



COMUNE DI CEPPALONI

Provincia di Benevento

RIFERIMENTI	A	Delibera C.I.P.E. n° 26/2016 F.S.C. 2014/2020 Program. Settore Bonifiche "Patto per lo sviluppo della F.C."		
	B	Delibera di Giunta Regionale n° 731 del 13/12/2016		
	C	Delibera di Giunta Regionale n° 89 del 24/02/2017 D.G. 5 UOD/Staff 0 –risorse FSC–		
	D	D.D. N° 01 DEL 21/01/2011 U.O.D. Autorizzazioni ambientali e Rifiuti di Benevento		
	E	D.D. N° 27 DEL 05/11/2014 U.O.D. Autorizzazioni ambientali e Rifiuti di Benevento		
	E	D.D. N° 141 DEL 24/09/2015 U.O.D. Autorizzazioni ambientali e Rifiuti di Benevento		
DISEGNATO:		VISTO: IL R.U.P.		
DATA	FIRMA	DATA	FIRMA	

PROGETTO:

PROGETTO DI BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DELL'AREA P.I.P. LOCALITA' STRETTO DI BARBA

ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA GENERALE

IL PROGETTISTA:

C.E.A. S.r.l.

Via Tiengo n° 34, 82100 Benevento
Tel.Fax. 0824-21201 Email. info@cecnet.it

L'Amministratore

Ing. Iannella Barbara

IL SINDACO:

Dott. Cataudo Claudio

IL R.U.T.C.:

Ing. Mauro Vincenzo

E.D.

01

Staff di consulenza

Per. Incl. Aliberti Simone
Geom. Giacinto Cataudo
Dott.ssa Carmela Lucarelli
Dott.ssa Simona Valente
Dott.GecI. Arganese Giovanni

CODICE PROGETTO

A601

DATA:

SCALA:

VALIDAZIONE

Data

Rif.



C.E.A. CHEMICAL ENGINEERING ASSOCIATION S.R.L.

Tel. 0824-11201 Cell. 373-7176142 e-mail: info@cecnet.it psc: info@cecnet.it

P.NA 01/0700629

Certificazioni

ISO 9001/2015

ISO 14001/2015

INDICE

INDICE.....	1
1. PREMESSA	2
2. STORIA DEL SITO	2
2.1 INDAGINI PRELIMINARI	4
3. DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE	6
3.1 Tipologia dell'area.....	7
3.2 Inquadramento del sito: geomorfologico, geologico-idrogeologico e climatico.....	9
4. PIANO DI INVESTIGAZIONE	12
5. RELAZIONE SULLE INDAGINI	13
5.1 Ubicazione delle indagini	13
5.2 Rilievo topografico dei punti di indagine.....	13
5.3 Indagini di caratterizzazione	14
5.4 Prelievo dei campioni di terreno e delle acque sotterranee	16
5.4 Scelta degli analiti.....	18
5.5 Risultati delle indagini	18
6. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICO: ASPETTI GENERALI	26
6.1 La valutazione del rischio	26
6.2 Caratteri generali dell'Analisi di Rischio.....	27
6.3 Modello concettuale del sito	29
6.3.1 Sorgenti di contaminazione.....	31
6.3.2 Geometria della zona satura e insatura	32
6.3.3 Concentrazioni rappresentative alle sorgenti (CRS)	32
6.3.4 Proprietà chimico-fisiche e tossicologiche dei contaminanti	32
6.3.5 Percorsi di esposizione.....	33
6.3.6 Bersagli.....	33
6.4 Calcolo del rischio	33
6.4.1 Rischio individuale e cumulativo.....	34
6.4.2 Codice di calcolo utilizzato.....	35
7. PROGETTO DI BONIFICA	43
7.1 OBIETTIVI DI BONIFICA.....	43
7.2 ANALISI E DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI BONIFICA APPLICABILI AL SITO	43
7.2.1 Escavazione del terreno	43
7.2.2 Gestione dei materiali rimossi	44
7.2.3 Accertamento della qualità ambientale in corrispondenza degli scavi eseguiti	45
7.3 RIPRISTINO DELLE AREE DI SCAVO.....	46
7.4 MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE	46
7.5 COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI	46
7.5.1 IMPATTO ACUSTICO.....	46
7.5.2 POLVERI	47
7.5.3 CRITERI DI PROTEZIONE DEI LAVORATORI.....	47
7.6 RILASCIO AUTORIZZAZIONI E REDAZIONE DEL GIORNALE LAVORI	47
7.7 PIANO TEMPORALE DELLE ATTIVITÀ	48
8. CONCLUSIONI.....	48

1. PREMESSA

Il sito oggetto di bonifica è ubicato nel Comune di Ceppaloni (BN), in località Stretto di Barba. Si tratta di un'area con opere di urbanizzazione primaria in corso di completamento per l'attuazione del P.I.P. il località Stretto di Barba nel comune di Ceppaloni (BN); nell'area, a **destinazione industriale**, si è verificato lo sversamento incontrollato di rifiuti speciali (vedi nota della Procura della Repubblica di Santa Maria Capua Vetere, All. n° 3 del PIANO DI CARATTERIZZAZIONE). La C.E.A. S.n.c., oggi C.E.A. S.r.l., il 04/02/2010 è stata incaricata, con determina n° 186 del 19/09/2017, dall'Amministrazione del Comune di Ceppaloni di effettuare l'aggiornamento della progettazione esecutiva per la Bonifica Ambientale del sito ubicato in Zona PIP -Stretto di Barba nel Comune di Ceppaloni (BN).

2. STORIA DEL SITO

Il sito in oggetto è stato fino al 2004 utilizzato ai fini agricoli. Nel passato nell'area PIP-Stretto di Barba, vista la presenza di una cospicua quantità di piroclastiti sciolte (cineriti con pomici) denominate *pozzolane*, si eseguiva lo sbancamento di tali materiali che venivano utilizzati per la preparazione di malte-leganti nell'edilizia.



Foto aerea anteriore al 2004

Area oggetto di intervento

In data 24.05.2004 è stato approvato dalla commissione Edilizia Integrata il Progetto Esecutivo delle opere di urbanizzazione primaria nell'area P.I.P., in località stretto di Barba. Successivamente si è dato inizio alle opere di urbanizzazione anzidette.

In data 05.07.2007 con decreto della Procura della Repubblica di Santa Maria Capua Vetere è stata sequestrata ai sensi dell'art. 321 commi 1 e 3 bis c.p.p. un'area di circa 5000 mq ubicata nel Comune di Ceppaloni (BN), zona P.I.P. a ridosso del Fiume Sabato, in quanto era stato accertato dai NOE C.C. di Caserta lo smaltimento illecito di rifiuti.

In data 12.07.2007 è stato emesso il Decreto di sequestro preventivo dal G.I.P. Tribunale di Benevento avente per oggetto un fondo di terreno di circa 5000 mq, ubicato nel Comune di Ceppaloni (BN), zona PIP (Stretto di Barba), a ridosso del fiume Sabato, coordinate WGS84 (DD-gradi dec.)- LAT NORD **41,048010°**- LONG EST **14,772561°** interessato da sversamenti di **materiale fangoso** proveniente da impianti di depurazione.

In data 25.07.2007 il Pubblico Ministero Donato Ceglie della Procura di Santa Maria Capua Vetere, ha disposto il dissequestro dell'area in questione e restituzione temporanea nr. 8976/07 R.G.-notizie di reato mod. 21- al fine di messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale dell'area PIP.

In data 30.07.2007 il predetto decreto è stato notificato al sig. Tranfa Carmine, Vice sindaco di Ceppaloni.

In data 01.08.2007 il Comune di Ceppaloni comunicava all'ARPAC l'emissione da parte della Procura di Santa Maria Capua Vetere (giudice Donato Ceglie) del decreto di dissequestro di una superficie di circa 5000 mq, in area PIP del Comune di Ceppaloni, in località Stretto di Barba nei pressi del fiume Sabato, chiedendo di procedere con gli interventi di bonifica e messa in sicurezza del sito.

In data 14.09.2007 i carabinieri del N.O.E. di Salerno e Caserta effettuavano la notifica del provvedimento di dissequestro temporaneo presso gli uffici del Comune di Ceppaloni. Nella stessa data, i carabinieri del N.O.E. di Salerno e Caserta e il personale ARPAC eseguivano un sopralluogo sul sito dell'area PIP in oggetto.

2.1 INDAGINI PRELIMINARI

In data 03.10.2007 sono stati effettuati una serie di saggi (scavi) coordinati dal personale ARPAC di Benevento che, alla presenza dei funzionari del Comune di Ceppaloni, hanno prelevato dei campioni di terreno e rifiuti.

Da quanto si evince dalla relazione di servizio ARPAC del 10 Ottobre 2007, prot. 6305, e dal verbale d'ispezione e prelievo campioni del 3 ottobre 2007, **in data 03/10/2007**, i tecnici dell'ARPAC di Benevento unitamente al personale dell'UTC del comune di Ceppaloni si sono recati sul sito e con l'ausilio di una **macchina escavatrice** hanno provveduto ad effettuare **n° 10 pozzetti esplorativi** atti a stabilire la preliminare stratigrafia dei terreni e la eventuale presenza di strati di materiali e/o rifiuti interrati potenzialmente inquinanti. I pozzetti sono stati realizzati di dimensioni piane approssimativamente di m 1,50x1,00 e per una profondità variabile ma comunque mai superiore ai 3 m.

È stato inoltre effettuato il **campionamento di materiale terroso in 5 punti**; in particolare:

- il campione **n° 1** è stato ottenuto dal campionamento misto-composito dei primi terreni superficiali individuati nei pozzetti 5-6-7 ad una quota compresa tra 30 e 50 cm dal p.c.; **il campione di materiale terroso, analizzato, ha presentato valori di concentrazione rientranti nei limiti di accettabilità per i siti ad uso commerciale e industriale (Tab. 1 - Colonna B – D.Lgs n° 152/2006).** Il campione esaminato, considerato rifiuto è stato classificato come **rifiuto speciale non pericoloso** al quale, data l'incerta origine, è stato assegnato uno dei seguenti codici CER: **CER 01 04 10 "polveri e residui affini, diversi da quelli di cui alla voce 01 04 07"** ovvero **CER 01 04 13 "rifiuti prodotti dalla lavorazione della pietra, diversi da quelli di cui alla voce 01 04 07"**

- il campione n° 2 è stato ottenuto dal campionamento misto-composito dei terreni sottoposti a quelli del campione 1 individuati nei pozzetti 5-6-7 ad una quota compresa tra 80 e 100 cm dal p.c.; esso **ha presentato valori di concentrazione inferiori alla soglia di contaminazione (CSC) per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale**, come da tab. 1 col. A – All. 5 Titolo V parte IV del D.Lgs n° 152/2006 ;
- il campione n° 3 (materiale fangoso nerastro), è stato prelevato nel pozzetto n° 8 a quote comprese tra 2,50 e 3,00 m dal p.c., costituito da un materiale maleodorante, omogeneo, scuro, e di consistenza fangosa, frammisto a porzioni vegetali; il campione ha presentato elevati valori di concentrazione di alluminio e ferro, oltre ad una significativa concentrazione di cromo trivalente e di idrocarburi. Ai sensi della 152/2006 è stato possibile classificarlo come **rifiuto speciale non pericoloso** e, data l'incerta origine, è stato assegnato il **codice CER 19 08 14 "fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 13"** ;
- il campione n° 4 (materiale fangoso nerastro), prelevato nel pozzetto n° 9 a quote comprese tra 0,5 mt e 3,00 mt dal p. c., sotto lo strato di terreno di riporto frammisto a pietrame, è stato considerato simile al precedente (n.3) e quindi **rifiuto speciale non pericoloso** e, data l'incerta origine, è stato assegnato **codice CER 19 08 14 "fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 13"**) ;
- il campione n° 5 (materiale fangoso nerastro), prelevato nel pozzetto n° 10 sotto una ridotta copertura di terreno di riporto, a quote comprese tra 0,3 e 3,00 m dal p. c., ha presentato caratteristiche simili ai due precedenti (**rifiuto speciale non pericoloso**) e, data l'incerta origine, è stato possibile assegnare il seguente **codice CER 19 08 14 "fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 13"**);
- fine indagini iniziali.

3. DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE

L'attività di caratterizzazione è stata eseguita secondo quanto riportato nel Piano di Caratterizzazione approvato con Decreto della Giunta della Regione Campania n. 1 del 21/01/11; essa ha avuto lo scopo di caratterizzare il suolo, il sottosuolo e le acque sotterranee del sito in studio nell'ambito delle disposizioni di cui al Titolo V del D.Lgs 152/06 in termini di:

- ricostruzione delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area al fine di sviluppare il modello concettuale del sito;
- verifica della qualità dei terreni;
- verifica della qualità delle acque sotterranee;
- verifica dell'eventuale presenza di inquinamento nel suolo, sottosuolo e acque sotterranee ed eventuale definizione del relativo grado, estensione volumetrica e delimitazione;
- identificazione delle vie di migrazione degli inquinanti ed individuazione dei potenziali bersagli;
- valutazione del rischio sanitario e ambientale sito specifica: degli effetti sulla salute umana derivanti dall'esposizione prolungata all'azione delle sostanze presenti nelle matrici ambientali contaminate.

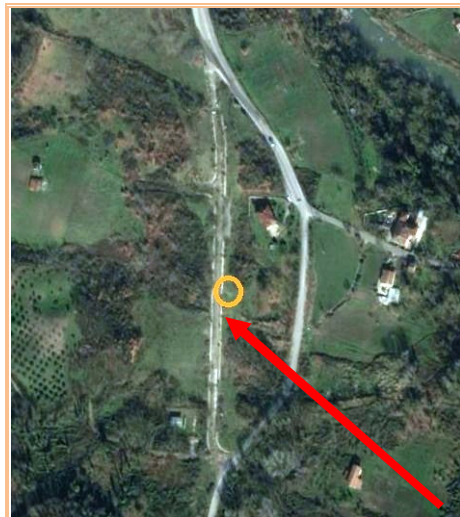
L'attività è stata svolta con la collaborazione tecnica di Geo-in S.r.l. per i sondaggi e di Chelab S.r.l. per le analisi chimiche di laboratorio.

Il documento è stato predisposto secondo l'Allegato 2 (Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati) del Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006 e s.m.i..

L'area PIP Stretto di Barba – Ceppaloni ha una **destinazione industriale**: è soggetta quindi ai **valori limiti** di riferimento riportati in Allegato 1, per i **suoli** (colonna B, Tabella 1 dell'Allegato 5 D. Lgs. 152/06) e per le **acque sotterranee** (Tabella 2 dell'Allegato 5 D. Lgs. 152/06).

Il sito in oggetto si trova in località Stretto di Barba nel Comune di Ceppaloni (BN).

Le coordinate geografiche del sito sono riportate nella tabella seguente (sono riportate le coordinate del "centroide" dell'area in studio).



Area oggetto di intervento

COORDINATE GEOGRAFICHE		
WGS84 (DD-gradi dec.)	LAT NORD 41,048010°	LONG EST 14,772561
WGS84(DDMMSS-gradi dec.)	LAT NORD 41°02'52,8"	LONG EST 14°46'21,2"

Descrizioni dei confini e attività circostanti

Il sito confina :

- A Est e a Sud é presente la Strada provinciale SP9 Maccabei-Fondovalle Sabato e una proprietà privata (fondo con abitazione) .
- Ad Ovest da terreno agricolo
- A nord da terreno agricolo

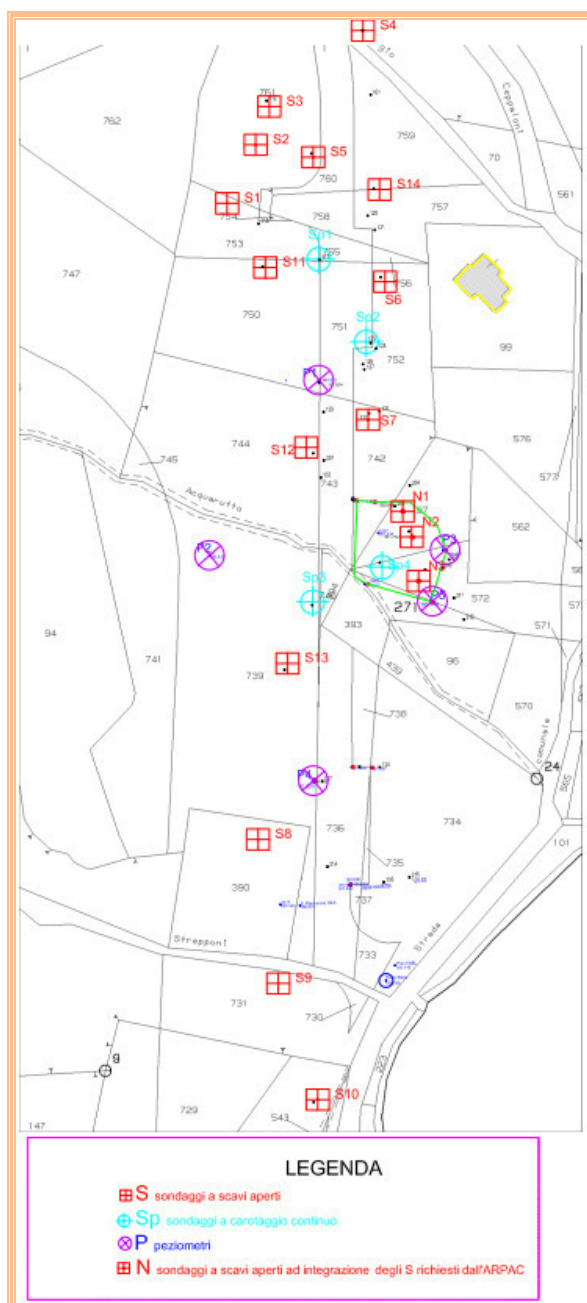
Nel raggio di 500 m dall'area PIP è ubicato il fiume Sabato, infrastrutture viarie provinciali e comunali ed un metanodotto della SNAM Gas.

3.1 Tipologia dell'area

Il sito in oggetto alla data dell'inizio della presente caratterizzazione risulta essere area industriale in allestimento. L'area é recintata ed accessibile solo a persone autorizzate attraverso due ingressi attrezzati con ingresso da cantiere.

Le sole attività svolte nell'area in studio nel periodo che va dal sequestro della stessa ad oggi sono state le attività tecniche di indagine di supporto allo studio di caratterizzazione.

L'area oggetto di sequestro è pari a circa 5.000 mq; tuttavia negli atti del sequestro vengono citate tutte le particelle ricomprese nell'esproprio per la costituzione dell'area PIP. Pertanto l'area oggetto del piano di caratterizzazione copre una superficie di circa 36.000 mq.



Planimetria catastale

Ubicazione sondaggi

3.2 Inquadramento del sito: geomorfologico, geologico-idrogeologico e climatico

Questo capitolo descrive l'assetto fisico generale dell'area con particolare riguardo all'ambiente geologico e idrogeologico nel quale si inserisce.

L'abitato di Ceppaloni è situato su una collina a sinistra della valle del Sabato. Dista dal capoluogo di provincia (Benevento) 12 Km circa ed è situato su di una altura a circa mt. 321 sul livello del mare.

L'area in studio è localizzata nel F. 173 – TAV. II SW – Altavilla Irpina (carta Topografica d'Italia dell'IGM – scala 1:25.000); il comune di Ceppaloni ricade interamente, nel foglio geologico n° 173 “Benevento” scala 1:100.000.

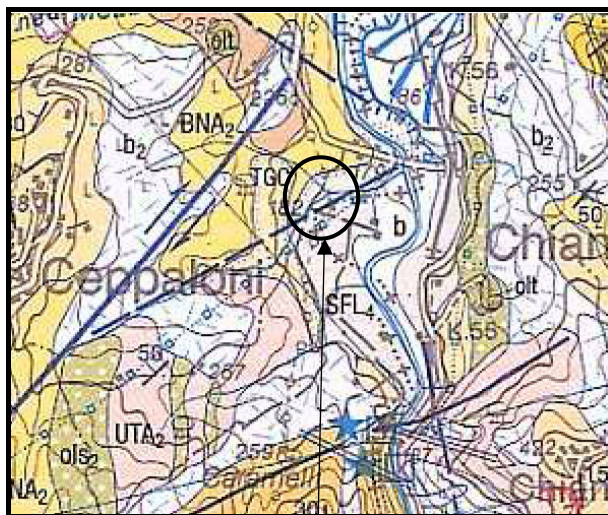
I fattori che influenzano la morfologia del territorio ceppalonese risultano essere diversi, fra i quali:

- il comportamento geologico dei diversi litotipi del suolo, fattore che incide sulla erodibilità degli stessi,
- la struttura geologica,
- le variazioni paleoclimatiche e la tettonica dell'area.

In funzione della tipologia di materiale affiorante sui versanti si possono osservare profili poco marcati, nel caso di affioramento di materiali poco compattati e diagenizzati, e profili più acclivi per materiali costipati o pseudo-litoidi.

Dal punto di vista geologico nel territorio comunale di Ceppaloni, il substrato è formato da litofacies di età mio-pliocenica, comprendente argille più o meno scagliettate, di colore grigio, ma variabile anche verso tonalità dal rosso e al verde, inglobanti pezzame litico calcarenitico, calcare-marnoso e marnoso. Su tali depositi poggiano, strati graficamente discordanti, le facies di una unità sedimentaria nota in letteratura come “Unità di Altavilla” costituita prevalentemente da arenarie micacee e quarzose di colore giallastro o grigiastro con livelli sottili argillosi ed intercalazioni di argille varicolori, cui seguono i conglomerati, prevalentemente calcarei, ben cementati con intercalazioni di arenarie e cemento calcareo.

Nell'area strettamente in studio (area PIP-Stretto di Barba) sono presenti depositi piroclastici sia sciolti (ceneri, pomici e lapilli di colore grigio scuro o brunoastro) che in forma litoide (tufi grigi ignimbratici); trattasi di depositi attribuibili all'attività vulcanica dell'area flegrea e si presentano sotto forma di lenti di vario spessore e che originariamente dovevano ricoprire in maniera più estesa il territorio. Nel passato non recente nell'area in studio i depositi piroclastici sciolti sono stati sfruttati mediante escavazione al fine di produrre inerti sabbiosi di tipo pozzolanico utilissimo per produrre ottime malte per la costruzione di manufatti in muratura sia di tufo che in pietrame calcareo o arenitico. Si riporta uno stralcio della carta geologica allegata al Piano Urbanistico Comunale (PUC) del comune di Ceppaloni con la sovrapposizione delle infrastrutture viarie del PIP Stretto di Barba.



Area in studio
Carta geologica d'Italia - Scala 1:50.000
Foglio 432 Benevento

LEGENDA



PRODOTTI PIROCLASTICI SCIOLTI

Ceneri, pomici e lapilli in strati prevalentemente medio-spessi, di colore da grigio scuro a brunoastro (I). Spessore: pochi metri. **PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE**



TUFO GRIGIO CAMPANO

Depositi piroclastici costituiti da cineriti grigiastre, parzialmente litificate, con inglobate pomici e frammenti lavici e del substrato sedimentario (TGC). Spessori: pochi metri. **PLEISTOCENE SUPERIORE**



SFL₄

Ghiaie e ghiaie sabbiose eterometriche, poligeniche, con intercalazioni lenticolari di sabbie e limi con ciottoli e di peliti (SFL₄).



Depositi alluvionali recenti e attuali. Ghiaie, sabbie e peliti in lenti di dimensioni variabili, di accumulo recente e attuale, ancora soggetti a rielaborazione fluviale (b). **OLOCENE**

GRUPPO DI ARIANO IRPINO membro pelitico-arenaceo



Peliti grigiastre in strati da medi a spessi, talora anche molto spessi, con intercalazioni di arenarie giallastre in strati medio-sottili (BNA₂)

GRUPPO DI ALTAVILLA



membro conglomeratico dello stretto di Barba

Conglomerati eterometrici poligenici clasto-sostenuti, in strati spessi, molto spessi e megastrati a matrice sabbiosa di colore grigio chiaro (UTA₃). Passano lateralmente al membro pelitico-arenaceo (UTA₂). Strutture sedimentarie:

La componente argillosa risulta aumentare con l'aumento della profondità; infatti, nei primi metri fino ad arrivare ad una profondità di circa 5,00÷6,00 mt, si riscontra la presenza di sabbie limose (terreni piroclastici sciolti rimaneggiati e/o rielaborati) e sabbie debolmente argillose di prevalente colore giallo ocra. Con l'aumentare della profondità si è riscontrata la presenza di limi argillosi e argille limose più compatti di colore variabile dal colore giallastro al grigio-azzurro ed un forte aumento della componente argillosa.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche dei terreni intercettati, essi vanno suddivisi in due categorie, che si differenziano per grado di permeabilità.

Lo strato superficiale dello spessore variabile da 1,00 a 6,00 metri circa, essendo costituito da sabbie limose-argillose con intercalazioni di terreni piroclastici, presenta una permeabilità per porosità da **media a medio-bassa** ($10^{-3} < K < 10^{-4}$ cm/sec).

Procedendo in profondità la permeabilità diminuisce significativamente divenendo bassa a causa della presenza di argille compatte ($K < 10^{-5}$ cm/sec).

L'area direttamente interessata dalla caratterizzazione presenta una scarsa rete idrografica superficiale dovuta essenzialmente alla discreta capacità drenanti dei terreni affioranti. Viste le caratteristiche di permeabilità, solo nei periodi di maggiore piovosità, quando tali terreni di

copertura si trovano nella condizione di massima saturazione, è possibile constatare l'istaurarsi di rivoli le cui acque defluiscono verso l'impluvio principale (fiume Sabato). Il sito è attraversato dal canale iemale denominato Acquarutto che riversa le proprie acque, effimere, in sponda sinistra del fiume Sabato. Le quote topografiche locali sono comprese tra 180 e 192 m.s.l.m..

Per quanto riguarda la circolazione delle acque sotterranee si è rinvenuta una falda superficiale di modesta entità e di carattere per lo più stagionale con direzione del deflusso idrico in direzione da NW a SE.

Dai sondaggi piezometrici effettuati nell'area PIP Stretto di Barba per la caratterizzazione ambientale della stessa, si riscontra la presenza della falda ad una profondità media di circa 5,10 metri dal p.c.

Aspetti climatici

Le temperature medie di quest'area sono comprese fra 13°C e 15°C. Le precipitazioni sono distribuite non uniformemente durante l'anno e con totali annui mediamente di circa 1081 mm, con l'estate come stagione più secca, le stagioni intermedie caratterizzate dal prevalere di perturbazioni atlantiche e mediterranee e l'estate con i tipici fenomeni temporaleschi. La velocità media del vento annua è pari a 2,0 m/s (misurata a 10 m di altezza). Le direzioni prevalenti del vento sono da Nord Nord Est e da Sud.

4. PIANO DI INVESTIGAZIONE

Sulla base delle informazioni raccolte con le indagini preliminari sono state pianificate le attività di indagine per la caratterizzazione sul sito (Piano di Caratterizzazione approvato con Decreto della Giunta della Regione Campania n. 1 del 21/01/11).

Le indagini programmate con il piano di caratterizzazione hanno avuto l'obiettivo di:

- verificare l'esistenza di inquinamento di suolo, sottosuolo e acque sotterranee;
- definire il grado, l'estensione volumetrica dell'inquinamento;
- individuare e delimitare il volume delle aree di interrimento di rifiuti;
- individuare le possibili vie di dispersione e migrazione degli inquinanti dalle fonti verso i potenziali ricettori;

- ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area al fine di precisare il modello concettuale definitivo del sito;

Il piano delle indagini è stato articolato nelle seguenti fasi:

1. ubicazione e tipologia delle indagini da svolgere e la profondità da raggiungere;
2. il piano di campionamento di suolo, sottosuolo e acque sotterranee;
3. il piano di analisi chimico-fisiche.

Verifica sottoservizi

Presso il Comune di Ceppaloni si é provveduto ad acquisire le planimetrie con pubblicazione dei sottoservizi esistenti nelle aree di pertinenza del sito: esiste la rete del metanodotto che é ben segnalata in campagna.

5. RELAZIONE SULLE INDAGINI

5.1 Ubicazione delle indagini

Per la ubicazione dei punti di indagine, considerando l'estensione dell'area e le informazioni raccolte con le indagini preliminari, si é adottata una strategia di ubicazione ragionata degli (o soggettiva) degli stessi. La profondità dei sondaggi é stata definita in modo da indagare le matrici suolo e sottosuolo sino ad intercettare la falda acquifera sotterranea (suolo superficiale, suolo profondo e falda).

I piezometri sono stati ubicati in maniera tale da indagare la qualità delle acque sotterranee e da poter ricostruire la direzione del deflusso idrico sotterraneo.

5.2 Rilievo topografico dei punti di indagine

Il posizionamento preciso dei punti di indagine é stato attuato mediante rilievo topografico. Il rilievo é stato eseguito in modo da attuare il posizionamento assoluto dei sondaggi e dei piezometri con le quote riferite al livello medio del mare.

In questo modo é possibile risalire in qualsiasi momento al punto preciso di indagine e mettere in relazione precisa i dati litostratigrafici.

In particolare il posizionamento assoluto é fondamentale per i rilievi della falda freatica per conoscere la direzione di deflusso sotterraneo .

5.3 Indagini di caratterizzazione

L'area oggetto dell'indagine iniziale, e che ha portato al sequestro della stessa, è pari a circa 5.000 mq; tuttavia negli atti del sequestro vengono citate tutte le particelle ricomprese nell'esproprio per la realizzazione dell'area P.I.P.. Pertanto l'area oggetto del piano di caratterizzazione copre una superficie di circa 36.000 mq.

Cronologia Caratterizzazione

1. In data 04/02/2010 il Comune di Ceppaloni incaricava con determina n° 27 del 04/02/2010 la società di consulenza ambientale C.E.A. S.n.c., oggi C.E.A. S.r.l., con sede in Benevento prima alla via Delle Puglie n° 28 ed oggi in Via Tiengo n° 34, la quale in collaborazione con l'U.T.C. Comunale redigeva il piano di caratterizzazione dell'area PIP sita in loc. Stretto di Barba;
2. in data 21/01/2011 la Giunta Regionale della Campania emette con decreto n° 01 l'AUTORIZZAZIONE DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE;
3. in data 26/09/2011 il Comune di Ceppaloni dà inizio alle attività di cui al Piano di Caratterizzazione approvato e, nel rispetto del decreto di G.R.C. n° 01, ha invitato tutti gli Enti di competenza a presenziare;
4. in data 03/10/11 si sono realizzati i **rilievi topografici** per il posizionamento dei sondaggi.
5. in data 17/11/2011 iniziano le attività in campo con la realizzazione di **sondaggi a scavo aperto** con l'ausilio di una **macchina escavatrice**; si esegue il campionamento di **n. 4 aliquote di terreno per n.1 campione di terreno per ogni sondaggio**; in data 17/11/12 sono stati realizzati i sondaggi/tincee **S5, S8, S12 e S13** ; il giorno 21/11/2011 sono stati realizzati i sondaggi **S10, S4, S9, N1, N2 ed N3** (*questi ultimi tre sondaggi sono stati prescritti e posizionati in campo direttamente dai tecnici dell'A.R.P.A. Campania di Benevento*); infine i sondaggi **S1, S2, S3, S6, S7, S11 ed S14** sono stati eseguiti in data 05/12/2011;

6. in data 28/01/2012 e 27/03/2012 l'aliquota denominata "C" dei campioni di terreno prelevati viene consegnata/inviata al laboratorio CHELAB S.r.l., laboratorio dotato di accredito ACCREDIA n. 51;
7. in data 16/02/2012 e 13/04/2012 sono stati trasmessi dal laboratorio Chelab S.r.l., i risultati delle analisi svolte sull'aliquota "C" dei campioni di terreno prelevati nei sondaggi anzidetti.
8. in data 30/07/2012 si è proceduto alla realizzazione di n. 4 sondaggi a carotaggio continuo (sondaggi Sp1, Sp2, Sp3, Sp4); in ogni sondaggio sono stati effettuati n. 3 campionamenti a profondità crescenti e per ogni campionamento sono state prelevate di **n. 4 aliquote di terreno.**
9. in data 01/08/2012 l'aliquota denominata "C" è stata consegnata/inviata al laboratorio CHELAB S.r.l., laboratorio di analisi dotato di accredito ACCREDIA n. 51;
10. in data 30/08/2012 sono stati trasmessi, da Chelab S.r.l., i risultati delle analisi svolte sull'aliquota "C" dei campioni di terreno prelevati nei sondaggi Sp1, Sp2, Sp3, Sp4.
11. data 13/01/2014 si è dato inizio alla realizzazione di **n. 5 piezometri/sondaggi** a carotaggio continuo e relativo condizionamento (piezometri P1,P2,P3,P4,P5); in ogni piezometro sono stati effettuati n. 3 campionamenti di terreno a profondità crescenti (suolo superficiale SS e sottosuolo SS) nella zona insatura; per ogni campionamento sono state prelevate di **n. 4 aliquote di terreno.**
12. in data 28/02/2014 l'aliquota denominata "C" è stata inviata/consegna al laboratorio CHELAB S.r.l. dotato di accredito ACCREDIA n. 51;
13. in data 27/03/2014 sono stati trasmessi, da Chelab S.r.l., i risultati delle analisi svolte sull'aliquota "C" dei campioni di terreno prelevati nei piezometri/sondaggi P1,P2,P3, P4,P5.
14. In data 20/03/14, dopo aver eseguito il 18/03/14 le necessarie operazioni di spurgo dei piezometri, si è proseguito al prelievo delle acque di falda nei piezometri P2,P3,P4,P5; il piezometro P1 è risultato sterile;
15. In data 21/03/2014 i campioni di acqua di falda, denominati col nome del rispettivo piezometro, sono stati inviati/consegnati al laboratorio CHELAB S.r.l. dotato di accredito n. 51;

16. in data 05/05/2014 e sono stati trasmessi, da Chelab S.r.l., i risultati delle analisi svolte sui campioni d'acqua di falda prelevati nei piezometri anzidetti.

Tutte le operazioni rendicontate precedentemente sono state attuate di concerto e sotto il controllo dell'ARPAC di Benevento. I sondaggi sono stati realizzati mediante sonda ambientale semovente su cingoli. Il campionamento è stato effettuato mediante perforazione a rotazione con avanzamento a secco che ha permesso di avere una carota continua del terreno. Le carote così prelevate hanno permesso di eseguire le ricostruzioni delle verticali litostratigrafiche e il prelievo di campioni di terreno. Le carote estratte sono state inserite in apposite cassette catalogatrici. I fori dei piezometri sono stati eseguiti con perforazione a rotazione con avanzamento a secco ed hanno raggiunto una profondità di circa 15 m da p.c. locale. Nel foro è stato inserito un tubo in PVC del diametro interno di 110 mm costituito da spezzoni della lunghezza di tre metri; gli spezzoni estremi sono ciechi. Fra le pareti del sondaggio e il tubo, in corrispondenza del tratto filtrato, è stato realizzato un prefiltro mediante ghiaietto selezionato. L'ultima parte dei piezometri, quella vicino alla superficie topografica, è stata cementata; il tutto è stato poi completato disponendo delle protezioni metalliche in testa ai sondaggi piezometrici (chiusini metallici), munite di opportuno lucchetto di sicurezza. Si sono così realizzati piezometri a tubo aperto con presa idraulica localizzata all'interno della falda freatica. Una volta completati, i piezometri sono stati spurgati fino ad ottenere la fuoriuscita acqua chiarificata.

5.4 Prelievo dei campioni di terreno e delle acque sotterranee

In accordo con l'allegato 2 del DLgs 152/06 (che indica i criteri generali per la definizione delle profondità di campionamento del terreno insaturo) dai sondaggi sono stati prelevati campioni del terreno insaturo in modo tale da ottenere la determinazione della concentrazione delle sostanze inquinanti per strati omogenei dal punto di vista litologico.

Il piano dei campionamenti effettuati si è basato sui risultati delle indagini preliminari e sulle potenziali sorgenti di contaminazioni da ricercare. Si ricorda che la sorgente di contaminazione si differenzia in sorgente primaria e sorgente secondaria. La sorgente primaria è rappresentata dall'elemento che è causa di inquinamento (es. accumulo di rifiuti); quella secondaria è

identificata con il comparto ambientale oggetto di contaminazione (suolo, acqua, aria). La sorgente secondaria può trovarsi in due comparti ambientali, ovvero:

- zona insatura, a sua volta classificabile come suolo superficiale (SS), compreso tra 0,00 ed 1 m di profondità dal piano campagna e suolo profondo (SP), con profondità maggiore di 1 m dal piano campagna;
- zona satura, o acqua sotterranea (GW).

In accordo agli standard di riferimento la procedura di campionamento è stata applicata riferendosi esclusivamente alla sorgente secondaria di contaminazione. Pertanto, nel seguito, tutti i parametri relativi alla sorgente si riferiscono al comparto ambientale (suolo superficiale, suolo profondo o falda) soggetto a potenziale contaminazione.



Per corrispondere ai criteri indicati, da ciascun sondaggio a rotazione sono stati presi tre campioni di terreno:

- il primo dal suolo superficiale (SS) compreso fra il piano campagna e la profondità di un metro circa;
- il secondo e il terzo nel suolo profondo insaturo (SP).

La frangia capillare risulta mediamente piuttosto ridotta (terreni granulometricamente tendenti a sabbie) e variabile per cui non si sono eseguiti campioni in tale unità. Per ciascun campione sono state prelevate quattro aliquote: un'aliquota da inviare in laboratorio e altre tre stoccate presso il magazzino della scrivente società di consulenza e a disposizione dei vari enti interessati. Per quanto riguarda le acque di falda il prelievo è stato effettuato al fine di ottenere un solo campione di acqua per piezometro. Alcune aliquote dei campioni di terreno e alcuni campioni di acqua sotterranea sono stati richiesti e consegnati all'ARPAC di Benevento per poter condurre proprie

analisi sulle diverse matrici. Da notare che il piezometro P1 è risultato improduttivo in quanto in due occasioni si è cercato di estrarre l'acqua senza risultato. Tutti gli strumenti di campionamento e di misura sono stati decontaminati prima e fra l'utilizzo in ogni punto di indagine. I guanti di campionamento sono stati cambiati prima di utilizzarli su ogni nuovo campione. I campioni di terreno sono stati posti in campionatori puliti e sigillati. Ogni campione è stato etichettato dall'ARPAC di Benevento riportando le seguenti indicazioni:

- nome del sito;
- punto di indagine e codice di identificazione;
- profondità di campionamento;
- data di campionamento,

I campioni sono stati recapitati al Laboratorio Chelab S.r.l. di Resana (TV) fornito di accredito ACCREDIA n. 0051 per le analisi chimiche.

5.4 Scelta degli analiti

La selezione degli elementi inquinanti da ricercare si è stata basata sulle indicazioni approvate nel piano di caratterizzazione.

Complessivamente si sono effettuati 26 punti di indagine di cui:

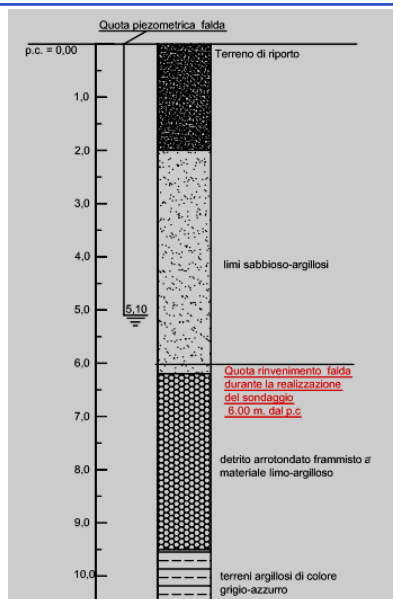
- 17 sondaggi a scavo aperto;
- 4 sondaggi a carotaggio continuo
- 5 piezometri attrezzati per il prelievo dell' acqua di falda (da P1 a P5).

Da notare che non tutti i piezometri sono stati utilizzati per il rilievo della posizione della falda: P1 è risultato improduttivo per i rilievi e i prelievi di acqua della falda (pochissima e molto sporca di terreno in sospensione).

5.5 Risultati delle indagini

Assetto geologico ed idrogeologico locale

L'analisi delle carote continue di terreno prelevate con i sondaggi ha permesso di ricostruire su ciascun punto di indagine il profilo litostratigrafico locale. I dati raccolti hanno confermato le informazioni disponibili sulle caratteristiche geologiche e litologiche dell'area.



Assetto litostratigrafico e idrogeologico in corrispondenza del piezometro P5

Per i dettagli litostratigrafici e idrogeologici si veda l'Allegato 3.

Durante il periodo di esecuzione della campagna di indagine relativa alla realizzazione di n. 5 piezometri si è attuato un controllo piezometrico della falda freatica mediante rilievo manuale della posizione della superficie freatica con sondina freatimetrica prima delle operazioni di spurgo e prima delle operazioni di prelievo. A causa della scarsa ricarica della falda, e quindi al lento rimpinguamento dell'acqua nei piezometri, lo spurgo degli stessi è stato articolato in due fasi a distanza di circa 3-4 ore una dall'altra. L'attività di spurgo dei piezometri ha riguardato la pulitura dei piezometri mediante pompa sommersa a bassa portata.

Piezometro	Rilievi piezometrici della falda rispetto al p.c. (metri) eseguiti prima dell'operazione di spurgo (18/03/14) dei piezometri e prima delle operazioni di campionamento (20/03/14)	
	18/03/14	20/03/14
P1	-13,50	-14,30 (prelievo imp.)
P2	-3,80	-6,10
P3	-3,65	-4,60
P4	-6,30	-6,30
P5	-5,10	-11,20

La TAV.3 riporta l'assetto piezometrico riferito al 18 marzo 2014.

La falda freatica locale é ubicata ad una profondità media di circa 5,10 m da p.c. .

Risultati delle analisi chimiche

Gli Allegati 5 e 6 riportano le analisi chimiche effettuate sulle matrici suolo, sottosuolo e acque sotterranee. Complessivamente, per il suolo 34 campioni su 44 hanno rilevato parametri superiori alle soglie CSC riportati nella **tab. 1 col. A - All. 5 Titolo V parte IV del D.Lgs n° 152/2006** (zone residenziali, ricreative, agricole) ma inferiori alle soglie CSC **tab. 1 col. B - All. 5 Titolo V parte IV del D.Lgs n° 152/2006** (zone commerciali/industriali); per la falda 1 campione su 4 ha rilevato un parametro con valore superiore alle soglie CSC (**Tabella 2 dell'Allegato 5 D. Lgs. 152/06**) .

Per quanto riguarda il suolo le sostanze contaminanti che superano le soglie CSC della **tab. 1 col. A** (zone residenziali, ricreative, agricole) ma sono inferiori alle soglie CSC **tab. 1 col. B**, c'è il berillio, lo stagno, il cromo, lo zinco, gli idrocarburi pesanti C>12, il cobalto ed il selenio. Le sostanze contaminanti più diffuse risultano il berillio e lo stagno, presenti in molti campioni sia sul suolo superficiale che su quello profondo; le concentrazioni di tali inquinanti presenti risultano quindi **comprese** fra le soglie CSC riportate nelle colonne A e B della tab. 1–All. 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs n.152/06 (di poco superiore alla soglia CSC col. A) .

Gli idrocarburi pesanti si riscontrano in 8 campioni di terreno con valori **compresi** fra le soglie CSC delle colonne A e B.

In campioni singoli contaminati si riscontrano zinco, cromo trivalente e selenio.

La falda freatica presenta i parametri fluoruri, ferro e manganese che superano la soglia CSC di riferimento della **Tabella 2 dell'Allegato 5 D. Lgs. 152/06**.

Tabella di sintesi dei risultati della contaminazione

Sondaggi/trincee NOV-DIC 2011

MATRICE: SUOLO E SOTTOSUOLO

Sondaggi o trincee	Numero Rapporto di Prova	Profondità di campioname nto	Analita	Valore	DECRETO LEGISLATIVO 152/06 – PARTE QUARTA TITOLO V – ALLEGATO 5	
					CSC mg/kg s.s.	
					tab. 1 col. A Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	tab. 1 col. B Siti ad uso commerciale e industriale
S6 2C	n. 12/000121156	2.00	17-STAGNO	3,56±0,48	1	350
S12 2C	n. 12/000121157	1.50	7-BERILLIO	3,24±0,48	2	10
			17-STAGNO	3,56±0,48	1	350

S5 1C	n. 12/000121159	1.50	17- STAGNO	2,46±0,41	1	350
S10 1C	n. 12/000121161	1.50	/	Conc. Analiti < CSC tab. 1/A		
S2 6C	n. 12/000121164	1.70	17- STAGNO	3,40±0,47	1	350
S7 1C	n. 12/000121167	2.00	7- BERILLIO	2,25±0,21	2	10
			17- STAGNO	1,31±0,35	1	350
S8 4C	n. 12/000121171	2.00	/	Conc. Analiti < CSC tab. 1/A		
S1 7C	n. 12/000121174	1.70	7- BERILLIO	4,50±0,41	2	10
			17- STAGNO	3,43±0,47	1	350
S11 8C	n. 12/000121175	1.70	7- BERILLIO	5,40±0,48	2	10
			17- STAGNO	2,27±0,40	1	350
N1 5C	n. 12/000121176	2.00	7- BERILLIO	2,30±0,21	2	10
			17- STAGNO	4,67±0,56	1	350
S13 3C	n. 12/000121177	1.50	7- BERILLIO	2,06±0,19	2	10
			17- STAGNO	2,08±0,39	1	350
S3 5C	n.12/000121181	1.50	17- STAGNO	3,27±0,46	1	350
S14 3C	n. 12/000121183	2.00	9- COBALTO	23,2±1,2	20	250
			17- STAGNO	4,46±0,54	1	350
N2 3C	n. 12/000050814	1.50-2.00	7- BERILLIO	3,45±0,31	2	10
			11- CROMO	219±11	150	800
			17- STAGNO	7,51±0,46	1	350
			20- ZINCO	176,2±9,2	150	1500
			75 IDROCARBURI C<12	340±120	50	750
S9 2C	n. 12/000050815	2.00	7- BERILLIO	3,16±0,29	2	10
			17- STAGNO	2,36±0,40	1	350
N3 4C	n. 12/000050816	2.00	17- STAGNO	2,83±0,43	1	150
S4 4C	n. 12/000050817	2.00	16- SELENIO	5,10±0,34	3	15

Tabella di sintesi dei risultati della contaminazione

Realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo SP1, SP2, SP3, SP4 LUGLIO 2012

MATRICE: SUOLO E SOTTOSUOLO

Sondaggi o trincea	Numero Rapporto di Prova	Profondità di campionamento	Analita	Valore	DECRETO LEGISLATIVO 152/06 - PARTE QUARTA TITOLO V - ALLEGATO 5	
					CSC mg/kg s.s.	
					tab. 1 col. A Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	tab. 1 col. B Siti ad uso commerciale e industriale
SP1/7C	12/000286670	Da 0,00 a 1,00 m	7 - BERILLIO	3,72±0,34	2	10
SP1/8C	12/000286671	Da 1,50 a 2,50 m	/	Conc. Analiti < CSC tab. 1/A	-	-
SP1/9C	12/000286673	Da 3,30 a 4,30 m	/	Conc. Analiti < CSC tab. 1/A	-	-
SP2/10C	12/000286676	Da 0,00 a 1,00 m	17 - STAGNO 75 - IDROCARBURI > C12	1,31±0,35 310±110	1 50	350 750
SP2/11C	12/000286678	Da 1,50 a 2,50 m	75 - IDROCARBURI > C12	440±160	50	750
SP2/12C	12/000286679	Da 3,30 a 4,30 m	75 - IDROCARBURI > C12	98±35	50	750
SP3/4C	12/000286667	Da 0,00 a 1,00 m	7 - BERILLIO	2,38±0,22	2	10

SP3/5C	12/000286668	Da 2,50 a 3,50 m	/	Conc. Analiti < CSC tab. I/A	-	-
SP3/6C	12/000286669	Da 4,00 a 5,00 m	/	Conc. Analiti < CSC tab. I/A	-	-
SP4/1C	12/000286663	Da 0,00 a 1,00 m	75 - IDROCARBURI > C12	120±43	50	750
SP4/2C	12/000286664	Da 2,50 a 3,50 m	/	Conc. Analiti < CSC tab. I/A	-	-
SP4/3C	12/000286666	Da 4,50 a 5,50 m	/	Conc. Analiti < CSC tab. I/A	-	-

Tabella di sintesi dei risultati della contaminazione

Realizzazione di piezometri P1, P2, P3, P4 e P5 GEN-FEB 2014

MATRICE: SUOLO E SOTTOSUOLO

Sondaggi o trincea	Numero Rapporto di Prova	Profondità di campionamento	Analita	Valore	DECRETO LEGISLATIVO 152/04 - PARTE QUARTA TITOLO V - ALLEGATO 5	
					CSC mg/kg s.s.	
					lab. 1 col. A Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale	lab. 1 col. B Siti ad uso commerciale e industriale
P1/4C	N. 14/000104133	Da 0,50 a 1,50 ml	17 - STAGNO	1,01±0,54	1	350
P1/5C	N. 14/000104134	Da 2,00 a 3,00 ml	17 - STAGNO 68 - IDROCARBURI > C12	1,16±0,55 77±13	1 50	350 750
P1/6C	N. 14/000104135	Da 3,00 a 4,00 ml	/	Analiti < CSC tab. I/A	-	-
P2/1C	N. 14/000104130	Da 1,00 a 3,00 ml	7 - BERILLIO 17 - STAGNO	8,1±1,3 1,92±0,58	2 1	10 350
P2/2C	N. 14/000104131	Da 3,00 a 4,50 ml	7 - BERILLIO 17 - STAGNO	4,08±0,70 1,55±0,56	2 1	10 350
P2/3C	N. 14/000104132	Da 5,50 a 6,50 ml	/	Analiti < CSC tab. I/A	-	-
P3/13C	N. 14/000104142	Da 0,50 a 2,00 ml	7 - BERILLIO 17 - STAGNO	3,15±0,56 1,61±0,57	2 1	10 350
P3/14C	N. 14/000104143	Da 2,00 a 3,00 ml	7 - BERILLIO 17 - STAGNO	4,32±0,73 1,65±0,57	2 1	10 350
P3/15C	N. 14/000104144	Da 4,00 a 5,00 ml	7 - BERILLIO 17 - STAGNO	5,12±0,85 1,60±0,56	2 1	10 350
P4/7C	N. 14/000104136	Da 0,50 a 1,50 ml	7 - BERILLIO 17 - STAGNO	2,35±0,45 1,74±0,57	2 1	10 350
P4/8C	N. 14/000104137	Da 2,00 a 3,00 ml	7 - BERILLIO 17 - STAGNO 68 - idrocarburi > C12	3,54±0,62 1,68±0,57 51,1±9,8	2 1 50	10 350 750
P4/9C	N. 14/000104138	Da 3,00 a 4,00 ml	7 - BERILLIO 17 - STAGNO	2,62±0,49 1,40±0,56	2 1	10 350
P5/10C	N. 14/000104139	Da 1,00 a 2,00 ml	17 - STAGNO 68 - Idrocarburi > C12	1,16±0,55 100±16	1 50	350 750
P5/11C	N. 14/000104140	Da 3,00 a 4,00 ml	/	Analiti < CSC tab. I/A	-	-
P5/12C	N. 14/000104141	Da 5,00 a 6,00 ml	17 - STAGNO	1,05±0,54	1	350

Si riportano altresì i giudizi sintetici per ogni singolo campione di acqua di falda prelevato nei piezometri P2, P3, P4, P5 in base alle concentrazioni soglia di contaminazione come da **Tabella 2 dell'Allegato 5 D. Lgs. 152/06**.

Tabella di sintesi dei risultati della contaminazione

Realizzazione di piezometri P1, P2, P3, P4 e P5 GEN-FEB 2014

MATRICE: ACQUE SOTTERRANEE

Sondaggi o trincea	Numero Rapporto di Prova	Profondità di campionamento	Analita	Valore µg/l	DECRETO LEGISLATIVO 152/06 PARTE QUARTA TITOLO V – ALLEGATO 5 CSC µg/l tab. 2
P2	N. 14/000146802	6,10 ml	/	Conc. Analiti < CSC tab. 2	
P3	N. 14/000146806	4,60 ml	/	Conc. Analiti < CSC tab. 2	
P4	N. 14/000146806	6,30 ml	/	Conc. Analiti < CSC tab. 2	
P5	N. 14/000146811	11,20 ml	3 – FLUORURI	1620±150	1500
P3 (ARPAC)	n. 20144005632	4,60 ml	FERRO	1081,9	200
P3 (ARPAC)	n. 20144005632	4,60 ml	MANGANESE	258,7	50

Considerazioni geochemiche

Nel sito in studio si può notare il pressoché costante superamento dei **limiti CSC** dei suoli e sottosuoli, anche se di pochissimo, riportati nella **tab. 1 col. A “Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale”** per il parametro **Stagno e Berillio** e la **totale conformità** di tutti gli analiti rispetto ai limiti CSC della **tab. 1 col. B “Siti ad uso commerciale e industriale”**.

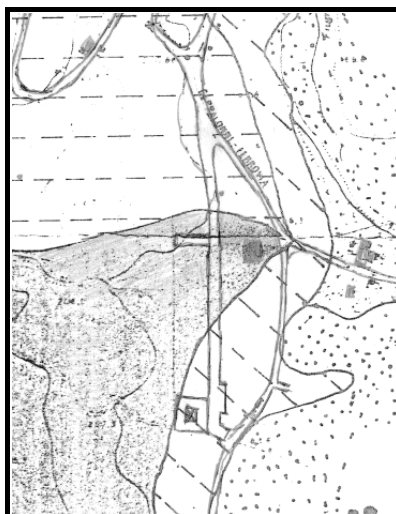
Il superamento dei limiti di concentrazione riportati nella Tab. 1-Col. A dell'All. 5 Titolo V parte IV del D.Lgs n° 152/2006 dello Stagno e del Berillio si potrebbero ascrivere a **livelli di fondo naturale** caratteristici dell'intera area, se riconosciuti dalle autorità competenti.

Per quanto riguarda la presenza dei **fluoruri** nell'**acqua sotterranea** prelevata nel piezometro P5, e risultati essere maggiori delle CSC della **Tabella 2 dell'Allegato 5 -Titolo V - Parte IV del D. Lgs. 152/06** (il limite CSC è compreso tra il valore di fluoruri misurato e la sua incertezza di misura), essi sono, con elevata probabilità, da attribuire alla presenza nell'area in studio di una

considerevole presenza di terreni piroclastici di copertura sia sciolti che litoidi; nel passato non recente le piroclastiti sciolte (denominate pozzolane) presenti nell'area venivano scavate ed utilizzate per produrre, miscelate alla calce viva, delle ottime malte per l'edilizia (informazioni rilasciate da persone anziane del luogo).

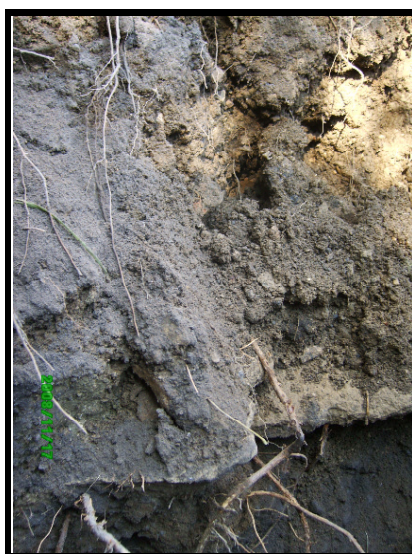
La presenza dell'analita "fluoruri" in concentrazioni di poco superiori al limite degli stessi nelle acque destinate a consumo umano e riportate nel D.L.31/2001 (limite identico alla CSC della Tabella 2 dell'Allegato 5 -Titolo V - Parte IV de D. Lgs. 152/06: **F= 1,5 mg/l**), è stato riscontrato più volte nella attività di laboratorio di alimenti, svolta dalla scrivente società di consulenza C.E.A. S.r.l., nel controllo di alcuni pozzi della Valle del Sabato nei territori dei comuni di Ceppaloni, S.Leucio del Sannio e Benevento. L'origine dei fluoruri è solitamente naturale (rocce vulcaniche e/o terreni di origine vulcanica). Generalmente nelle acque i livelli di fluoruri sono inferiori a 1,5 mg/l, ma in aree ricche di minerali contenenti fluoruri (rocce e terreni di origine vulcanica) le acque sotterranee possono contenerne fino a 10 mg/l. I fluoruri non hanno effetti tossici ma livelli superiori a 1,5 mg/l di concentrazione possono causare la fluorosi dentale (annerimento dello smalto dei denti). Poiché i fluoruri hanno anche effetti benefici nella prevenzione della carie dentaria, in alcune aree essi vengono aggiunti artificialmente all'acqua potabile fino a raggiungere concentrazioni di 1 mg/l. In alcuni comuni campani, a seguito del parere favorevole dell'Istituto Superiore della Sanità e del Ministero della Salute, la **regione Campania**, nel recente passato è stata costretta a **derogare** alla normativa, con varie delibere di giunta, e consentire l'utilizzo di acque per il consumo umano con valori di concentrazioni di fluoruri **fino a 2,5 mg/l (>1,5 mg/l)**. Per quanto riguarda il superamento dei valori di concentrazione limite di cui al D.Lgs. 152/2006, Allegato 5-Tabella 2 (acque sotterranee) dei parametri Manganese e Ferro (non riportati tra gli analiti da ricercare nelle acque sotterranee del PdC approvato in Cds del 12/01/2011) si possono fare le deduzioni/considerazioni riportate successivamente. Nei depositi piroclastici di copertura/riempimento, come quelli presenti nell'area in studio, il manganese è con il ferro, un elemento caratterizzante della composizione mineralogica dei litotipi presenti (piroclastiti sciolte e lapidee) raggiungendo concentrazioni rispettivamente di circa l'1% e 7-8 %. Le acque

che attraversano tali terreni di norma contengono elevate concentrazioni di ferro con associate alte concentrazioni di manganese derivanti dalla lisciviazione di ossidi di ferro e di manganese. Questa è una fenomenologia ben nota in letteratura dedicata. Nello stralcio della carta geologica d'Italia al 50000 sono riportate le formazioni piroclastiche nei pressi dell'area denominata Stretto di Barba; inoltre uno stralcio della carta geologica allegata al vecchio PRG e al recente PUC del comune di Ceppaloni riporta chiaramente la presenza di terreni piroclastici sciolti nell'area oggetto della presente caratterizzazione ambientale.



Depositi piroclastici costituiti da ceneri e pomici sciolte, rimaneggiate/rielaborate

Stralcio della Carta Geolitologica PUC con sovrapposizione infrastrutture della Area PIP-Stretto di Barba – Ceppaloni



Terreni piroclastici sciolti (pozzolane) rinvenuti nel sondaggio/trincea S4;

la presenza di apparati radicali ben sviluppati denota che si tratta di terreno naturale

Matrice suolo

Le contaminazioni rilevate nel suolo e nel sottosuolo sono tutte inferiori ai riferimenti della **tabella 1 col. B "Siti ad uso commerciale e industriale" dell'Allegato 5 -Titolo V - Parte IV** del **D.Lgs 152/06** per cui, essendo l'area PIP Stretto di Barba un sito ad uso industriale al quale si applicano appunto i riferimenti della tabella 1B, non è risultato essere necessario procedere all'analisi di rischio sito specifica per la matrice ambientale suolo.

Matrice acque sotterranee

Dalle investigazioni condotte la matrice acque sotterranee risulta "contaminata" da fluoruri, ferro e manganese con tenori superiori ai limiti CSC di riferimento (Tabella 2 dell'Allegato 5 -Titolo V - Parte IV del D. Lgs. 152/06). Sulla base delle informazioni acquisite con le investigazioni eseguite e dalle informazioni dedotte dalla letteratura scientifica è ragionevole ipotizzare, sulla base dei dati disponibili, che la "contaminazione da fluoruri, ferro e manganese" delle acque sotterranee sia di origine naturale e non antropica (presenza nell'area di terreni piroclastici sciolti e litoidi); quindi si sarebbe potuto non eseguire l'analisi di rischio sito specifica per la matrice ambientale acque sotterranee.

6. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICO: ASPETTI GENERALI

6.1 La valutazione del rischio

La Valutazione del Rischio è stata definita in modi diversi da molti autori che hanno affrontato la materia: in termini tecnici il Risk Assessment viene definito come il *processo sistematico per la stima di tutti i fattori di rischio significativi che intervengono in uno scenario di esposizione causato dalla presenza di pericoli*. In sostanza la Valutazione del Rischio è la stima delle conseguenze sulla salute umana di un evento potenzialmente dannoso; in termini di probabilità che le stesse conseguenze si verifichino. Il titolo V, parte quarta del D.Lgs. 152/2006, che detta le norme in materia ambientale, prevede l'applicazione della procedura di analisi di rischio sito-specifica al fine di individuare i valori di Concentrazione Soglia di Rischio (CRS), ossia i livelli di contaminazione delle matrici ambientali suolo e acque sotterranee, il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica.

Le procedure di analisi di rischio sanitario (AdR) sono lo strumento scientificamente e tecnicamente più avanzato per la valutazione del grado di contaminazione di un sito e la definizione delle priorità d'intervento sul sito stesso.

Attraverso le procedure di AdR, infatti, è possibile:

1. quantificare i reali pericoli per la salute umana in conseguenza di fenomeni di rilascio di inquinanti nell'ambiente;
2. stabilire l'esigenza o meno di azioni correttive (interventi di bonifica e/o messa in sicurezza);
3. determinare fino a che punto è necessario spingere gli interventi di bonifica di un sito contaminato evitando di disperdere risorse economiche senza effettivo beneficio in termini di protezione della salute umana;
4. avere una base di confronto su cui valutare gli effetti potenziali sulla salute umana, di diverse opzioni di bonifica applicabili.

6.2 Caratteri generali dell'Analisi di Rischio

L'analisi di rischio è lo strumento di valutazione alla base del Risk-Based Land Management, strategia per il risanamento sostenibile del territorio, promossa negli ultimi anni a livello internazionale.

La procedura prevede un approccio graduale di approfondimento, denominato Risk-Based Corrective Action (RBCA), articolato su tre differenti livelli. Il passaggio a livelli successivi prevede una caratterizzazione più accurata del sito e l'abbandono di alcune ipotesi conservative.

E' importante sottolineare che il grado di protezione della salute e dell'ambiente non varia nei diversi livelli di analisi di seguito descritti:

Il **primo livello** (Tier 1): l'analisi di rischio condotta a tale livello, fa riferimento a condizioni sito-generiche e rappresenta quindi una valutazione di screening. E' essenzialmente costituito dal confronto tra le concentrazioni dei contaminanti rilevati nel sito e i limiti tabellari previsti. La posizione del punto di esposizione coincide con la sorgente di contaminazione quindi vengono considerati soltanto bersagli on-site. L'analisi di primo livello non utilizza i parametri specifici del sito e il rischio viene calcolato mediante modelli semplificati e ipotesi molto conservative;

Il **secondo livello** (Tier 2): tale livello di analisi fa riferimento a condizioni sito- specifiche ed e quindi una valutazione di maggiore dettaglio. Prevede l'utilizzo di modelli analitici per la stima della concentrazione al punto di esposizione considerando un mezzo omogeneo e isotropo. I dati di input sono in parte ricavati da indagini ambientali condotte in campo, e per i dati non noti sono utilizzati valori riportati in letteratura o validati da studi condotti in contesti ambientali analoghi a quelli in esame. In tal caso si usano valori che massimizzano la conservatività del modello, sbilanciando così i risultati dell'analisi a favore della tutela dell'ambiente e della salute umana. L'analisi di secondo livello prevede solitamente l'analisi dei processi di trasporto e degradazione della contaminazione e consente di calcolare il rischio anche al di fuori della sorgente di inquinamento (bersagli "on site" e "off site"). Mediante l'elaborazione di un'AdR di secondo livello è possibile determinare i limiti di accettabilità alla sorgente specifica per il sito, che possono definire gli obiettivi di bonifica di un sito contaminato;

Il **terzo livello** (Tier 3): permette una valutazione sito-specifica di maggiore dettaglio. Utilizza modelli numerici e analisi probabilistiche che consentono di poter considerare eterogeneità del sistema e la simulazione dei fenomeni di degradazione e trasporto della contaminazione. L'esecuzione di un AdR di terzo livello è consentita dalla disponibilità dei dati chimici, biologici e fisici specifici del sito necessari alla completa determinazione dei fenomeni di riduzione del carico di contaminante in atto nel sottosuolo. Le AdR di terzo livello costituiscono lo strumento di valutazione del rischio che fa meno ricorso ad ipotesi conservative, ma che risulta maggiormente vicino alla realtà. Il Livello 2 di analisi, essendo intermedio tra i tre proposti dalla procedura RBCA, rappresenta, in genere, un buon compromesso tra l'utilizzo di valori tabellari, corrispondenti all'applicazione del livello 1, e l'applicazione di modelli numerici complessi, tipicamente utilizzati per un'analisi di livello 3. Un presupposto fondamentale per l'applicazione di un livello 2 di analisi riguarda la scelta di utilizzare modelli analitici per la stima dei fattori di trasporto delle specie chimiche contaminanti attraverso i diversi comparti ambientali. Ciò comporta un'estrema semplificazione del modello concettuale del sito e quindi l'utilizzo di un numero ridotto di parametri caratteristici dello stesso [EPA, 1998].

In generale, l'applicazione di modelli analitici comporta la:

- semplificazione della geometria del sito;

- semplificazione delle proprietà fisiche del comparto ambientale attraverso cui avviene la migrazione (es. ipotesi di omogeneità);
- definizione semplificata della geologia e dell'idrogeologia del sito;
- indipendenza dei parametri di input rispetto alla variabile tempo;
- rappresentazione semplificata dei meccanismi di trasporto e dispersione.

Tali incertezze, insite nell'uso di modelli analitici, sono compensate dalla **conservatività** sia delle equazioni di **"fate and transport"** sia dei parametri inseriti quali **input**. I principali vantaggi dei modelli analitici riguardano la semplicità di implementazione e di applicazione, la necessità di inserire in input un numero limitato di parametri, la loro stabilità numerica e la conservatività degli output. La procedura dell'Analisi di Rischio, così come standardizzata dall'American Society for Testing and Materials ("ASTM"), comporta le seguenti fasi sequenziali (ASTM, 1995 e 1998):

- la definizione del **Modello Concettuale**, cioè la schematizzazione teorica di un processo complesso, dei suoi elementi e dell'interazione tra di essi. Come già descritto precedentemente tale astrazione permette di semplificare e gestire i più complessi fenomeni reali, individuando le interazioni esistenti tra le componenti che concorrono alla determinazione del potenziale rischio ambientale legato alla contaminazione;
- lo studio del trasporto della contaminazione dalla sorgente al punto di esposizione e la determinazione delle concentrazioni del contaminante al recettore;
- il calcolo del rischio;
- L'analisi decisionale (valutazione delle incertezze presenti nell'AdR e dell'accettabilità del rischio, calcolo delle eventuali concentrazioni massime ammissibili del rischio, calcolo delle eventuali concentrazioni massime ammissibili alla sorgente e descrizione degli eventuali interventi necessari per la gestione del sito).

6.3 Modello concettuale del sito

Il presente capitolo fa riferimento ai criteri metodologici APAT (rif. [2]) ed alla procedura RBCA ASTM (Risk Based Corrective Action Applied at Petroleum Released Sites ASTM E-1739, 1995 e ASTM PS 104, 1998).

Il Modello Concettuale del Sito (MCS) permette la schematizzazione mediante semplificazione degli elementi naturali ed antropici che caratterizzano il sito e delle loro interazioni. La ricostruzione del Modello Concettuale del Sito è propedeutica all'analisi di rischio sanitario (AdR) connessa alla contaminazione del sito. La sua definizione comprende essenzialmente la ricostruzione dei caratteri dei tre componenti principali:



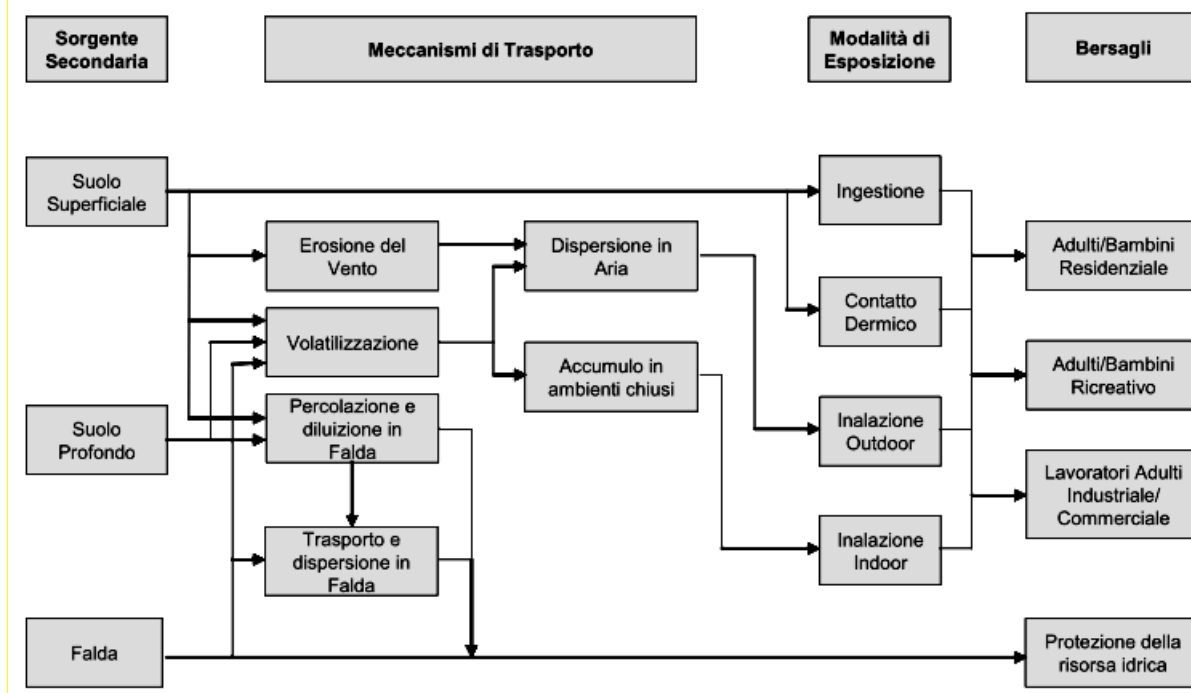
Per cui devono essere definiti:

- le sorgenti di contaminazione
- le vie di migrazione-trasporto
- i bersagli della contaminazione

Per quanto riguarda i bersagli della contaminazione, si prendono in considerazione i ricettori umani, identificati in funzione della destinazione d'uso del suolo differenziata in:

- Residenziale (bersagli: adulti e bambini)
- Ricreativa (bersagli: adulti e bambini)
- Industriale/Commerciale (bersagli: adulti)

Il seguente diagramma di flusso descrive il modello concettuale generico di un sito contaminato, nel quale sono riportate le sorgenti di contaminazione, le vie di migrazione e le modalità di esposizione prese in considerazione nel presente documento.



6.3.1 Sorgenti di contaminazione

In accordo agli standard di riferimento, la procedura di analisi di rischio va applicata riferendosi esclusivamente alla sorgente secondaria di contaminazione. Pertanto, nel seguito, tutti i parametri relativi alla sorgente si riferiscono al comparto ambientale (suolo superficiale, suolo profondo o falda) soggetto a contaminazione.

Geometria della sorgente di contaminazione in zona insatura

Per sorgente secondaria di contaminazione in zona insatura si intende il volume di suolo o sottosuolo interessato dalla presenza di contaminanti in concentrazione superiore ai valori di riferimento indicati dalla normativa vigente, in funzione della destinazione d'uso del sito.

Quindi, nel nostro caso, da un punto di vista tecnico/normativo nessuna sorgente di contaminazione è riscontrata nel suolo insaturo. Tutti i parametri riscontrati sono inferiori alle CSC di riferimento (sito industriale; Tab. 1, colonna B, Allegato 5, Parte Quarta, D.Lgs. 152/06).

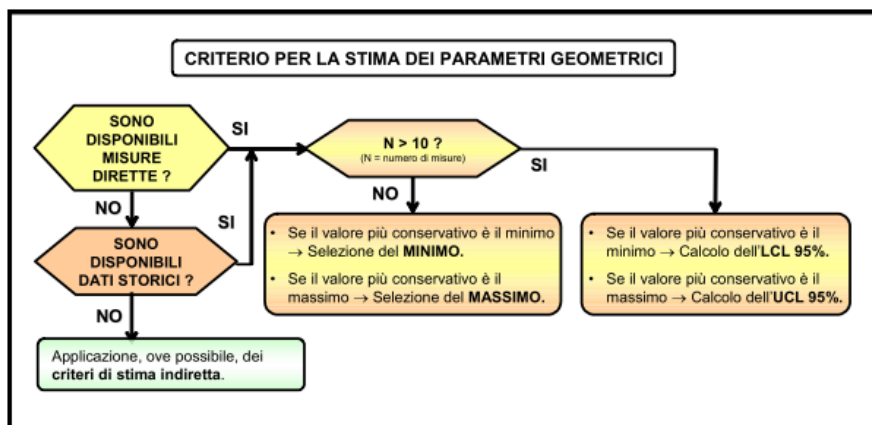
Geometria della sorgente di contaminazione in zona satura

Per sorgente secondaria di contaminazione in zona satura si intende il volume di acquifero interessato dalla presenza di contaminanti in concentrazione superiore ai valori di riferimento indicati dalla normativa vigente. La definizione della geometria della sorgente in zona satura viene effettuata sulla base delle risultanze analitiche relative alle acque sotterranee campionate nei piezometri realizzati nel sito. La sorgente viene individuata attraverso la massima estensione del

plume di contaminazione in falda determinato a partire dai punti di campionamento delle acque che superano i valori di riferimento indicati dalla normativa vigente.

6.3.2 Geometria della zona satura e insatura

Per la determinazione dei parametri che descrivono le geometrie delle sorgenti di contaminazione si è utilizzata la procedura APAT come esplicitato nello schema seguente.



Procedura per la stima dei parametri geometrici

6.3.3 Concentrazioni rappresentative alle sorgenti (CRS)

L'applicazione di un livello 2 di analisi di rischio richiede l'individuazione di un **unico valore di concentrazione rappresentativa** in corrispondenza di ogni sorgente secondaria di contaminazione (suolo superficiale, suolo profondo e falda).

Per l'individuazione della concentrazione rappresentativa alla sorgente (CRS o Cs) è necessario innanzitutto effettuare una accurata valutazione dei dati in grado di stabilire l'applicabilità o meno di criteri statistici sui valori di concentrazione analiticamente determinati nei campioni di suolo e di falda.

Nel caso in cui i dati sono pochi e non possono essere applicati criteri statistici suddetti, in accordo con il principio di massima conservatività, si pone la concentrazione rappresentativa della sorgente CRS coincidente con il valore di concentrazione massimo (**CRS_{MAX}**) analiticamente determinato.

6.3.4 Proprietà chimico-fisiche e tossicologiche dei contaminanti

Si è fatto riferimento alla banca dati messa a punto dalla ISS e ISPESL relativa alle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche delle specie chimiche inquinanti.

La banca dati aggiornata é disponibile on-line sul sito ISPRA (ex APAT).

6.3.5 Percorsi di esposizione

Tale sezione prende in considerazione i fattori di trasporto per stimare la concentrazione della specie chimica in corrispondenza del bersaglio, nota quella della sorgente.

Il livello 2 di analisi utilizza parametri sito specifici, strettamente dipendenti dalle caratteristiche del sito potenzialmente contaminato in oggetto; si rimanda ai tabulati dell'analisi di rischio dove sono riportati i parametri anzidetti. Per gli altri parametri si sono utilizzati quelli standard di inserimento (default) in maniera tale da rispettare il principio del caso ragionevolmente peggiore (worste case) nelle fasi di applicazione della procedura di analisi di rischio; ciò al fine di pervenire a risultati cautelativi per la tutela della salute umana.

6.3.6 Bersagli

Nella definizione dei bersagli occorre fare riferimento alle condizioni del sito in questione.

Allo stato attuale il sito risulta completamente inaccessibile negli spazi esterni e non esistono spazi indoor. L'analisi é stata comunque condotta considerando la permanenza della medesima destinazione d'uso del sito e che siano presenti spazi indoor (a vantaggio di sicurezza).

6.4 Calcolo del rischio

La procedura di analisi assoluta di rischio può avere un *duplice* obiettivo finale:

- *stimare* quantitativamente il rischio per la salute umana connesso ad uno specifico sito, in termini di valutazione delle conseguenze legate alla sua situazione di inquinamento;
- ed *individuare* dei valori di concentrazione accettabili nel suolo e nella falda vincolati alle condizioni specifiche del singolo sito e che costituiscono gli obiettivi di bonifica sito specifici (Concentrazioni Soglia di Rischio, CSR).



Possibili modalità di applicazione dell'analisi di rischio

Nel nostro caso ci si é concentrati sul primo obiettivo applicando la procedura di calcolo in modalità diretta (forward mode) così da ottenere il calcolo del rischio associato al recettore

esposto, derivante da una sorgente di contaminazione e di concentrazione nota. In particolare, nota la concentrazione rappresentativa della sorgente, si è stimata l'esposizione del recettore tenendo conto delle modalità di esposizione, dell'attenuazione dovuta ai fattori di trasporto e della tossicità delle sostanze: infine si è calcolato il rischio.

6.4.1 Rischio Individuale e cumulativo

La stima del rischio (R) per la salute umana, connesso alla esposizione ad una specie chimica contaminante, deriva dalla applicazione della seguente relazione:

$$R = E \times T$$

dove E ([mg/kg d]) rappresenta l'assunzione cronica giornaliera del contaminante e T ([mg/kg d]⁻¹) la tossicità dello stesso.

Il rischio per la salute umana viene distinto tra individuale e cumulativo a seconda se il rischio è dovuto ad un singolo contaminante o alla cumulazione degli effetti di più sostanze.

Il calcolo del rischio per la salute umana si differenzia a seconda della tipologia degli effetti (cancerogeni e/o tossici) che la sostanza in oggetto può avere sull'uomo.

Nel caso di effetti cancerogeni:

$$R = E \times SF$$

Dove R (Rischio [adim]) rappresenta la probabilità di casi incrementali di tumore nel corso della vita, causati dall'esposizione alla sostanza rispetto alle condizioni di vita usuali, SF (Slope Factor [mg/kg d]⁻¹) è la tossicità della sostanza.

In accordo con le specifiche ISS il limite di tollerabilità è stato posto 10⁻⁶ per il rischio individuale e 10⁻⁵ per il rischio cumulativo.

Nel caso di effetti tossici non cancerogeni:

$$HI = E / RfD$$

Dove HI [adim] è un indice di Pericolo che esprime di quanto l'esposizione alla sostanza supera la dose tollerabile o di riferimento.

RfD (Reference Dose [mg/kg d]) è la stima dell'esposizione media giornaliera che non produce effetti avversi apprezzabili sull'organismo umano durante il corso della vita.

HI deve risultare inferiore alla unità (HI < 1).

Accettabilità del rischio CANCEROGENO:

1×10^{-6} per singola sostanza cancerogena

1×10^{-5} cumulato per tutte le sostanze cancerogene

Accettabilità del rischio NON CANCEROGENO:

"non superamento della dose tollerabile o accettabilità definita per la sostanza (HAZARD INDEX – INDICE DI PERICOLO complessivo < 1).

6.4.2 Codice di calcolo utilizzato

Come modello di analisi di rischio è stato utilizzato il software Risk-net 1.0. Esso è stato sviluppato nell'ambito della rete RECONnet su iniziativa del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Roma "Tor Vergata".

Il software "Risk-net" è stato sviluppato con l'obiettivo di fornire uno strumento che permetta di applicare la procedura APAT-ISPRA di Analisi di Rischio sanitaria ai siti contaminati in accordo con quanto previsto dalla normativa italiana (D.Lgs 152/06 e D.Lgs 04/08).

Il software permette di calcolare sia il rischio in modo diretto, associato alla concentrazione rilevata in sorgente, che gli obiettivi di bonifica (CSR) in maniera indiretta, definendo i limiti di accettabilità del rischio e dell'indice di pericolo.

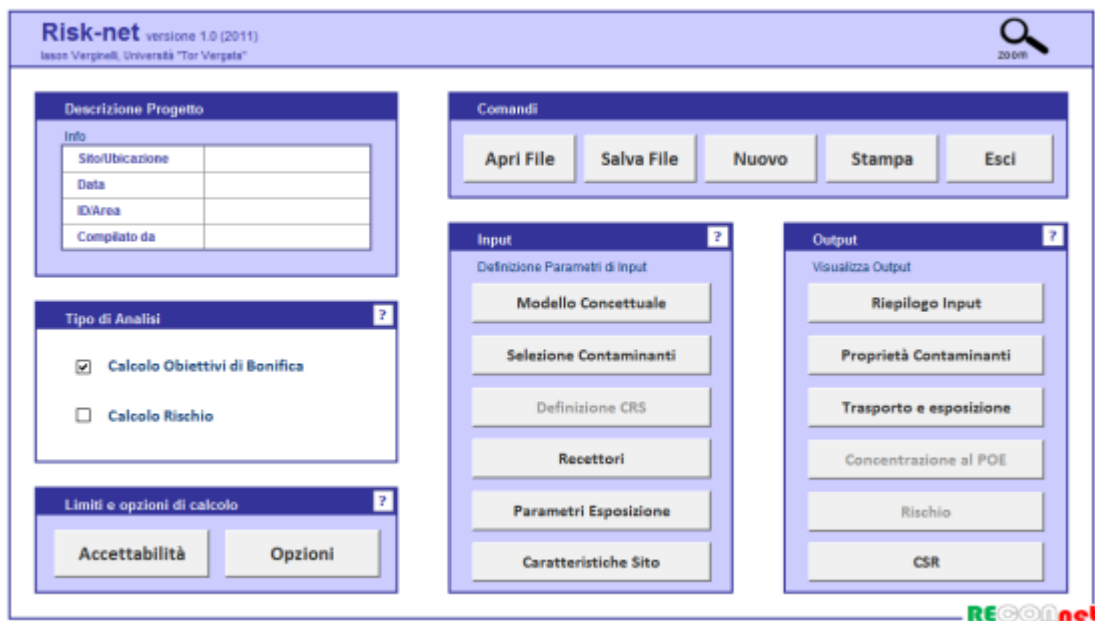
Per ogni percorso di esposizione attivato dall'utente vengono calcolate, attraverso modelli analitici di trasporto descritti nelle linee guida APAT-ISPRA, le concentrazioni massime attese in condizioni stazionarie al punto di esposizione.

Tali modelli tengono conto della ripartizione dei contaminanti nelle diverse fasi del suolo e dell'attenuazione subita durante la migrazione dalla sorgente al punto di esposizione.

Successivamente sulla base dei parametri di esposizione definiti dall'utente, viene calcolata la dose giornaliera che ogni recettore assume per ciascuna via di esposizione selezionata. Tali dosi, combinate con i corrispondenti parametri tossicologici e con le concentrazioni al punto di esposizione, sono utilizzate nel calcolo del rischio e degli obiettivi di bonifica (CSR) per ogni contaminante e percorso attivo. Successivamente, per ciascun contaminante vengono cumulati, in accordo con quanto previsto dalle linee guida APAT-ISPRA, gli effetti legati alla

presenza di più vie di esposizione attive e vengono calcolati gli obiettivi di bonifica e i rischi individuali (legati alla singola sostanza) e cumulativi (derivanti dalla presenza di più sostanze).

Il programma è stato sviluppato per lavorare in ambiente Excel e utilizza una semplice interfaccia grafica attraverso la quale l'utente può seguire i diversi step per la compilazione dei dati di input e visualizzazione degli output.



Schermata principale del software Risk-net

L'architettura del software può essere schematizzata nei seguenti punti:

- **Modello concettuale:** individuazione delle vie di migrazione e di esposizioni attive;
- **Contaminanti indicatori:** selezione della concentrazione rappresentativa (in modalità "Forward");
- **Recettori:** definizione dei recettori presenti all'interno (on-site) ed in prossimità del sito (off-site);
- **Caratteristiche del sito:** inserimento delle proprietà specifiche e geometriche del sito e della sorgente;
- **Fattori di trasporto:** calcolo dei fattori di trasporto dei contaminanti per le diverse vie di migrazione attivate;
- **Fattori di esposizione:** calcolo dell'esposizione, noti i parametri di esposizione definiti dall'utente;
- **Rischio e CSR:** calcolo del rischio e degli obiettivi di bonifica, noti esposizione e proprietà tossicologiche.

Alla luce delle risultanze analitiche prodotte da (CHELAB Srl, ARPAC e C.E.A. Srl), si è provveduto a formulare l'analisi del Rischio in funzione dei contaminanti presenti nelle acque di falda

Sito: Zona PIP-Stretto di Barba-Ceppaloni

Caratteristiche Sito

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore	Note
Zona Insatura				
L _s (SS)	Profondità della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	m	NA	Non Richiesto
L _s (SP)	Profondità della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	m	1	Default
d	Spessore della sorgente nel suolo superficiale (insaturo)	m	NA	Non Richiesto
d _s	Spessore della sorgente nel suolo profondo (insaturo)	m	2	Default
L _{GW}	Profondità del piano di falda	m	3,65	modificato
h _v	Spessore della zona insatura	m	3,55	modificato
f _{oc, SS}	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo superficiale	g-C/g-suolo	0,01	Default
f _{oc, SP}	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo profondo	g-C/g-suolo	0,01	Default
t _{LF}	Tempo medio di durata del lisciviato	anni	NA	Non Richiesto
pH	pH	adim.	6,8	Default
ρ _s	Densità del suolo	g/cm ³	1,7	Default
θ _e	Porosità efficace del terreno in zona insatura	adim.	0,385	modificato
θ _w	Contenuto volumetrico di acqua	adim.	0,068	modificato
θ _a	Contenuto volumetrico di aria	adim.	0,317	modificato
θ _{wcap}	Contenuto volumetrico di acqua nelle frangia capillare	adim.	0,33	modificato
θ _{acap}	Contenuto volumetrico di aria nelle frangia capillare	adim.	0,055	modificato
h _{cap}	Spessore frangia capillare	m	0,1	modificato
I _{ef}	Infiltrazione efficace	cm/anno	21,00	modificato
P	Piovosità	cm/anno	108	modificato
η _{outdoor}	Frazione areale di fratture outdoor	adim.	1	Default
Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore	Note
Zona Saturata				
W	Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	m	45	Default
S _w	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	m	45	Default
d _a	Spessore acquifero	m	5	modificato
K _{sat}	Conducibilità idraulica del terreno saturo	m/s	8,25E-05	modificato
i	Gradiente idraulico	adim.	0,1	modificato
v _{gw}	Velocità di Darcy	m/s	8,25E-06	modificato
v _e	Velocità media effettiva nella falda	m/s	2,14E-05	modificato
θ _{e sat}	Porosità efficace del terreno in zona saturata	adim.	0,385	modificato
f _{oc}	Frazione di carbonio organico nel suolo saturo	g-C/g-suolo	0,001	Default
POC	Distanza recettore off site (DAF)	m	1,00E+02	Default
a _x	Dispersività longitudinale	m	1,00E+01	Default
a _y	Dispersività trasversale	m	3,33E+00	Default
a _z	Dispersività verticale	m	5,00E-01	Default
δ _{gw}	Spessore della zona di miscelazione in falda	m	4,80E+00	modificato
LDF	Fattore di diluizione in falda	adim.	133,14	modificato

Sito: Zona PIP-Stretto di Barba-Ceppaloni

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore	Note
Ambiente Outdoor				
δ_{air}	Altezza della zona di miscelazione	m	2	Default
W'	Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	m	45	Default
S_w'	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	m	NA	Non Richiesto
U_{air}	Velocità del vento	m/s	2,25E+00	Default
P_e	Portata di particolato per unità di superficie	g/(cm ² ·s)	NA	Non Richiesto
$t_{outdoor}$	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	30	Default
POC ADF	Distanza recettore off site (ADF)	m	NA	Non Richiesto
σ_y	Coefficiente di dispersione trasversale	m	NA	Non Richiesto
σ_z	Coefficiente di dispersione verticale	m	NA	Non Richiesto

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore	Note
Ambiente Indoor				
Edificio On-Site				
Z_{crack}	Profondità fondazioni da p.c.	m	0,15	Default
L_{crack}	Spessore delle fondazioni/muri	m	0,15	Default
η	Frazione areale di fratture	adim.	0,01	Default
L_b	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	m	3	Default
θ_{wcrack}	Contenuto volumetrico di acqua nelle fratture	adim.	0,12	Default
θ_{acrack}	Contenuto volumetrico di aria nelle fratture	adim.	0,26	Default
ER	Tasso di ricambio di aria indoor	1/s	0,00023	Default
t_{indoor}	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	25	Default
Δp	Differenza di pressione tra indoor e outdoor	g/(cm·s ²)	0,00E+00	Default
K_v	Permeabilità del suolo al flusso di vapore	m ²	1,00E-12	Default
A_b	Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione	m ²	7,00E+01	Default
X_{crack}	Perimetro delle fondazioni/muri	m	3,40E+01	Default
μ_{air}	Viscosità del vapore	g/(cm·s)	1,81E-04	Default
Edificio Off-Site				
Z_{crack}	Profondità fondazioni da p.c.	m	NA	Non Richiesto
L_{crack}	Spessore delle fondazioni/muri	m	NA	Non Richiesto
η	Frazione areale di fratture	adim.	NA	Non Richiesto
L_b	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	m	NA	Non Richiesto
θ_{wcrack}	Contenuto volumetrico di acqua nelle fratture	adim.	NA	Non Richiesto
θ_{acrack}	Contenuto volumetrico di aria nelle fratture	adim.	NA	Non Richiesto
ER	Tasso di ricambio di aria indoor	1/s	NA	Non Richiesto
t_{indoor}	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	NA	Non Richiesto
Δp	Differenza di pressione tra indoor e outdoor	g/(cm·s ²)	0,00E+00	Default
K_v	Permeabilità del suolo al flusso di vapore	m ²	1,00E-12	Default
A_b	Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione	m ²	7,00E+01	Default
X_{crack}	Perimetro delle fondazioni/muri	m	3,40E+01	Default
μ_{air}	Viscosità del vapore	g/(cm·s)	1,81E-04	Default

Accettabilità

Target	Individuale	Cumulativo
Rischio	1E-6	1E-5
Indice di pericolo	1	1

Modello Concettuale

Vie di esposizione	On-Site	Off-Site
Suolo Superficiale		
Ingestione Suolo	---	NA
Contatto Dermico	---	NA
Inalazione Vapori Outdoor	---	---
Inalazione Polveri Outdoor	---	---
Inalazione Vapori Indoor	---	NA
Inalazione Polveri Indoor	---	NA
Lisciviazione In Falda	V	---
Suolo Profondo		
Lisciviazione in Falda	V	---
Inalazione Vapori Outdoor	V	---
Inalazione Vapori Indoor	V	NA
Falda		
Ingestione d'acqua / Risorsa Idrica	V	---
Inalazione Vapori Outdoor	V	---
Inalazione Vapori Indoor	V	---

Recettori / Ambito

Recettori	On-Site	Off-Site
Recettore	Ind - Adulto	NA
Bersaglio Falda	Salute Umana	NA

Opzioni di Calcolo	Suolo Superficiale	Suolo Profondo
Volatilizzazione, Esaurimento sorgente	NA	Attivo
VFsamb per suolo superficiale se sorgente più profonda di p.c.	NA	---
Utilizza minore tra VFsamb e Vfss	---	Non Attivo
Lisciviazione, Esaurimento sorgente	NA	Non Attivo
Soil Attenuation Model (SAM)	NA	Attivo
Altre Opzioni di Calcolo		
Dispersione in Falda		NA
Limita CRS a Csat (solo per calcolo forward)		Attivo

Parametri di Esposizione On-site

Residenziale

Industriale

Simbolo	Unità di misura	Adulto	Bambino	Adulto
ON-SITE				
Fattori comuni				
Peso corporeo	kg	NA	NA	70
Tempo medio di esposizione sost.carcerogene	anni	70		
Tempo medio di esposizione sost.non cancerogene	anni	NA	NA	25
Frequenza di esposizione	giorni/anno	NA	NA	250
Ingestione di suolo				
Frazione di suolo ingerita	adim	NA	NA	1
Tasso di ingestione di suolo	mg/giorno	NA	NA	50
Contatto dermico con suolo				
Superficie di pelle esposta	cm²	NA	NA	3300
Fattore di aderenza dermica del suolo	mg/cm²/giorno	NA	NA	0,2
Inalazione di aria outdoor				
Frequenza giornaliera di esposizione outdoor	ore/giorno	NA	NA	8
Inalazione outdoor	m³/ora	NA	NA	2,5
Frazione di particelle di suolo nella polvere	adim	1		
Inalazione di aria Indoor				
Frequenza giornaliera di esposizione indoor	ore/giorno	NA	NA	8
Inalazione indoor	m³/ora	NA	NA	0,9
Frazione indoor di polvere all'aperto	adim	1		
Ingestione di acqua potabile				
Tasso di ingestione di acqua	L/giorno	NA	NA	1

Parametri di Esposizione Off-site

Residenziale

Industriale

Simbolo	Unità di misura	Adulto	Bambino	Adulto
OFF-SITE				
Fattori comuni				
Peso corporeo	kg	NA	NA	NA
Tempo medio di esposizione sost.carcerogene	anni	NA	NA	NA
Tempo medio di esposizione sost.non cancerogene	anni	NA	NA	NA
Frequenza di esposizione	giorni/anno	NA	NA	NA
Inalazione di aria outdoor				
Frequenza giornaliera di esposizione outdoor	ore/giorno	NA	NA	NA
Inalazione outdoor	m³/ora	NA	NA	NA
Frazione di particelle di suolo nella polvere	adim	NA	NA	NA
Inalazione di aria Indoor				
Frequenza giornaliera di esposizione indoor	ore/giorno	NA	NA	NA
Inalazione indoor	m³/ora	NA	NA	NA
Frazione indoor di polvere all'aperto	adim		NA	
Ingestione di acqua potabile				
Tasso di ingestione di acqua	L/giorno	NA	NA	NA

Sito: Zona PIP-Stretto di Barba-Ceppaloni

Area/ID:

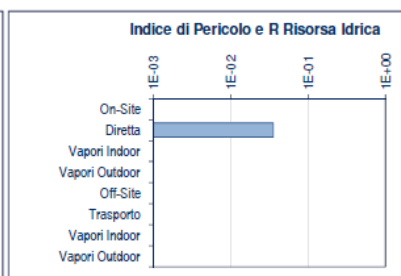
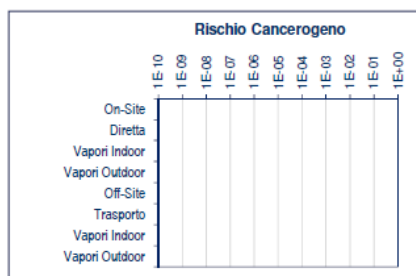
Selezione Contaminante

→ Ferro

Falda

Concentrazioni in sorgente	CRS (mg/L)	CRS Soil-Gas (mg/m³)
	1,08E+00	---

Rischio e Indice di Pericolo Max	Rischio	Indice di Pericolo	R risorsa idrica
	---	3,53E-02	NA



Sito: Zona PIP-Stretto di Barba-Ceppaloni

Ferro
C.A.S. 7439-89-6

Limiti Tabellari

CSC Falda	2,00E-01	mg/L
-----------	----------	------

Proprietà Contaminante

Solubilità	NA	mg/L
Costante di Henry	---	-

Fattori di Trasporto

Vfwamb	---	(mg/m³)/(mg/L)
Vfwesp	---	(mg/m³)/(mg/L)
DAF	NA	(mg/L)/(mg/L)
Ds eff	---	cm²/sec
Dw eff	---	cm²/sec
Dcap eff	---	cm²/sec
Dcrack eff	---	cm²/sec
α outdoor□	---	(mg/m³)/(mg/m³)
α indoor□	---	(mg/m³)/(mg/m³)
α indoor (off-site)□	NA	(mg/m³)/(mg/m³)

Area/ID:

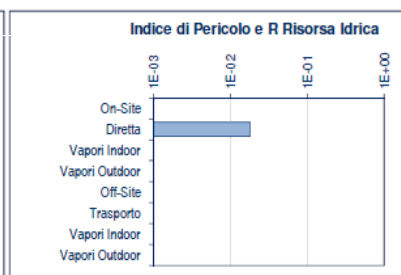
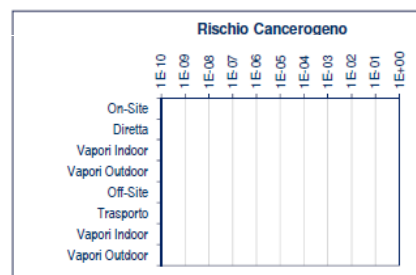
Selezione Contaminante

→ Manganese

Falda

Concentrazioni in sorgente	CRS (mg/L)	CRS Soil-Gas (mg/m³)
	2,58E-01	---

Rischio e Indice di Pericolo Max	Rischio	Indice di Pericolo	R risorsa idrica
	---	1,80E-02	NA



Manganese
C.A.S. 7439-96-5

Limiti Tabellari

CSC Falda	5,00E-02	mg/L
-----------	----------	------

Proprietà Contaminante

Solubilità	NA	mg/L
Costante di Henry	---	-

Fattori di Trasporto

Vfwamb	---	(mg/m³)/(mg/L)
Vfwesp	---	(mg/m³)/(mg/L)
DAF	NA	(mg/L)/(mg/L)
Ds eff	---	cm²/sec
Dw eff	---	cm²/sec
Dcap eff	---	cm²/sec
Dcrack eff	---	cm²/sec
α outdoor□	---	(mg/m³)/(mg/m³)
α indoor□	---	(mg/m³)/(mg/m³)
α indoor (off-site)□	NA	(mg/m³)/(mg/m³)

Sito: Zona PIP-Stretto di Barba-Ceppaloni

Area/ID:

Selezione Contaminante

Fluoruri

Fluoruri

C.A.S. 7782-41-4

Falda

Concentrazioni in sorgente	CRS (mg/L)	CRS Soil-Gas (mg/m³)
	1,62E+00	---

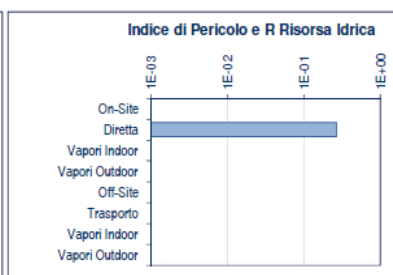
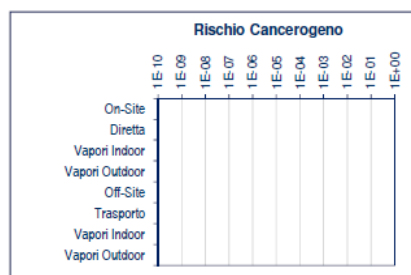
Limiti Tabellari

CSC Falda	1,50E+00 mg/L
-----------	---------------

Proprietà Contaminante

Solubilità	NA	mg/L
Costante di Henry	---	-

Rischio e Indice di Pericolo Max	Rischio	Indice di Pericolo	R risorsa idrica
	---	2,64E-01	NA



Fattori di Trasporto

Viwamb	---	(mg/m³)/(mg/L)
Vfweap	---	(mg/m³)/(mg/L)
DAF	NA	(mg/L)/(mg/L)
Dis eff	---	cm²/sec
Dw eff	---	cm²/sec
Dcap eff	---	cm²/sec
Dcrack eff	---	cm²/sec
α outdoor□	---	(mg/m³)/(mg/m³)
α indoor□	---	(mg/m³)/(mg/m³)
α indoor (off-site)□	NA	(mg/m³)/(mg/m³)

Contaminanti	CRS [mg/L]	CRS soil-gas [mg/m³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta falda [mg/L]	CRS ridotta soil-gas [mg/m³]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)
Fluoruri	1,62E+00	---		1,62E+00	---	---	2,64E-01
Ferro	1,08E+00	---		1,08E+00	---	---	3,53E-02
Manganese	2,58E-01	---		2,58E-01	---	---	1,80E-02

Per le sostanze cancerogene i valori di rischio considerati accettabili sono:

- valore individuale: $R = 10^{-6}$
- valore cumulativo: $R_{CUM} = 10^{-5}$

Per le sostanze non cancerogene il valore di rischio, o indice di pericolo, ritenuto accettabile (per rischio individuale e cumulativo) è:

- valore individuale: $HI = 1$
- valore cumulativo: $HI_{CUM} = 1$

Nel caso studiato, trattandosi di sostanze non cancerogene, il rischio calcolato per la salute umana è inferiore alla soglia di rischio e quindi lo stesso è da considerare "accettabile".

$$HI_{FLUORURI} = 0,264$$

$$HI_{FERRO} = 0,0353$$

$$HI_{MANGANESE} = 0,018$$

$$HI_{CUM} = 0,3173 < 1 \quad \text{RISCHIO ACCETTABILE}$$

7. PROGETTO DI BONIFICA

Nel presente capitolo sono descritti gli interventi proposti per pervenire alla bonifica del sito in esame finalizzati alla rimozione completa di tutti i rifiuti interrati e/o sparsi in superficie **ai sensi del D.D. n° 141 del 24/09/2015** e l'esecuzione di lavori per il ripristino dello stato dei luoghi e la messa in sicurezza permanente dell'intera area di circa 5000 mq

7.1 OBIETTIVI DI BONIFICA

La bonifica proposta per il sito in esame ha l'obiettivo di rimuovere completamente tutti i rifiuti interrati e/o sparsi in superficie.

7.2 ANALISI E DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI BONIFICA APPLICABILI AL SITO

Sulla base del Modello Concettuale del sito e delle informazioni riportate nei precedenti Capitoli, viene di seguito descritta la tecnologia di bonifica applicabile per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica prefissati. Le CSC previste dal Dlgs 152/06 per la matrice suolo e sottosuolo dovranno essere conformi ai valori riportati nella Tabella 1 dell'Allegato 5 del Titolo V della parte Quarta dello stesso decreto, in base alla destinazione urbanistica dell'area.

Alla luce delle considerazioni prima esposte, si ritiene che la strategia di intervento per la bonifica dell'area oggetto di studio è la metodologia **Dig & Dump (D&D)**, cioè scavo e rimozione dei terreni frammisti ai rifiuti illecitamente sversati.

Tale tecnica consiste nello scavo e rimozione di terreno "contaminato" da avviare ad impianti autorizzati di recupero e/o smaltimento.

L'asportazione del terreno contaminato verrà realizzata con un escavatore e trasportato con autocarri adatti allo scopo regolarmente autorizzati dalla sezione Albo Gestori Ambientali.

7.2.1 Escavazione del terreno

In considerazione dell'estensione dell'area di intervento e della profondità di contaminazione dei terreni, si procederà all'asportazione del terreno contaminato.

In quest'area la rimozione del terreno avverrà per settori di estensione areale tale da limitare al massimo eventuali problemi di stabilità delle pareti e realizzati nel più breve tempo tecnico possibile.

In questa fase si prevede di rimuovere complessivamente circa 1800 m³ di terreno, corrispondenti a circa 1200 tonnellate (considerando un peso specifico di 1.500 kg/m³).

Considerando che dalle analisi eseguite per la caratterizzazione dell'area non sono mai state superate le CSC del suolo superficiale e del suolo profondo relative alla destinazione urbanistica del sito per uso industriale, si procederà in campo ad una vagliatura e selezione dell'ammasso terroso in modo da separare i rifiuti dal terreno. I rifiuti selezionati saranno poi conferiti a ditte autorizzate allo smaltimento e/o recupero, mentre la parte terrosa, sarà accantonata in cantiere e riutilizzata in sito.

Durante le suddette attività di escavazione e vagliatura dell'ammasso terroso, al fine di mitigare e mantenere comunque sotto controllo eventuali i contaminanti aereo-dispersi (vapori, polveri, ecc.) saranno messi in atto tutti gli accorgimenti necessari a salvaguardia degli operatori di cantiere.

Al fine di ridurre il più possibile l'impatto ambientale provocato da tali attività di scavo, vagliatura e rimozione del terreno frammisto ai rifiuti, si cercherà di limitare sia il numero di cumuli di terreno che verranno temporaneamente stoccati in sito, sia l'altezza dei cumuli stessi che saranno comunque messi in sicurezza mediante la posa di teli impermeabili ai vapori e per evitare la formazione di polveri.

7.2.2 Gestione dei materiali rimossi

I materiali rimossi nel corso delle attività descritte nei precedenti sottoparagrafi verranno temporaneamente stoccati in sito in aree opportunamente preparate, avendo cura di organizzare il deposito in cumuli per caratteristiche fisiche (fanghi, terreno) ed organolettiche omogenee.

I cumuli, saranno posizionati su teli in HDPE e ricoperti con altrettanti teli impermeabili, al fine di garantirne la protezione dagli agenti atmosferici ed impedire la dispersione nell'aria ambiente delle polveri e degli eventuali contaminanti volatili presenti.

In fase di scavo verrà eseguita una verifica preliminare dello stato di qualità dei materiali movimentati mediante osservazioni visive su campioni prelevati direttamente dalla benna dei mezzi meccanici di escavazione.

Sulla base di tali controlli si procederà a suddividere i materiali movimentati, oltre che in base alla tipologia, in funzione di:

- evidenze di contaminazione;
- assenza di evidenze di contaminazione.

Alla luce delle informazioni in possesso della scrivente, si ipotizza che le attività di D&D precedentemente descritte possano comportare la produzione delle seguenti tipologie di rifiuti:

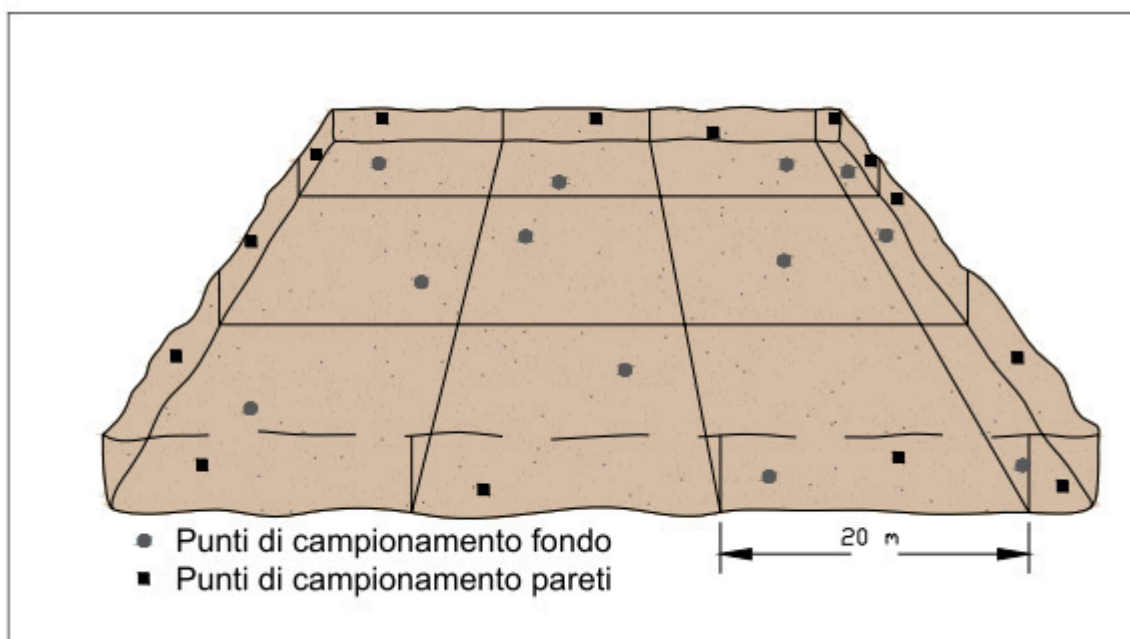
- C.E.R. 190814 fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi di cui quelli alla voce 190813* come da certificazione ARPAC del 19/11/2007 prot. R.G. 6524-0003 del 04/10/2007 (CRSC Centro Regionale Siti Contaminati/Pozzuoli (NA))
- C.E.R. 170504 terre e rocce da scavo diverse di cui alla voce 170503*.

Successivamente alla fase di escavazione e selezione dei materiali si procederà alla caratterizzazione analitica degli stessi per la conferma delle previsioni di intervento.

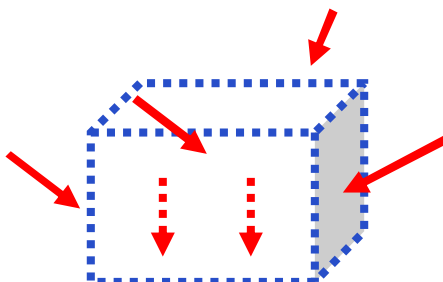
7.2.3 Accertamento della qualità ambientale in corrispondenza degli scavi eseguiti

Completato lo scavo saranno prelevati in corrispondenza del fondo e delle pareti dello stesso alcuni campioni di terreno per verificare lo stato di qualità residuo del sottosuolo.

I suddetti campionamenti saranno effettuati in contraddittorio con i tecnici di ARPAC – Dipartimento Provinciale di Benevento.



Schema di campionamento del fondo e delle pareti



Considerata l'area di scavo di circa 600 mq si prevedono 2 campioni da prelevare su ogni parete dello scavo e 8 sul fondo scavo, nel rispetto delle tabelle seguenti, riportate nelle Linee Guide per il collaudo di scavi per interventi di bonifica on-site e off-site della Provincia di Milano.

Data la geometria irregolare dello scavo l'ubicazione dei punti di campionamento verrà comunque perfezionata direttamente in campo, in accordo con gli Enti di controllo presenti.

7.3 RIPRISTINO DELLE AREE DI SCAVO

Al termine delle attività di D&D, e dopo aver effettuato l'accertamento della qualità ambientale in corrispondenza dello scavo ed averne collaudato sia le pareti che il fondo scavo, si procederà al ritombamento dell'area interessata al tombamento con materiale inerte di provenienza certificata e su cui siano stati ricercati parametri previsti nel D.Lgs 152/06. Mentre le aree circostanti dopo essere state anche esse risanate saranno ripristinate con l'esecuzione di lavori necessari alla messa in sicurezza dell'infrastruttura area P.I.P. Stretto di Barba

7.4 MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Completate le attività descritte nel precedente paragrafo, verrà avviato un monitoraggio delle acque sotterranee di durata pari a tre(3) anni; saranno prelevati campioni d'acqua di falda con cadenza semestrale e sugli stessi saranno eseguite analisi chimiche su tutti gli analiti esaminati nei rapporti di prova per la caratterizzazione dell'area e i cui valori sono risultati superiori alle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee (CSC), e comunque riportati nella Tabella 2 dell'Allegato 5 del Titolo V della parte Quarta del D.Lgs 152/06.

Le attività di monitoraggio si articoleranno secondo il seguente schema:

- rilievo piezometrico semestrale in corrispondenza del piezometro P5 dell'area PIP in studio, posto più a valle;
- campionamento semestrale ed analisi delle acque di falda nel piezometro di valle P5, per la ricerca di parametri riportati nella Tabella 2 dell'Allegato 5 del Titolo V della parte Quarta del D.Lgs 152/06 .

7.5 COMPATIBILITÀ AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI

Nell'ambito delle attività di bonifica proposte nel precedente Capitolo dovranno essere presi in considerazione gli aspetti maggiormente significativi dell'impatto che interventi di questo tipo comportano per l'ambiente.

7.5.1 IMPATTO ACUSTICO

Gli interventi proposti comporteranno la realizzazione di scavi con mezzi meccanici (escavatori cingolati e/o terne gommate, mezzi da cantiere), la movimentazione dei materiali mediante

automezzi (rifiuti prodotti dal cantiere e trasporto fino agli impianti di destinazione finale e dei terreni di riempimento dal sito di provenienza al cantiere).

La rumorosità intrinseca dei mezzi d'opera che dovranno essere impiegati, è stata così stimata (i valori sono stati desunti da bibliografia del settore edile e si riferiscono a misurazioni effettuate in prossimità degli stessi mezzi):

- escavatore con benna: 80-85 dB;
- autocarro per trasporto rifiuti: 75-80 dB;
- macchina perforatrice: 85-90 dB.

7.5.2 POLVERI

Il traffico veicolare e le attività di scavo da eseguire nell'area potranno creare lievi disagi riguardo l'aumento di polveri nell'aria. L'intero sito risulta interamente delimitato da una recinzione da cantiere. Sarà comunque cura degli operatori di campo mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari per minimizzare la produzione e la dispersione di polveri, quali la copertura dei cumuli di terreno e di rifiuti prodotti nel corso delle attività di D&D mediante teli impermeabili e, se necessario, l'inumidimento dei materiali movimentati e della viabilità interna al cantiere.

7.5.3 CRITERI DI PROTEZIONE DEI LAVORATORI

Le misure di protezione dei lavoratori addetti alle attività di bonifica saranno contenute all'interno del Piano di Sicurezza sito-specifico, il quale verrà redatto in conformità a quanto previsto dall'art. 89, comma 1, lettera h e allegato XV del D.Lgs. 5 aprile 2008, n. 81 ed a quanto indicato nel Piano di Sicurezza e Coordinamento, contenente la natura dei rischi presenti nelle lavorazioni, il comportamento corretto da tenere nello svolgimento delle stesse ed i DPI necessari, che dovrà essere predisposto ed illustrato a tutto il personale di campo, prima dell'avvio del cantiere, dal Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (CSE), da nominare a cura della Committente. Tutti i mezzi impiegati in cantiere dovranno essere mantenuti in perfetta efficienza e sottoposti alle verifiche normative vigenti; le attrezzature utilizzate dovranno inoltre essere dotate di dedicati manuali di uso e manutenzione.

Al fine di limitare i disagi alla popolazione, oltre agli accorgimenti riportati nei precedenti paragrafi si procederà alla pulizia mediante idropulitrice delle ruote degli automezzi in uscita dall'area cantiere, al fine di evitare la dispersione di rifiuti lungo la pubblica viabilità.

7.6 RILASCIO AUTORIZZAZIONI E REDAZIONE DEL GIORNALE LAVORI

Come previsto dal D.Lgs. 152/06, l'approvazione del presente Progetto Operativo degli Interventi di Bonifica sostituisce a tutti gli effetti le autorizzazioni, le concessioni, i concerti, le intese, i nulla osta e

gli assenti previsti dalla legislazione vigente per la realizzazione e l'esercizio degli impianti e delle attrezzature necessarie al raggiungimento degli obiettivi di bonifica.

Nel caso specifico, essendo presente all'interno del sito un'area tuttora sottoposta a sequestro giudiziario, prima dell'inizio dei lavori dovranno essere rilasciate dall'Autorità competente le autorizzazioni necessarie per operare all'interno della suddetta area.

7.7 PIANO TEMPORALE DELLE ATTIVITÀ

La valutazione dei tempi per la realizzazione della bonifica di un sito dipende da numerosi fattori legati a diverse componenti.

Nel caso in esame, la tempistica delle varie operazioni sarà elaborata sulla base delle ipotesi progettuali descritte precedentemente e delle assunzioni operative fondate su esperienza aziendale (vedi crono programma allegato).

8. CONCLUSIONI

Il presente **Progetto degli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente** è stato redatto sulla base dei dati acquisiti nel corso delle indagini preliminari, di caratterizzazione ed analisi di rischio realizzati presso il sito in oggetto, come si evidenzia nel D.D. n. 141 del 24/09/2015.

A seguito della discussione ed approvazione del presente documento e della successiva assegnazione dei lavori, avranno inizio le attività di bonifica del sito in oggetto, secondo le modalità operative descritte nei precedenti Capitoli. Si chiederà, al termine delle attività di bonifica, verifica e monitoraggio, la certificazione di avvenuta bonifica del sito agli organi competenti come previsto dall'art. 242 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

C.E.A. S.r.l.

Settembre 2017

COMUNE DI CEPPALONI

PROVINCIA DI BENEVENTO

Patto per lo sviluppo della Campania

Delibera CIPE n° 26/2016 FSC 2014/2020 Programmazione interventi settore bonifiche

Delibera di Giunta Regionale n° 731 del 13/12/2016

D.D.G.R.C. n° 89 del 24/02/2017 Dir. Gene. 5 UOD/Staff 0 "spese ammissibili e loro rendicontazioni a valere sulle risorse del FSC"

Oggetto: Bonifica e messa in sicurezza permanente dell'area P.I.P. loc. Stretto di Barba

QUADRO ECONOMICO DELL'INTERVENTO

A) LAVORI

			IMPORTI
a.1)	Lavori a misura, a corpo, in economia compreso inc. sicurezza, soggetto a ribasso		524.961.53
a.2)	Oneri Speciali per l'attuazione del piano di sicurezza non soggetto a ribasso		11.309.25
TOTALE LAVORI E SERVIZI IN APPALTO (A)			536.270.78

B) SOMME A DISPOSIZIONE

b.1)	Lavori in economia, ivi inclusi IVA al 22% previa fattura		
b.2)	Rilievi, accertamenti e indagini. Compreso C.P. 4%		
b.3)	Allacciamenti a pubblici servizi		€ 4.500.00
b.4)	Imprevisti (max 5% di a.1 + a.2 + a.3)		€ 8.500.00
b.5)	Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi (max 10% di A)		
b.6)	Accantonamento di cui all'art. 133 del D.Lgs 163/06		
b.7)	Spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, nonché al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, assistenza giornaliera e contabilità, assicurazione dei dipendenti. Competenze comprensive del C.P. 4%. Compenso R.U.P. ed UTC		€ 44.000.00
b.8)	Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione. Dlgs 50/2016 art. 31 comma 11, soggetti aventi le specifiche competenze di carattere tecnico, economico-finanziario, amministrativo, organizzativo e legale, dotati di adeguata polizza assicurativa a copertura dei rischi professionali. Compreso C.P. 4%		€ 4.500.00
b.9)	Spese per commissioni giudicatrici		€ 5.000.00
b.10)	Spese per pubblicità		€ 3.500.00
b.11)	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici. Compreso C.P. 4%		€ 3.000.00
b.12.1)	I.V.A. su spese tecniche (b.2 + b.7 + b.8 + b.11)	22.00%	€ 11.330.00
b.12.2)	I.V.A. sui lavori e imprevisti (A + b.4)	10.00%	€ 54.477.08
b.12.4)	I.V.A. su forniture di beni e servizi (b.3 + b.10)	22.00%	€ 1.760.00
b.13)	Contributo gare a favore Autorità per la Vigilanza		€ 375.00
b.14)	Oneri per gli smaltimenti di rifiuti non previsti in progetto (da pagare previa esibizione di apposita fattura ed incrementati del 15% per spese generali) - SI STIMANO		€ 2.866.62
b.15)	Fornitura di beni e servizi		
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE (B)			€ 143.808.70

TOTALE QUADRO ECONOMICO (A + B)

€ 680.079.48

VERIFICA DI CONTROLLO DELLE SPESE GENERALI (tecniche, di gara, consulenze ecc...) D.D. 89 del 24/02/2017 R.C.			
	Importo totale dei lavori a base d'asta a+b.1+b.15 (forniture, se previste) + Valore delle espropriazioni (se presenti come modalità di acquisizione b.5)		€ 536.270.78
1	Limite massimo ammissibile per spese tecniche (a + b1 + b15) max 12%	12.00%	€ 64.352.49
2	Spese tecniche (b2 + b7 + b8 + b9 + b10 + b11)		€ 60.000.00
se 1) > 2) allora "VERIFICATO" se 1) < 2) allora "NON VERIFICATO"			VERIFICATO