



CLIENTE:

BIGLIA s.r.l.

LOCALITA':

Poisolo-Castelfranco V.to (TV)

OGGETTO:

Relazione Tecnica

Relazione Biopila Castelfranco V.to (TV)

Km 32 + 400 della Strada Regionale n°53 (ex S.S.53)
località Poisolo – Castelfranco Veneto (TV).



Fig. 1.0 - Ubicazione area d'indagine



SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
1.1 DESCRIZIONI GENERALI.....	3
1.2 VALUTAZIONE DELL'APPLICABILITÀ DELLA TECNOLOGIA 'BIOPILA'.....	3
2. ATTIVITA' DI M.I.S.E. SVOLTE	5
2.1 RICOSTRUZIONE DEGLI EVENTI.....	5
2.2 CAMPIONAMENTI TERRENI.....	6
2.3 CAMPIONAMENTI DELLE ACQUE DI FALDA.....	8
2.4 CONCLUSIONI DI SINTESI.....	8
3. SCELTA E DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA DI BONIFICA.....	9
3.1 FASI DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI BONIFICA	10
3.2 ATTIVITA' PROPEDEUTICHE LA REALIZZAZIONE DELLA BIOPILA.....	12
3.3 DESCRIZIONE IMPIANTO BIOPILA.....	13
3.4 UNITA' DI TRATTAMENTO.....	15
4. CONCLUSIONI.....	15
4.1 GRAFICI CAMPIONAMENTI BIOPILA.....	16



Cert N° IT09/0666

Sede Legale Via Francia 7 57128 Livorno
Uffici Via Delle Bocchette 1 56121 Pisa
Tel +390503161121 Fax +39050982964
www.bigliasrl.it info@bigliasrl.it



Cert N° IT09/0667



1. PREMESSA

1.1 DESCRIZIONI GENERALI

La Biopila è una tecnica di risanamento biologico dei terreni che si basa sulla capacità dei microrganismi autoctoni del terreno di degradare alcuni tipi di contaminante in determinate condizioni ambientali, generalmente utilizzata per la bonifica di terreni contaminati da prodotti del petrolio.

I terreni vengono scavati e sistemati in cumuli per essere decontaminati tramite biodegradazione. L'attività biologica aerobica (in presenza di ossigeno) viene infatti stimolata nei terreni attraverso aerazione e aggiunta di nutrienti, minerali e acqua, degradando così i prodotti adsorbiti al terreno.

La tecnica, dunque, è basata sulla stimolazione della crescita e della moltiplicazione dei **batteri aerobici** tramite l'uso di ossigeno, dove l'aria viene fatta circolare nel terreno attraverso tubature con tecniche di estrazione/iniezione.

Nella rimozione dei contaminanti petroliferi, i composti più leggeri tendono ad essere rimossi per **volatilizzazione** durante l'aerazione dei terreni, mentre gli altri componenti vengono rimossi per **biodegradazione** (nel caso la presenza di componenti volatili sia elevata potrebbe essere necessario predisporre di un impianto di trattamento delle emissioni gassose come ad esempio un impianto SVE).

1.2 VALUTAZIONE DELL'APPLICABILITA' DELLA TECNOLOGIA "BIOPILA"

L'efficacia di un trattamento biologico del terreno dipende da numerosi fattori, quali le caratteristiche del terreno, le caratteristiche dei contaminanti e le condizioni climatiche. La maggior parte dei parametri (escluse le condizioni climatiche) può essere modificata sia in fase progettuale che operativa. Quindi è fondamentale, durante la fase di progettazione, individuare quei parametri che influiscono negativamente sul funzionamento del sistema e quindi modificarli in modo da renderli ottimali.

Generalmente il **terreno** contiene una quantità di microrganismi (specialmente batteri) sufficiente a sostenere la biodegradazione. Tuttavia è possibile, prima dell'inizio del trattamento, arricchire il terreno con microrganismi coltivati (comunque autoctoni) e con nutrienti di varia natura. I micror-



ganismi richiedono, per la crescita, nutrienti inorganici come **Azoto** e **Fosforo**; questi elementi sono normalmente presenti nel terreno in quantità sufficiente, ma spesso può essere necessario aggiungerne al terreno per incrementare le popolazioni microbiche.

Altra funzione importante per favorire l'attività microbica è data dal **pH del terreno**, che dovrebbe essere compreso tra **6** e **8**, un valore di **7** è ottimale. I terreni con valori di pH diversi da quelli sopra indicati possono essere corretti durante la costruzione o durante il trattamento. Questo è possibile tramite l'aggiunta di soluzioni liquide.

I microrganismi necessitano di un ambiente umido per crescere; tuttavia un eccesso di umidità può ridurre la permeabilità del terreno della biopila all'aria, riducendo l'apporto di ossigeno ai batteri. Il tasso di umidità ideale per il terreno è compreso tra il 12% e il 30% in peso. Periodicamente è necessario aggiungere acqua al terreno che tende ad asciugarsi in seguito ad evaporazione.

Il tasso di crescita dei batteri è funzione diretta della **temperatura**, infatti l'attività microbica diminuisce drasticamente al di sotto dei 10°C e al di sopra dei 45°C e cessa totalmente al di sotto dei 5°C. Essendo la temperatura del terreno influenzata dalle variazioni della temperatura dell'ambiente circostante, l'attività batterica sarà differente nei diversi periodi dell'anno.

Altro parametro fondamentale è la **concentrazione dei nutrienti**; i microrganismi, per la crescita, hanno bisogno dei nutrienti quali azoto, fosforo e carbonio, generalmente presenti in quantità adeguata nel terreno. Può tuttavia essere necessario aggiungere tali elementi al terreno per supportare l'attività microbica. Il rapporto ideale può variare a seconda del tipo di contaminanti e di microrganismi coinvolti nel processo di biodegradazione. Il contenuto naturale del terreno per questi elementi può essere determinato tramite analisi chimiche su campioni provenienti dal sito. Le concentrazioni così riscontrate possono essere confrontate con i rapporti stechiometrici calcolati per il processo di biodegradazione.

L'ultimo parametro, ma non per questo di minore importanza per l'efficienza di un sistema di trattamento biologico, è la **tessitura del terreno**, che va ad influenzare direttamente la permeabilità, il contenuto idrico e la densità del terreno. Infatti i terreni argillosi sono difficili da aerare e pertanto, al loro interno, possono raggiungere solo livelli di ossigeno molto bassi; in certi tipi di terreno è anche difficile ottenere una distribuzione omogenea di nutrienti.

2. ATTIVITA' DI M.I.S.E. SVOLTE

2.1 RICOSTRUZIONE DEGLI EVENTI

L'area oggetto di studio è localizzata lungo la progressiva autostradale Km 32+400 della Strada Regionale n°53 (ex S.S. 53) località Poisolo-Castelfranco Veneto (TV), in corrispondenza della rotatoria (Figura 2.0)



fig. 2.0 - Ubicazione area d'indagine (fonte: atlante italiano scala 1:5000)

Il proprietario del sito interessato dall'evento è identificabile nell'ANAS; il concessionario e gestore del tratto di proprietà dell'ANAS è Veneto Strade S.p.A. L'area di intervento è attualmente classificata dal P.R.G. del Comune di Castelfranco Veneto come **"Zona F" a servizi (arredo stradale)**. Per le funzioni di utilizzo l'area è riconducibile, dal punto di vista ambientale, ad un **"sito ad uso verde pubblico, privato e residenziale"**.

In data 22/09/2004, a seguito di un incidente stradale della ditta C.A.M. (Cons. Autoc. Mestre Coop.), si è verificato lo sversamento accidentale di gasolio da autotrazione e da riscaldamento. Il conducente, soggetto responsabile dell'incidente, al fine di verificare eventuali potenziali fonti



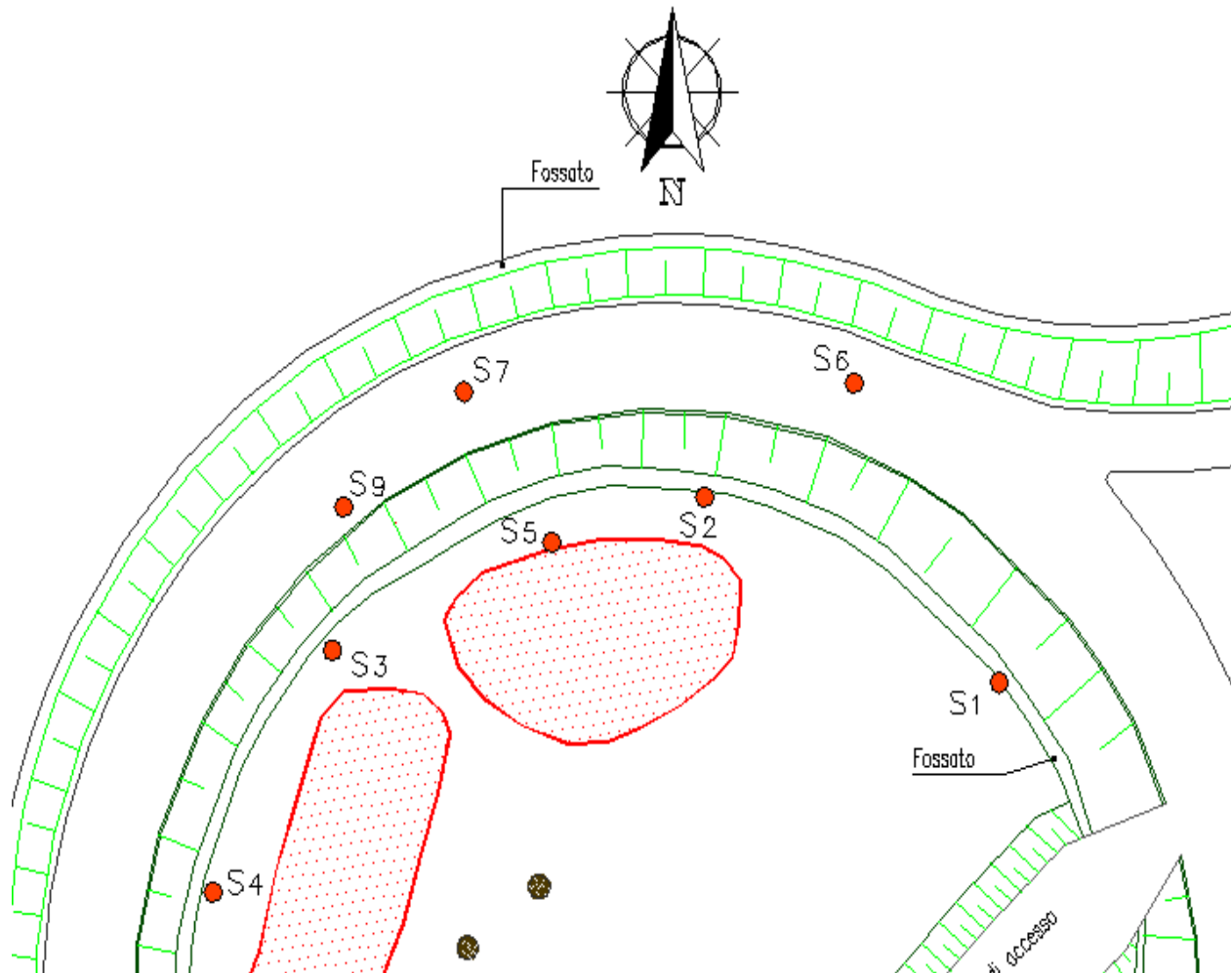
inquinanti, ha attivato la procedura prevista dall'art. 7 comma 1 del D.M. 471/99, incaricando la Società Nekta Servizi S.r.l. di San Donà di Piave (VE) allo svolgimento delle attività necessarie alla Messa in Sicurezza d'Emergenza, iniziate nella giornata stessa.

In data 04/11/2004 è stato consegnato agli Enti il Piano della Caratterizzazione, con la descrizione dettagliata delle operazioni di Messa in Sicurezza di Emergenza, i relativi campionamenti ed il piano di investigazione iniziale che prevedeva l'esecuzione di sondaggi meccanici a carotaggio continuo per la ricostruzione litostratigrafica dei terreni indagati, installazione di piezometri a tubo aperto per il monitoraggio delle acque di falda, il prelievo di campioni di terreno e di acque di falda per le analisi chimiche.

2.2 CAMPIONAMENTI TERRENI

Al fine di verificare l'efficacia degli interventi di messa in sicurezza d'emergenza effettuati nei mesi di settembre e ottobre 2004 sono stati eseguiti dei prelievi di campioni di terreno in corrispondenza delle aree sottoposte ad escavazione.

Nella campagna di indagini sono stati eseguiti sondaggi spinti sino alla massima profondità da p.c. di 15 metri con il prelievo di campioni rimaneggiati di terreno successivamente sottoposti ad analisi chimica per la parametrizzazione delle componenti chimiche.



Nella immagine soprastante viene fornita l'ubicazione dei sondaggi.

I Sondaggi S6 e S7 riguardano l'area della sede stradale, spinti sino a 15m di profondità dal p.c. e per ogni sondaggio sono stati prelevati 15 campioni di terreno.

I sondaggi S1+S5 riguardano l'area interna alla rotatoria, spinti sino alla profondità variabile di 10-12m da p.c. dove per ogni sondaggio sono stati prelevati 10 campioni di terreno, uno per ogni metro (profondità massima campionata -10m da p.c.)

Il sondaggio S8 riguarda l'area esterna alla rotatoria, spinto sino alla profondità di 12m da p.c. dove per il sondaggio sono stati prelevati 10 campioni di terreno, uno per ogni metro (profondità massima campionata -10m da p.c.)



Il sondaggio S9, eseguito per definire in modo più accurato l'estensione della contaminazione, riguarda l'area della sede stradale, spinto sino a 10m di profondità da p.c. dove per il sondaggio sono stati prelevati 10 campioni di terreno, uno per ogni metro.

In tutti i sondaggi effettuati i parametri ricercati nei campionamenti dei terreni sono gli **Idrocarburi leggeri $\leq C_{12}$** e gli **Idrocarburi pesanti $> C_{12}$** .

2.3 CAMPIONAMENTI ACQUE DI FALDA

Nella campagna di indagini effettuata sono stati installati piezometri spinti sino alla massima profondità da p.c. di 12 metri per il prelievo di campioni di acqua di falda successivamente sottoposti ad analisi chimica per la parametrizzazione delle componenti chimiche.

I risultati delle indagini effettuate per il parametro idrocarburi totali come n-esano sui campioni di acqua di falda, fanno riferimento ai superamenti della concentrazione limite di 10 $\mu\text{g/l}$.

Dai risultati ottenuti nelle campagne d'indagine si sono riscontrati superamenti per gli analiti ricercati in sole tre(3) campagne di monitoraggio. **A SEGUITO DELLE OPERAZIONI DI MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA ATTUATE E TERMINATE A DICEMBRE 2005 NON SI SONO RILEVATI PIÙ SUPERAMENTI DEL LIMITE DI 10 $\mu\text{g/l}$ PER GLI IDROCARBURI TOTALI COME N-ESANO.**

2.4 CONCLUSIONI DI SINTESI

Le indagini hanno riscontrato nella zona dove è avvenuto lo sversamento e nella zona a valle dello stesso, contaminazione superiore ai limiti tabellari per gli **idrocarburi pesanti e leggeri**.

In particolare, i superamenti sono avvenuti:

- 1) nei **terreni profondi**;
- 2) per gli idrocarburi leggeri, **nei sondaggi S2, S3 e S7**;
- 3) per gli idrocarburi pesanti, **S2, S3, S6 e S7**;
- 4) nei **terreni superficiali**, per entrambe le famiglie idrocarburiche.



I fenomeni di contaminazione rilevati nella **falda superficiale** sono relativi al parametro idrocarburi totali. In particolare, tenendo conto che il limite di accettabilità posto dalla Conferenza di Servizi è 10 µg/l e non 350 µg/l come stabilito dal D.Lgs. n. 152/06, si sono avuti alcuni superamenti di tale limite per alcuni piezometri (posti a valle della contaminazione) e per alcuni monitoraggi. **A SEGUITO DELLE OPERAZIONI DI MESSA IN SICUREZZA D'EMERGENZA ATTUATE E TERMINATE A DICEMBRE 2005 NON SI SONO RILEVATI PIÙ SUPERAMENTI DEL LIMITE DI 10 µg/l PER GLI IDROCARBURI TOTALI COME N-ESANO.**

I superamenti riscontrati nelle acque di falda, sono attribuibili allo sversamento occorso. In particolare, si evidenzia che i piezometri interessati dalla contaminazione (peraltro sempre inferiore alle CLA di legge) sono stati quelli immediatamente a valle dell'incidente.

3. SCELTA E DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA DI BONIFICA

Il caso in esame presenta due situazioni ben distinte di terreni da bonificare:

- il terreno contaminato presente sotto il rilevato stradale (in situ);
- il terreno contaminato rimosso durante le operazioni di messa in sicurezza di emergenza e stoccato in due(2) cumuli all'interno della rotatoria (ex-situ).

La valutazione comparativa tra le tecnologie potenzialmente applicabili al caso in esame, ha portato ad individuare lo **SVE** come la tecnica più indicata per la bonifica dei terreni presenti al di sotto del rilevato stradale della rotatoria, e la **Biopila** come la tecnica più indicata per la bonifica dei terreni stoccati nei cumuli posti all'interno della rotatoria in questione.

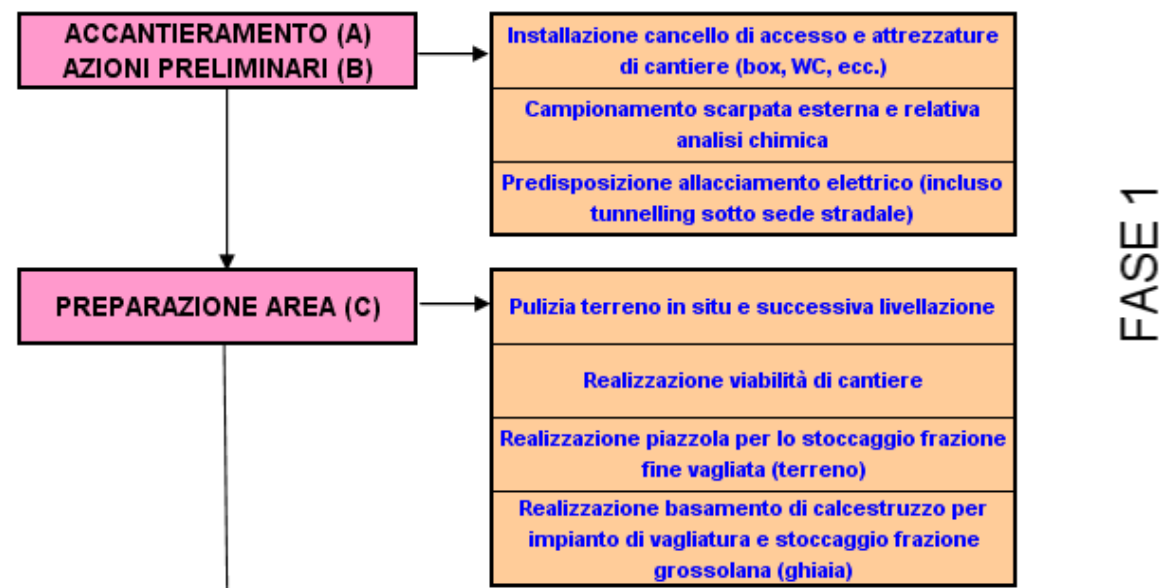
Tali giudizi tengono conto, in particolare:

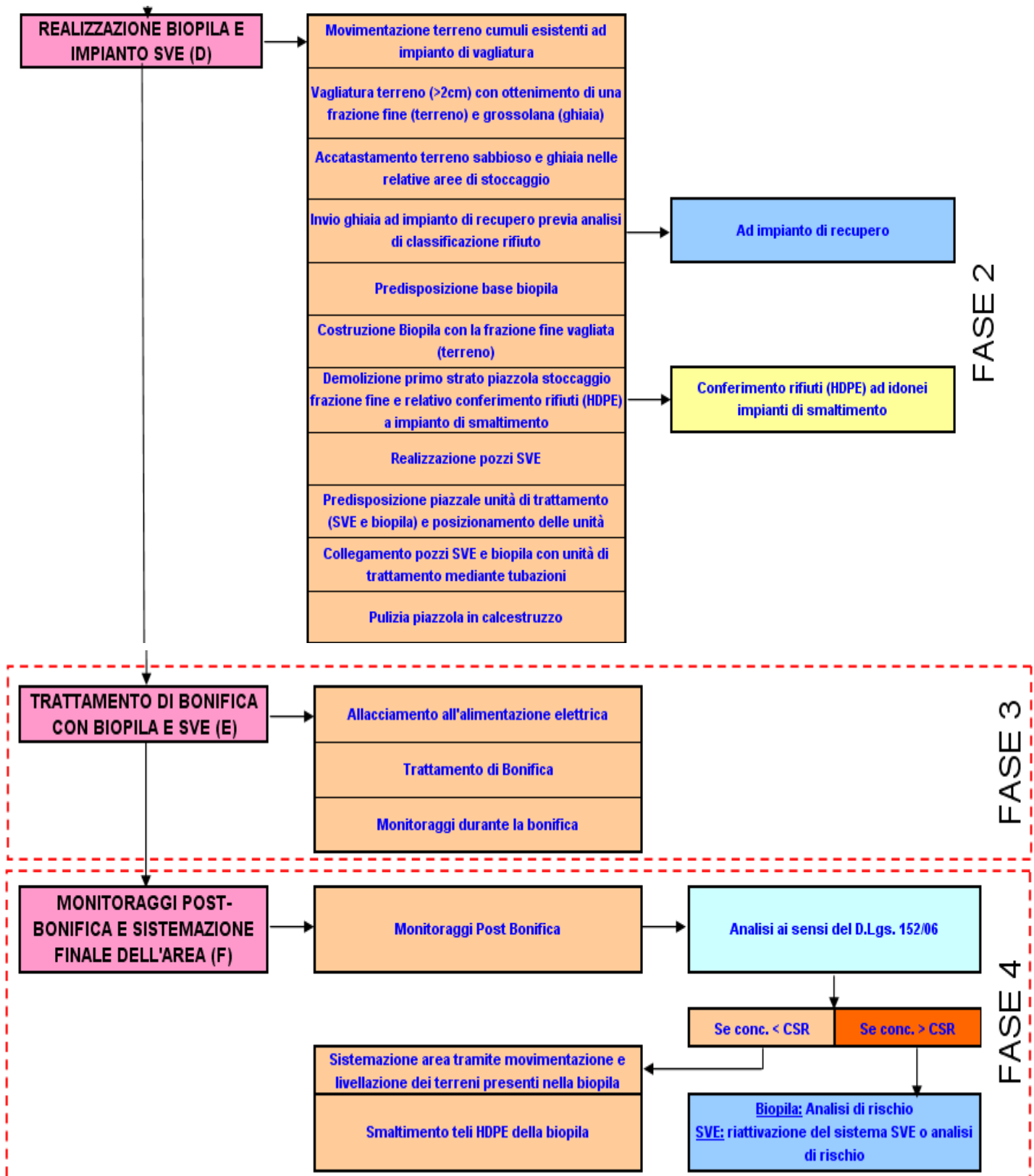
- dei risultati delle indagini di caratterizzazione chimica, geologica e idrogeologica del sito;
- dei risultati delle indagini di caratterizzazione geochimica e granulometrica dei cumuli;
- della necessità di mantenere in funzione la viabilità della rotatoria in oggetto;

- delle discrete volumetriche di terreni contaminati da trattare che giustificano l'installazione degli impianti di trattamento *on-site* e legate ad un riutilizzo dei terreni nel sito stesso, a scapito di tecnologie di trattamento *off-site* con alti costi di trasporto, trattamento o smaltimento.

Per quanto riguarda la **bonifica della frazione grossolana** (ghiaia) presente nei cumuli, si evidenzia che tale frazione (>2 cm) separata dall'impianto di vagliatura, è stata inviata a recupero presso impianti autorizzati, previa relativa analisi chimica per la classificazione dello stesso.

3.1 FASI DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI BONIFICA







Tralasciando la Fase1 di **accantieramento e preparazione dell'area di cantiere**, comprendenti tutte le attività di pulizia e livellazione superficiale dell'area, nonché la viabilità interna di cantiere avente la funzione di raccordare lo stradello di accesso cantiere con le zone dove avverranno le lavorazioni e la predisposizione all'allacciamento elettrico da parte di ENEL, **passiamo alla spiegazione della Fase2 di realizzazione impianto Biopila.**

3.2 ATTIVITA' PROPEDEUTICHE LA REALIZZAZIONE DELLA BIOPILA

Al fine di ottenere un terreno avente le caratteristiche idonee per la costruzione della Biopila, sono necessarie le seguenti operazioni in sito:

- 1 movimentazione del terreno stoccato nei cumuli fino all'impianto di vagliatura
- 2 vagliatura del terreno (**vaglio >2 cm**) con l'ottenimento di una frazione fine (terreno) e grossolana (ghiaia). Il vaglio è stato posizionato in modo tale da inviare la frazione fine, tramite nastro trasportatore, direttamente alla piazzola di stoccaggio appositamente predisposta
- 3 accatastamento del terreno e della ghiaia nelle relative aree di stoccaggio
- 4 trasporto della ghiaia ad impianto di recupero previa analisi di classificazione del rifiuto
- 5 predisposizione della **base della Biopila**, di **dimensioni 60 x 18 m**, costituita da:
 - 5.1 telo in HDPE che è posto a contatto con la Biopila
 - 5.2 strato decimetrico di sabbietta posata sopra il telo e creazione di argini sopraelevati di **0,20 metri da p.c.**
 - 5.3 Telo TNT
- 6 predisposizione della **piazzola di alloggiamento delle unità di trattamento vapori** aspirati dalla Biopila e impianto SVE. Tale piazzola, di **dimensioni 12 x 12 m**, è costituita da materiale inerte riciclato stabilizzato di granulometria mista (spessore 20 cm)



Sulla base delle informazioni acquisite dalle analisi granulometriche effettuate sui cumuli e tenendo conto del volume stimato dei due(2) cumuli che si aggira intorno ai **1900 m³**, i quantitativi stimati delle frazioni fini e grossolane in uscita dal vaglio sono:

- Frazione grossolana (ghiaia), circa **450 m³**
- frazione fine (terreno), circa **1500 m³**

3.3 DESCRIZIONE IMPIANTO BIOPILA

L'impianto di Biopila è composto dalle seguenti unità principali:

- ◆ biocumulo di terreno contaminato ingegnerizzato (biopila)
- ◆ tubazioni di estrazione secondarie e primarie
- ◆ unità centrale di trattamento
- ◆ cisterna per la raccolta di fluidi eventualmente aspirati dalla biopila e dall'impianto di SVE per l'eventuale rilancio nel biocumulo (apparecchiatura comune alle due unità di trattamento)

Prima di procedere alla costruzione del biocumulo, è stata preparata la base della biopila stessa o letto impermeabile. Un sistema di condotte per l'aerazione e drenaggio della biopila (tubazioni secondarie) è stato inoltre predisposto ed installato sul letto impermeabile prima della deposizione a mezzo escavatore del terreno. Tali tubazioni secondarie, dal diametro interno di 2", sono state disposte ad una distanza reciproca di circa 3 metri, prevedendo anche l'installazione di n. 13 linee di aerazione secondaria.

Le tubazioni secondarie (installate perpendicolarmente alla lunghezza della biopila) convogliano in una tubazione primaria che corre lateralmente lungo la stessa biopila la quale è stata collegata con l'unità di trattamento.

Prima di depositare il terreno sulla zona impermeabilizzata, a protezione delle tubazioni secondarie e a creazione di "canali" di aspirazione sulle tubazioni secondarie, è stato disposto del materiale inerte (come ad esempio ghiaia da 10-20 mm di diametro, oppure inerte riciclato) attorno alla tubazione secondaria di estrazione, per uno spessore di circa 7,5 cm.

Una volta sistemata la rete di tubazioni di aspirazione, si è proceduto alla deposizione dei rifiuti sulla biopila stessa. In particolare, il terreno proveniente dal processo di vagliatura (sottovaglio) è stato miscelato in fase di costruzione del biocumulo con nutrienti quali, azoto e fosforo per otte-



nere un **rapporto stechiometrico ottimale di carbonio, azoto e fosforo di 100:10:1** (ovviamente come sorgente di carbonio organico si considerano le sostanze idrocarburiche).

Sono state eseguite analisi specifiche sul sottovaglio per determinare il reale contenuto medio dei nutrienti, e determinare di conseguenza le quantità degli stessi da aggiungere per unità di volume di suolo per raggiungere le proporzioni stechiometriche ottimali.

Una volta sistemato tutto il terreno vagliato, al fine di limitare al massimo le quantità di terreno inviate a smaltimento, nella parte superiore della biopila è stata accumulata la sabbia proveniente dalla demolizione della piazzola di stoccaggio del terreno vagliato che era localizzata tra i due teli di HDPE.

Affinché possano avvenire le reazioni di degradazione microbica degli idrocarburi, occorre che all'interno del sistema biopila vengano mitigati o limitati tutti gli effetti che impediscono l'attività batterica.

A questo proposito, il tenore di umidità del terreno è un parametro fondamentale per garantire condizioni ottimali affinché possano avvenire le reazioni di biodegradazione e questo non dovrebbe essere mai inferiore al 15%.

Per tale motivo, per la biopila in oggetto, **è stata prevista l'installazione di un sistema di irrigazione superficiale**: lo stesso sistema di irrigazione, oltre che per la semplice aggiunta di acqua, può essere utilizzato anche per aggiungere, in forma disciolta, alcuni nutrienti (quali azoto e fosforo) qualora, a valle delle **analisi trimestrali dei terreni della biopila**, risultasse necessario (ossia qualora le concentrazioni di nutrienti e carbonio non fossero più presenti nelle corrette proporzioni stechiometriche, sopra riportate). Tale sistema consiste in un tubo perforato in PVC flessibile da 1", lungo 250m, adagiato sulla sommità del biocumulo "a serpentina" in maniera da poter irrigare direttamente la maggior superficie possibile della biopila.

Il tubo di irrigazione e' stato collegato con una pompa di rilancio a immersione interna alla cisterna di stoccaggio (l'acqua del sistema di irrigazione viene appunto attinta dalla cisterna di stoccaggio esterna alle unità di trattamento).

L'acqua contenuta nella cisterna esterna proviene dai sistemi di filtrazione a carboni attivi dei fluidi risultanti dal sistema SVE e dal sistema Biopila. La pompa di rilancio interna alla cisterna di stoccaggio fluidi viene attivata qualora si verifichi l'esigenza di irrigare il biocumulo o di aggiungere nutrienti.

Il biocumulo così installato, comprensivo anche del sistema di irrigazione sulla sua sommità, **è stato ricoperto con telo in HDPE** di dimensioni adeguate da poter ricoprire interamente il biocumulo e adagiarsi esternamente ai cordoli. Infine **sono stati applicati dei sacchi di sabbia** (per



un totale di circa 75 sacchi da 20 kg ciascuno) esterni al telo, posati sulla sommità della biopila ed ai piedi del cordolo, per evitare così che lo stesso venga rimosso da eventuali possibili folate di vento.

3.4 UNITA' DI TRATTAMENTO

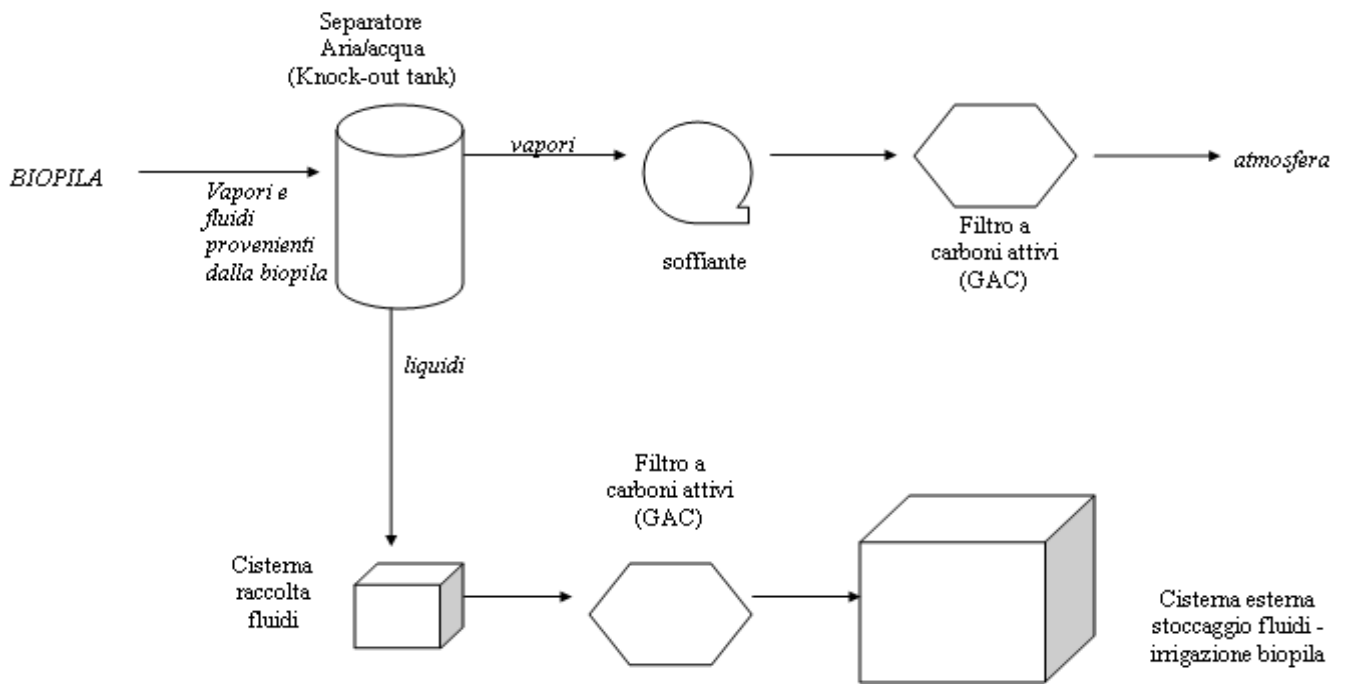
Nonostante l'intervento sia stato eseguito su terreno insaturo, a causa di eventi meteorici, della umidità del terreno e di effetti di degradazione microbica, sono stati comunque aspirati dei liquidi e condense che sono state adeguatamente trattate.

Principalmente l'unità di trattamento presenta un **sistema di aspirazione a mezzo soffiante** avente la capacità di poter operare con miscele miste aria/acqua.

Gli altri elementi principali dell'unità di trattamento sono:

- Separatore aria/acqua (Air/water separator);
- Filtro a carboni attivi granulari per i gas di scarico (Gas GAC-Filter)
- Cisterna interna di raccolta del liquido separato;
- Filtro a carboni attivi granulari per i liquidi di scarico (Water GAC-Filter);
- Cisterna esterna per la raccolta dei fluidi trattati e eventuale rilancio per l'irrigazione della biopila. Tale cisterna esterna raccoglie i fluidi raccolti anche dall'impianto SVE.

Il sistema descritto, ad eccezione della cisterna esterna per l'irrigazione della biopila, è contenuto all'interno di un **container** di dimensioni adeguate per impedire l'accesso al personale non autorizzato.



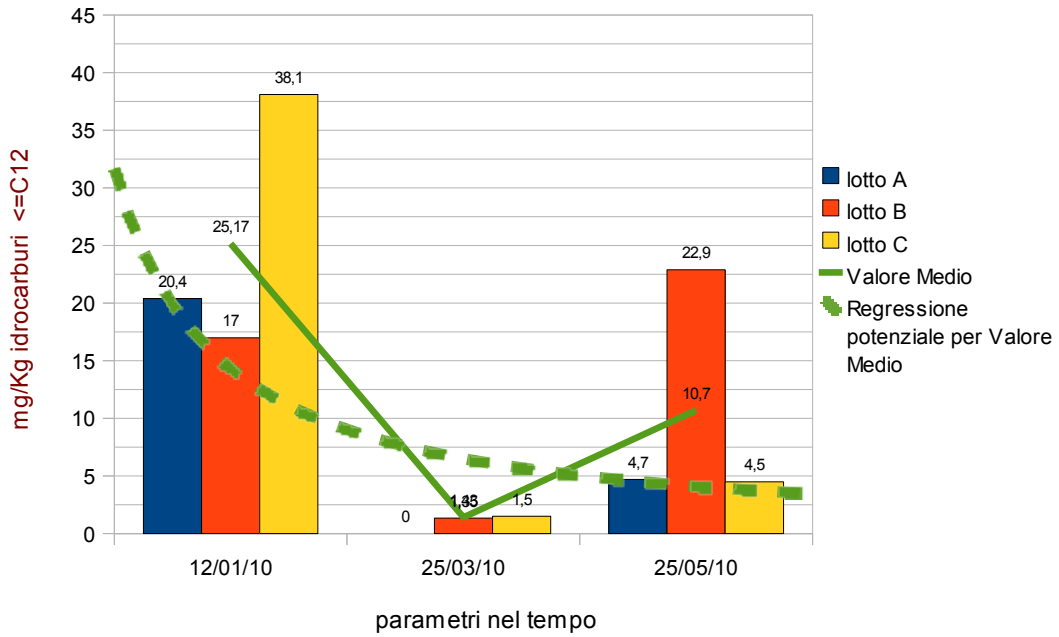
-Schema di flusso impianto Biopila-

4. CONCLUSIONI

E' interessante vedere graficamente come è variata la concentrazione degli Idrocarburi nel terreno, sia leggeri ($C > 12$) che pesanti ($C \leq 12$), nell'arco di tempo che va da Gennaio a Maggio 2010, ovvero nei periodi in cui sono stati effettuati i tre(3) campionamenti, divisi ognuno nei lotti A,B e C.

Nei grafici si può notare una diminuzione degli inquinanti nel tempo, più netta negli Idrocarburi leggeri e meno in quelli pesanti, tutti valori comunque che hanno confermato come la Biopila sia più efficace nell'abbattimento dei composti leggeri, visibile anche dalle due linee di tendenza riguardanti l'andamento medio nel tempo delle concentrazioni di Idrocarburi.

Campionamenti Biopila



Campionamenti Biopila

