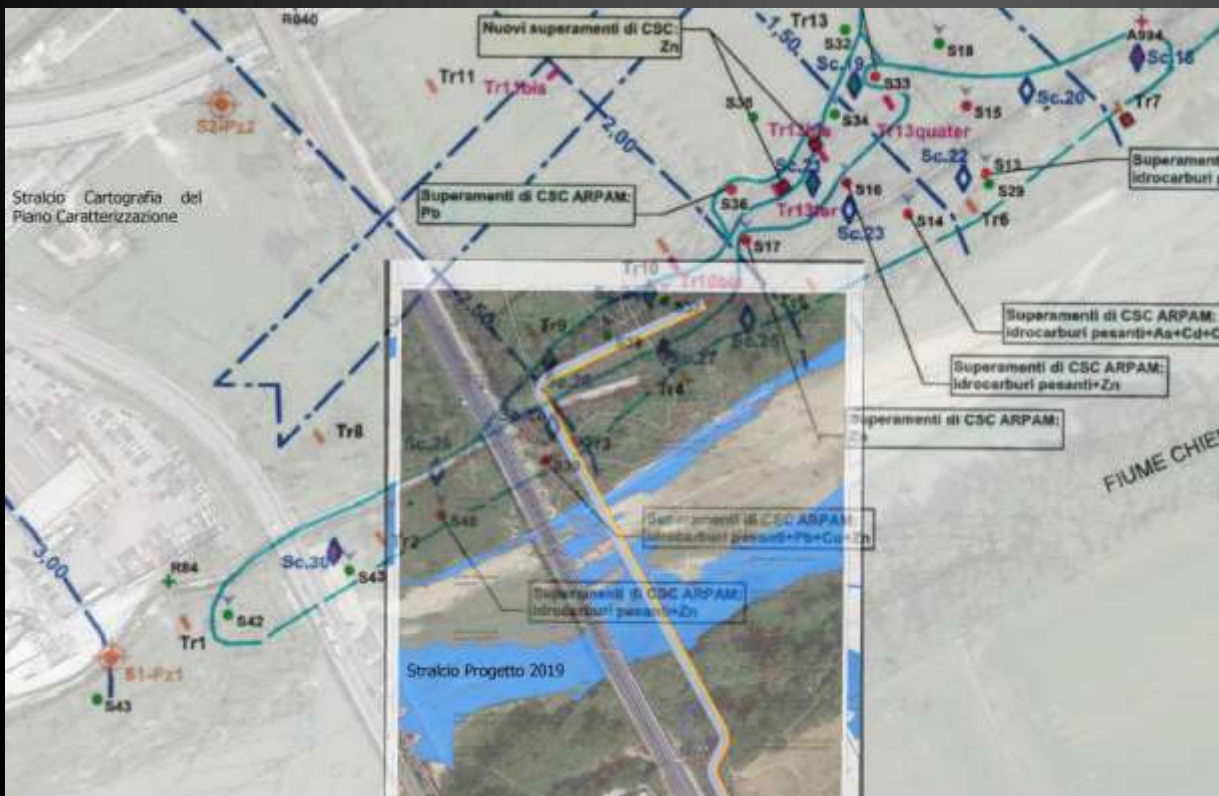
Gli interventi possono essere eseguiti previa comunicazione all'agenzia della Protezione Ambientale territorialmente competente, da presentare con un anticipo di almeno 15 giorni

## Realizzazione di un ponte ciclopedonale all'interno di un sito in bonifica

- Opera lineare
- Piano di caratterizzazione approvato



242 ter del D.lgs 152/06



**GRAZIE PER**



**L'ATTENZIONE**

memegenerator.net



# ALLEGATO 5 Tab. 1 (terreni)

	A	B
	Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale (mg kg <sup>-1</sup> espressi come ss)	Siti ad uso Commerciale e Industriale (mg kg <sup>-1</sup> espressi come ss)
Composti inorganici		
1 Antimonio	10	30
2 Arsenico	20	50
3 Berillio	2	10
4 Cadmio	2	15
5 Cobalto	20	250
6 Cromo totale	150	800
7 Cromo VI	2	15
8 Mercurio	1	5
9 Nichel	120	500
10 Piombo	100	1000
11 Rame	120	600
12 Selenio	3	15
13 Composti organo-stannici	1	350
14 Tallio	1	10
15 Vanadio	90	250
16 Zinco	150	1500
17 Clamuri (liberi)	1	100
18 Fluoruri	100	2000
Aromatici		
19 Benzene	0.1	2
20 Etilbenzene	0.5	50
21 Stirene	0.5	50
22 Toluene	0.5	50
23 Xilene	0.5	50
24 Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23)	1	100
Aromatici policiclici (1)		
25 Benzo(a)antracene	0.5	10
26 Benzo(a)pirene	0.1	10
27 Benzo(b)fluorantene	0.5	10
28 Benzo(k)fluorantene	0.5	10
29 Benzo(g,h,i)perilene	0.1	10
30 Crisene	5	50
31 Dibenzo(a,e)pirene	0.1	10
32 Dibenzo(a,l)pirene	0.1	10
33 Dibenzo(a,i)pirene	0.1	10
34 Dibenzo(a,h)pirene	0.1	10
35 Dibenzo(a,h)antracene	0.1	10
36 Indenopirrene	0.1	5

37 Pirene	5	50
38 Sommatoria policiclici aromatici (da 25 a 34)	10	100
Alifatici clorati saturati (1)		
39 Cloroetano	0.1	5
40 Dichloroetano	0.1	5
41 Tricloroetano	0.1	5
42 Cloro di Vinile	0.01	0.1
43 1,2-Dicloroetano	0.2	5
44 1,1-Dicloroetano	0.1	5
45 Tricloroetilene	1	10
46 Tetracloroetilene (PCE)	0.5	20
Alifatici clorati non saturati (1)		
47 1,1-Dicloroetano	0.5	10
48 1,2-Dicloroetano	0.5	15
49 1,1,1-Tricloroetano	0.5	50
50 1,2-Dicloropropene	0.3	5
51 1,1,2-Tricloroetano	0.5	15
52 1,2,3-Tricloropropene	1	10
53 1,1,2,2-Tetracloroetano	0.5	10
Alifatici alogenati saturati (1)		
54 Tribromocloroetano (Cibacromina)	0.5	10
55 1,2-Dibromocloroetano	0.01	0.1
56 Dibromodichloroetano	0.5	10
57 Bromodichloroetano	0.5	10
Nitrobenzoni		
58 Nitrobenzene	0.5	10
59 1,2-Dinitrobenzene	0.1	25
60 1,3-Dinitrobenzene	0.1	25
61 Cloro-nitrobenzene	0.1	10
Clorobenzeni (1)		
62 Monoclorobenzene	0.5	10
63 Dichlorobenzeni non saturati (1,2-dichlorobenzene)	1	30
64 Dichlorobenzeni saturati (1,4-dichlorobenzene)	0.1	10
65 1,2,3-trichlorobenzene	1	30
66 1,2,4,5-tetrachloro-benzene	1	25
67 Pentachlorobenzene	0.1	50
68 Esachlorobenzene	0.05	5
69 Fenoli non clorati (1)		
70 Metilfenolo (o-, m-, p-)	0.1	25
71 Fenolo	1	40

Fenoli clorurati (1)			
72 2-clorofenolo		0.5	25
73 2,4-diclorofenolo		0.5	50
74 2,4,6-triclorofenolo		0.01	5
75 Pentaclorofenolo		0.01	5
Ammine Aromatiche (1)			
76 Anilina		0.05	5
77 o-Anisidina		0.1	10
78 m,p-Anisidina		0.1	10
79 Difetilamina		0.1	10
80 p-Toluidina		0.1	5
81 Sommatoria Ammine Aromatiche (da 73 a 77)		0.5	25
Fitofarmaci			
82 Alaclor		0.01	1
83 Aldrin		0.01	0.1
84 Atrazina		0.01	1
85 α-esacloroesano		0.01	0.1
86 β-esacloroesano		0.01	0.5
87 γ-esacloroesano (Lindano)		0.01	0.5
88 Clordano		0.01	0.1
89 DDD, DDT, DDE		0.01	0.1
90 Dieldrin		0.01	0.1
91 Endrin		0.01	2
Diossine e furani			
92 Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.)		1x10 <sup>-5</sup>	1x10 <sup>-4</sup>
93 PCB		0.06	5
Idrocarburi			
94 Idrocarburi Leggeri C inferiore o uguale a 12		10	250
95 Idrocarburi pesanti C superiore a 12		50	750
Altre sostanze			
96 Amianto		1000 (*)	1000 (*)
97 Esteri dell'acido ftalico (ognuno)		10	60

(1) In Tabella sono selezionate, per ogni categoria chimica, alcune sostanze frequentemente rilevate nei siti contaminati. Per le sostanze non esplicitamente indicate in Tabella i valori di concentrazione limite accettabili sono ricavati adottando quelli indicati per la sostanza tossicologicamente più affine.

(\*) Corrisponde al limite di rilevabilità della tecnica analitica (diffrazione a raggi X oppure I.R.- Trasformata di Fourier)



# ALLEGATO 5 Tab. 2 (acque sotterranee)

**Tabella 2**  
Concentrazioni soglia di contaminazione nelle acque sotterranee

N° ord	SOSTANZE	Valore limite (µg/l)
<b>METALLI</b>		
1	Alluminio	200
2	Arsenico	5
3	Argento	10
4	Cadmio	10
5	Berillio	4
6	Cobalto	5
7	Cromo	50
8	Cromo totale	50
9	Cromo (VI)	5
10	Ferro	200
11	Mercurio	1
12	Nichel	20
13	Piombo	10
14	Rame	1000
15	Selenio	10
16	Manganese	30
17	Tallio	2
18	Zinco	1000
<b>INGUANTI INORGANICI</b>		
19	Boro	1000
20	Cianuri liberi	50
21	Fluoruri	1500
22	Nitriti	500
23	Nitrati (mg/L)	250
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>		
24	Benzene	1
25	Etilbenzene	50
26	Stirene	25
27	Toluene	15
28	para-Xilene	10
<b>POLICICLI AROMATICI</b>		
29	Benz(a)antracene	0,1
30	Benz(a)pirene	0,01
31	Benz(b)fluorantene	0,1
32	Benz(k)fluorantene	0,05
33	Benz(a)perilene	0,01
34	Croeno	5
35	Dibenz(a,h)antracene	0,01
36	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1
37	Pirene	50
38	Sommataria (11, 12, 13, 16)	0,1
<b>ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</b>		

39	Clorometano	1,5
40	Triclorometano	0,15
41	Cloruro di Vinile	0,5
42	1,2-Dicloroetano	3
43	1,1 Dicloroetilene	0,05
44	Tricloroetilene	1,5
45	Tetracloroetilene	1,1
46	Esaclorobutadiene	0,15
47	Sommatoria organoalogenati	10
<b>ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</b>		
48	1,1 - Dicloroetano	810
49	1,2-Dicloroetilene	60
50	1,2-Dicloropropano	0,15
51	1,1,2 - Tricloroetano	0,2
52	1,2,3 - Tricloropropano	0,001
53	1,1,2,2, - Tetracloroetano	0,05
<b>ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</b>		
54	Tribromometano	0,3
55	1,2-Dibromoetano	0,001
56	Dibromoclorometano	0,13
57	Bromodichlorometano	0,17
<b>NITROBENZENI</b>		
58	Nitrobenzene	3,5
59	1,2 - Dinitrobenzene	15
60	1,3 - Dinitrobenzene	3,7
61	Cloronitrobenzeni (ognuno)	0,5
<b>CLOROBENZENI</b>		
62	Monoclorobenzene	40
63	1,2 Diclorobenzene	270
64	1,4 Diclorobenzene	0,5
65	1,2,4 Triclorobenzene	190
66	1,2,4,5 Tetraclorobenzene	1,8
67	Pentaclorobenzene	5
68	Esaclorobenzene	0,01
<b>FENOLI E CLOROFENOLI</b>		
69	2-clorofenolo	180
70	2,4 Diclorofenolo	110
71	2,4,6 Triclorofenolo	5
72	Pentaclorofenolo	0,5
<b>AMMINE AROMATICHE</b>		
73	Anilina	10
74	Difenilamina	910

75	nitrofenoli	0,15
<b>FITOFARMACI</b>		
76	Aldrin	0,1
77	Aldrin	0,01
78	Atazina	0,1
79	alfa - naclorotano	0,1
80	beta - naclorotano	0,1
81	Gamma - naclorotano (indaco)	0,1
82	Clodano	0,1
83	DDO, DDT, DDE	0,1
84	Dieldrin	0,01
85	Endrin	0,1
86	Sommatoria fitofarmaci	0,5
<b>DIESSINI E FURANI</b>		
87	Sommatoria PCDD, PCDF (convenzione TEQ)	4 x 10 <sup>-6</sup>
<b>ALTRE SOSTANZE</b>		
88	PCB	0,01
89	Azfluorene	0,1
90	Idrocarburi totali (espressi come n-ottano)	100
91	Acido perclorico	17000
92	Ammoni (liber A > 10 mg/L*)	da definire

(\*) Non sono disponibili dati di letteratura tracce il valore di 7 milligrammi (liber) conosciute da lei, nei giardini di Acqua e dalla stessa ha tracce elevate. Per la definizione del limite si propone un confronto con Acqua e Regione.

