

Centrale Enel Piombino

Test pilota di rimozione OCD

Presentazione Enel Risultati Finali

Roma, 31 gennaio 2018

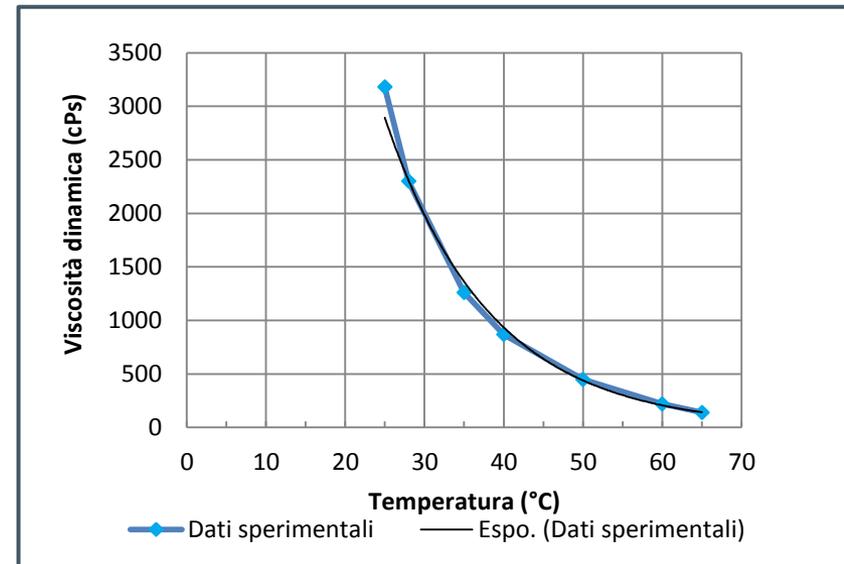
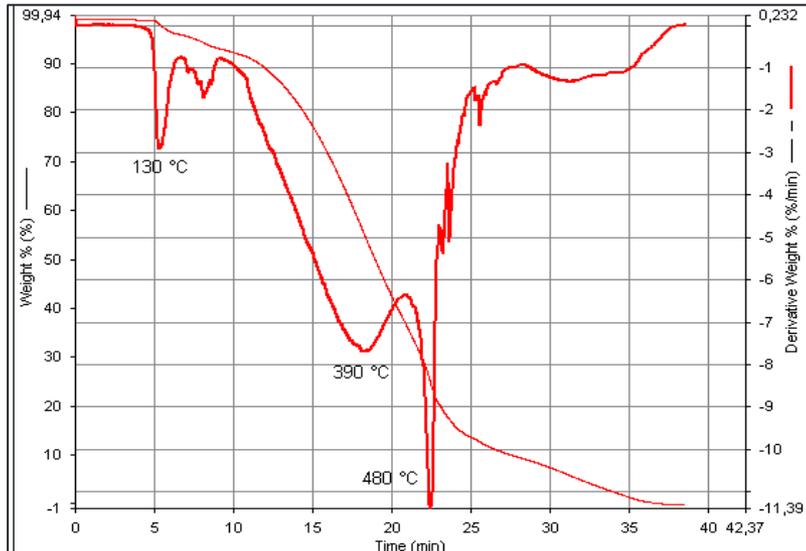
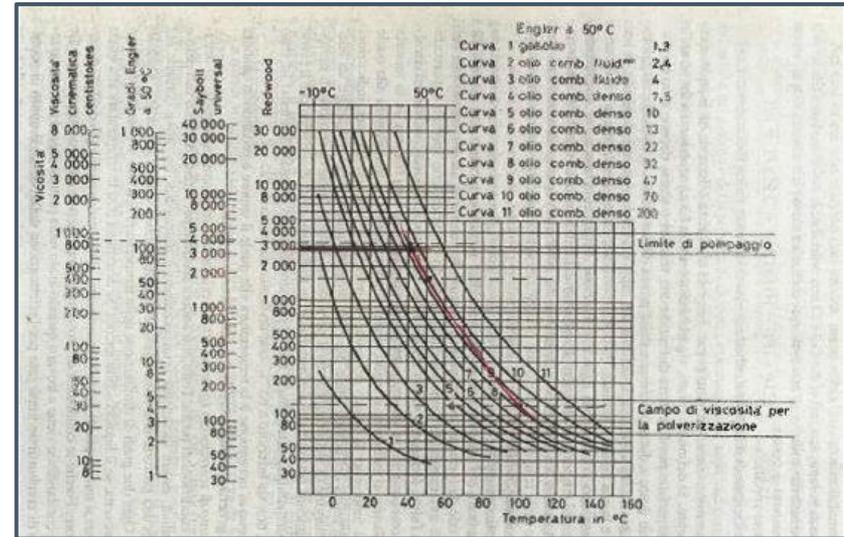
CESI

Shaping a Better Energy Future

Environmental Remediation Service

Test preliminari sperimentali di laboratorio CESI

- CESI ha eseguito presso il proprio laboratorio di Piacenza pre test di selezione della **tecnologia**
- In base ai **limiti di pompabilità**, il riscaldamento dell'olio fino a 50°C consente la pompabilità
- Il **desorbimento** a 45°C è piuttosto contenuto (0,95% in 5 ore) e la fase desorbita è costituita prevalentemente da acqua con la presenza modesta di alcuni idrocarburi aromatici
- I valori di **viscosità cinematica** che sono stati determinati sperimentalmente, convertiti in Gradi Engler, mostrano mobilità ridotta dell'olio (55 volte più denso dell'acqua)
- Le prime prove (1 hg) indicano la possibilità di attacco con **disgregatori molecolari** e di attivazione **biodegradazione**
- Le prime prove (3 kg) condotte in impianto di **Thermal Desorption off site** (Belgio) hanno indicato la fattibilità del processo



CESI Test preliminari di laboratorio – Enhanced biotreatment

OSSERVAZIONI SPERIMENTALI CONDOTTE DA CESI

1. Al fine di verificare l'efficacia del bio trattamento, è stato necessario, selezionare un campione «sintetico» da sabbie e inoculato con Disgreco.
2. Il campione è stato contaminato da OCD di Piombino, prelevato dai sistemi di recupero prodotto attuali, ottenendo un campione di sabbia contaminato da 4.400 mg/kg da TPH. Per ottenere un campione omogeneo è stata utilizzata acqua sino ad un impasto omogeneo, da cui sono state selezionate diverse aliquote di test.
3. Sono state quindi suddivise le diverse aliquote per le analisi e quindi trattate con il bio reagente, ad eccezione della l'aliquota T0, che ha costituito il punto di riferimento delle diverse analisi chimiche eseguite, sia sulla componente idrocarburica, sia per i parametri biologici



CESI Test preliminari di laboratorio – Enhanced biotreatment

OSSERVAZIONI SPERIMENTALI CONDOTTE DA CESI

1. La carica batterica dopo nove giorni dall'attivazione del biotreatment si è ampliata di 3 ordini di grandezza, dimostrando l'attivazione biologica del processo.
2. Le analisi sui C10-40 presenti nell'OCD, dimostrano che il quantitativo residuo di idrocarburi dopo 72 ore dall'avvio del bio treatment è del 20% rispetto alla concentrazione iniziale
3. La concentrazione residua dopo 72 ore è di circa 800 mg/kg.
4. L'azione è anche efficace su IPA, con una riduzione di circa il 75% in termini di concentrazione totale.

Carica Batterica

	ufc/g
Tq	5,7*10 ⁵
Tq dopo inoculo	2,4*10 ⁶
T0	2,9*10 ⁶
T24h-48h	-
T72h	-
T9g	9,6*10 ⁸
T30g	2,5*10 ⁷
T030g	1,9*10 ⁶

Oli minerali C10 - C40

Idrocarburi determinati sul campione TQ

	Idrocarburi C10-C40 %ss	Quantitativo Residuo % (rispetto a T0)
T0	0,438	
T24h-48h	0,302	68,84
T72h	0,086	19,56

	TQ	TO	T72h	T9g	T30g
	mg/kgss	mg/kgss	mg/kgss	mg/kgss	mg/kgss
Naphthalene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acenaphthene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acenaphthylene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Benzo b fluorantene	0,07	0,35	0,32	0,34	0,19
Fluorene	0,00	0,00	0,19	0,23	0,00
Anthracene	0,00	0,29	0,27	0,25	0,00
Phenanthrene	0,00	1,35	1,58	1,50	0,00
Fluoranthene	0,03	0,29	0,29	0,28	0,00
Pyrene	0,05	1,01	1,20	1,30	0,49
Benzo a antracene	0,03	0,49	0,50	0,59	0,22
Crisene	0,05	1,91	2,23	2,43	0,69
Benzo a pirene	0,02	0,36	0,30	0,35	0,20
Benzo e pirene	0,05	0,66	0,68	0,77	0,28
Benzo g,h,i, perilene	0,03	0,00	0,18	0,20	0,00
dibenzo ah antracene	0,00	0,00	0,21	0,22	0,00
Indeno pirene	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Dibenzo AL pirene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Benzo k fluorantene	0,03	0,00	0,00	0,17	0,00
Perilene	0,00	0,25	0,22	0,23	0,00
Dibenzo AI pirene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dibenzo AH pirene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dibenzo AE pirene	0,00	0,35	0,29	0,32	0,00
IPA TOTALI	0,32	7,31	8,5	9,2	2,1



Testing Laboratorio CESI

Matrice: terreno di riporto con presenza di olio libero

Caratteristiche: materiale grossolano con ridotta presenza di particelle con pezzatura fine, molto umido e pastoso, con idrocarburi in concentrazione > 3%



Bioreattore CESI

Tempo zero



Dopo 9 giorni di trattamento



Aggiunta seconda aliquota



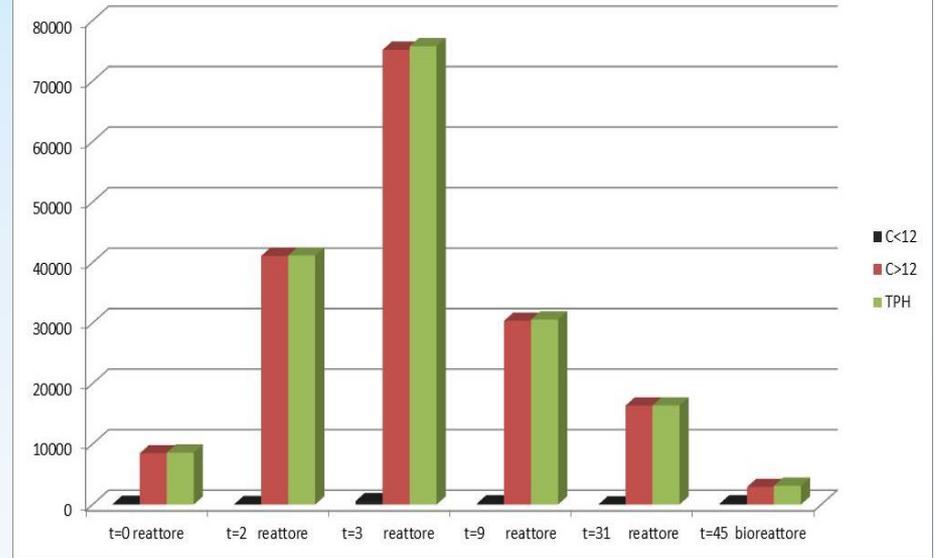
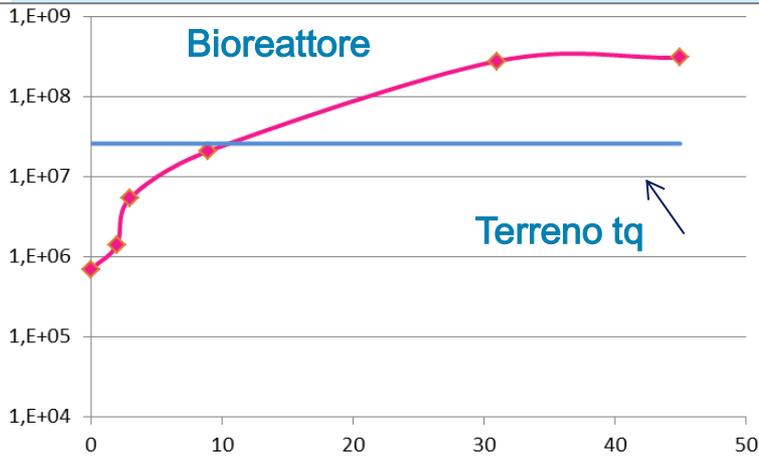
Dopo 30 min di miscelazione



Miscelazione

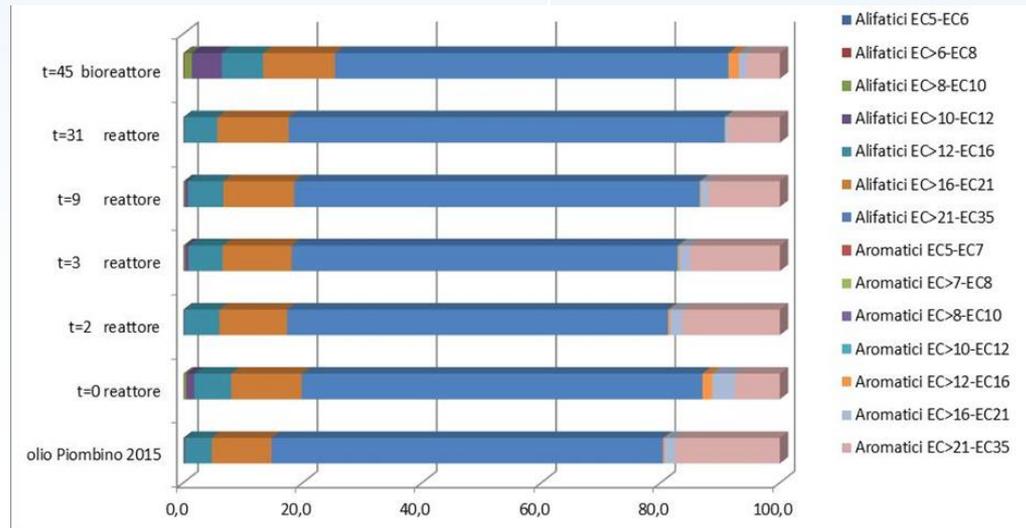


Testing Laboratorio **CESI**: Concentrazione idrocarburi e ripartizione frazioni



Microrganismi identificati

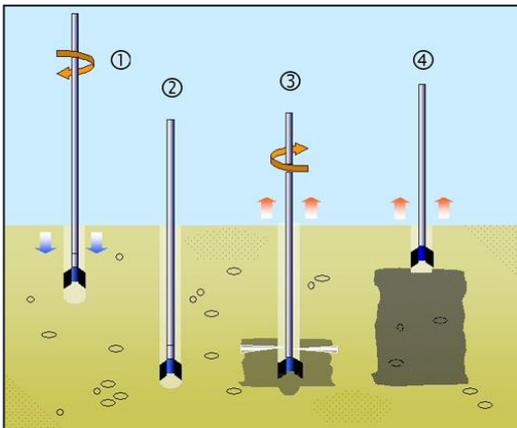
- *Pseudomonas luteola*
- *Pseudomonas aeruginosa*



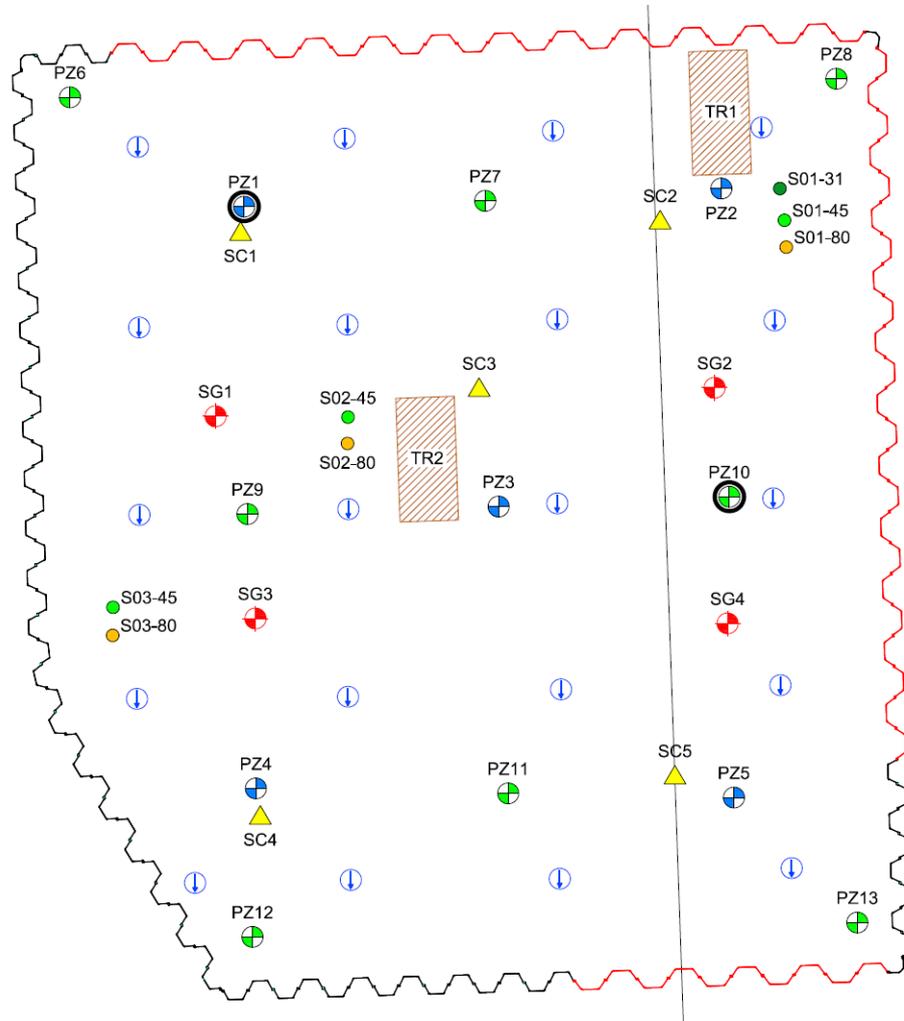
Enhanced biotreatment – Test pilota in situ

Verificata l'efficacia al test di laboratorio e a scala pilota per la verifica delle performance della tecnologia, è possibile lo sviluppo di un **test in situ**, con iniezione diretta della miscela MPCD Disgreco nel terreno con tecnologia Jet Washing. Area test pilota 25 x 25 m, con le seguenti fasi

- Caratterizzazione del terreno contaminato
- Baseline di riferimento T0
- Esecuzione test Enhanced biotreatment
- Iniezione a pressione differenziale della miscela per verifica raggio di influenza
- Prelievo di campioni diretti di terreno per analisi eluato e tal quale
- Installazione piezometri e campioni di acque e olio
- Installazione sonde per soiglias
- Restituzione dei risultati



Test pilota in situ: configurazione generale



 Trincea T0

Allestimenti campo prova

-  Piezometro
-  Piezometro integrativo
-  Sonda soil-gas
-  Punto d'iniezione MPCD
-  Palancola metallica Larssen PU18 (600 mm)
-  Palancola metallica Larssen AU20 (750 mm)

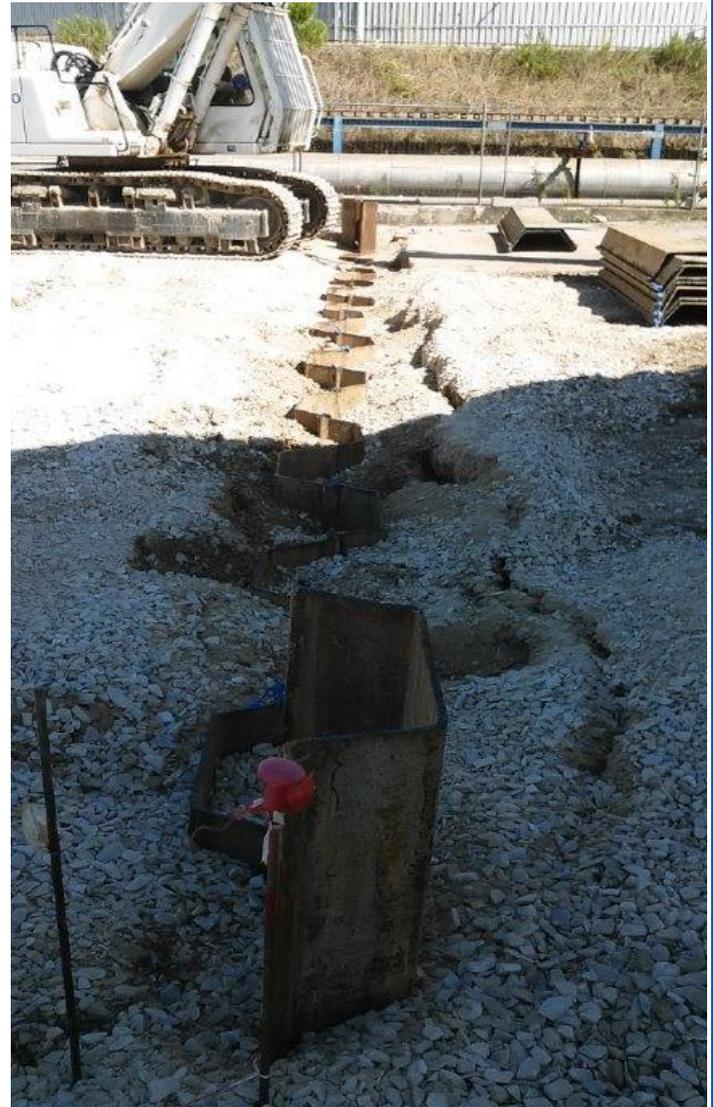
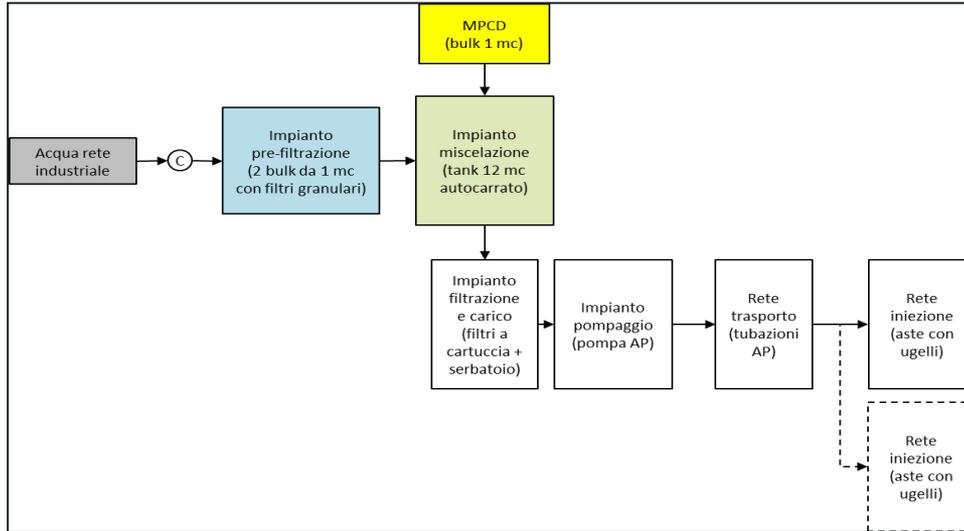
Sondaggi di controllo

-  Sondaggio T31 gg
-  Sondaggio T45 gg
-  Sondaggio T80 gg

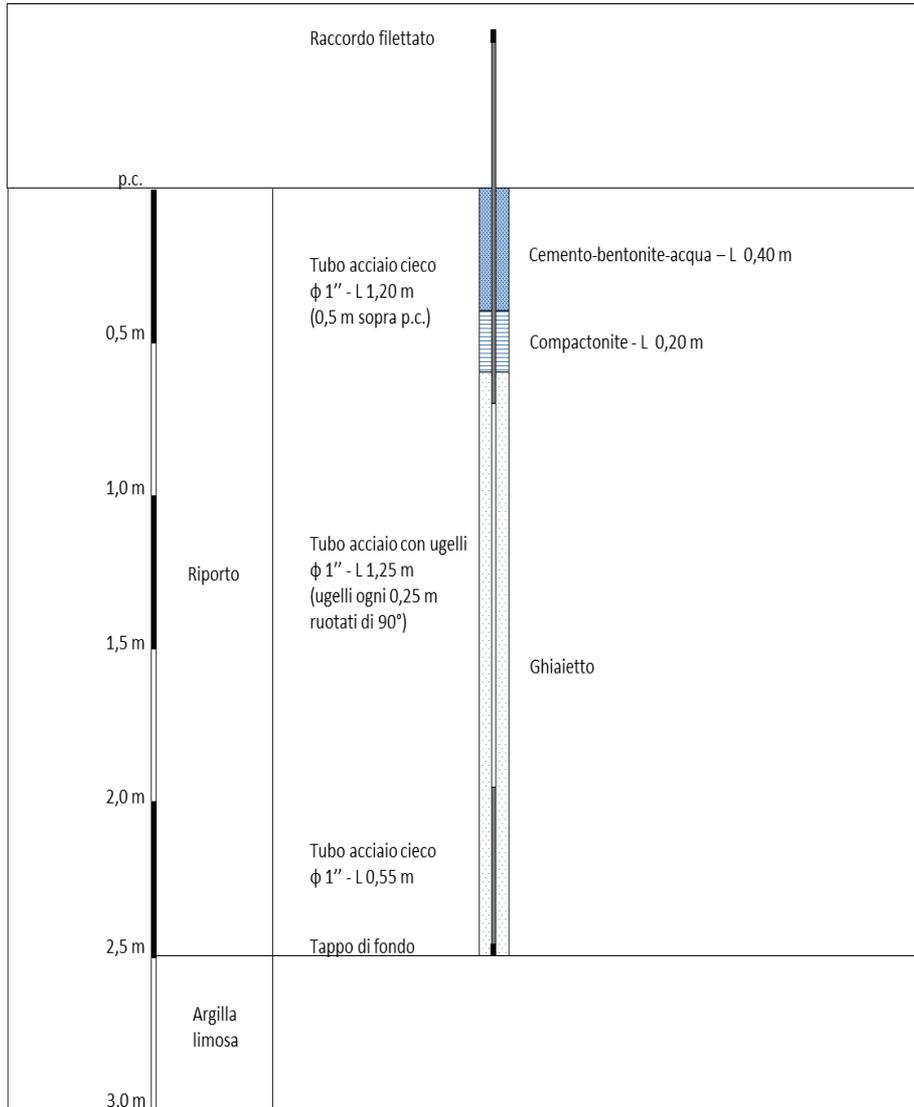
Punti di collaudo

-  Sondaggio
-  Piezometro

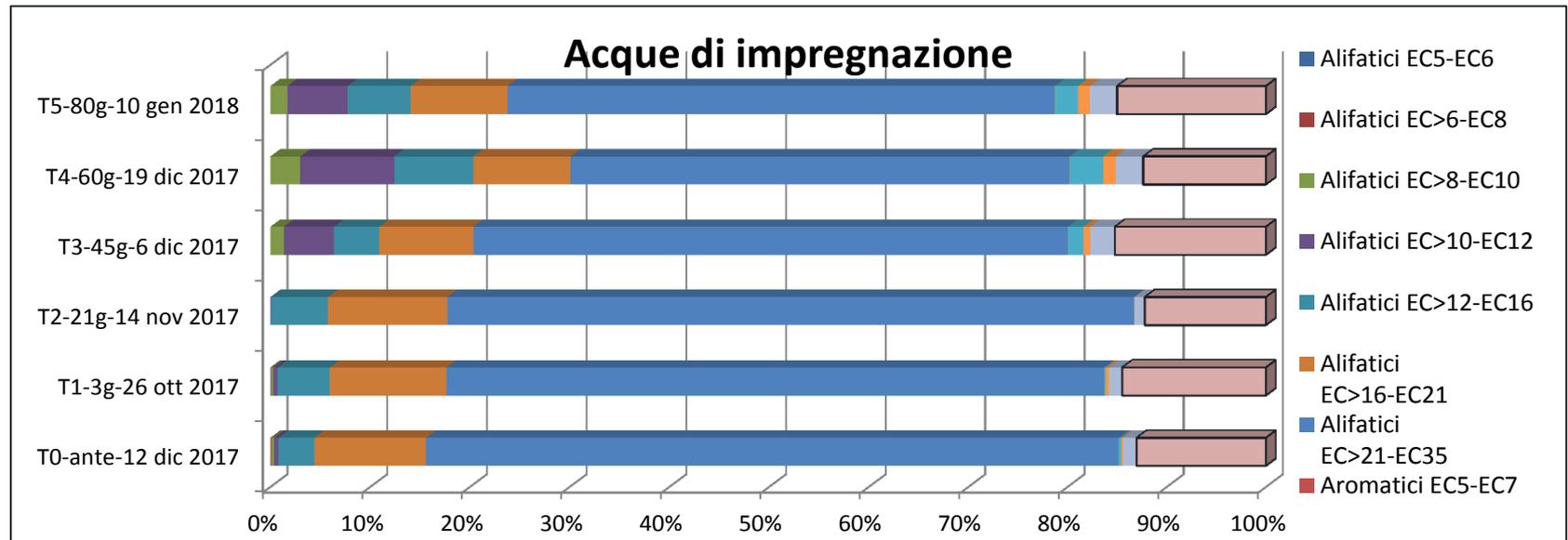
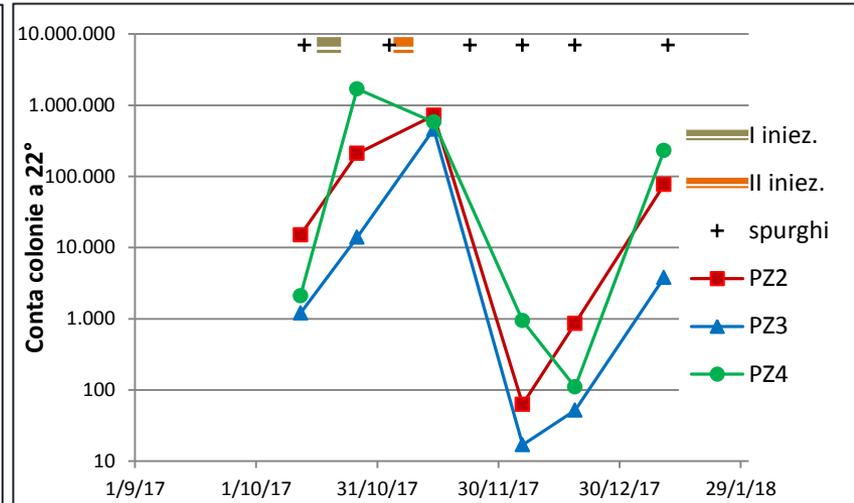
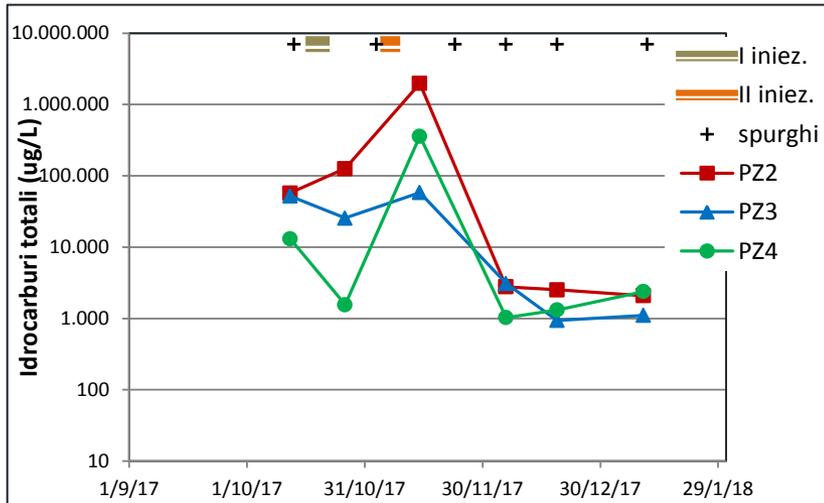
Test pilota in situ: sistema di iniezione



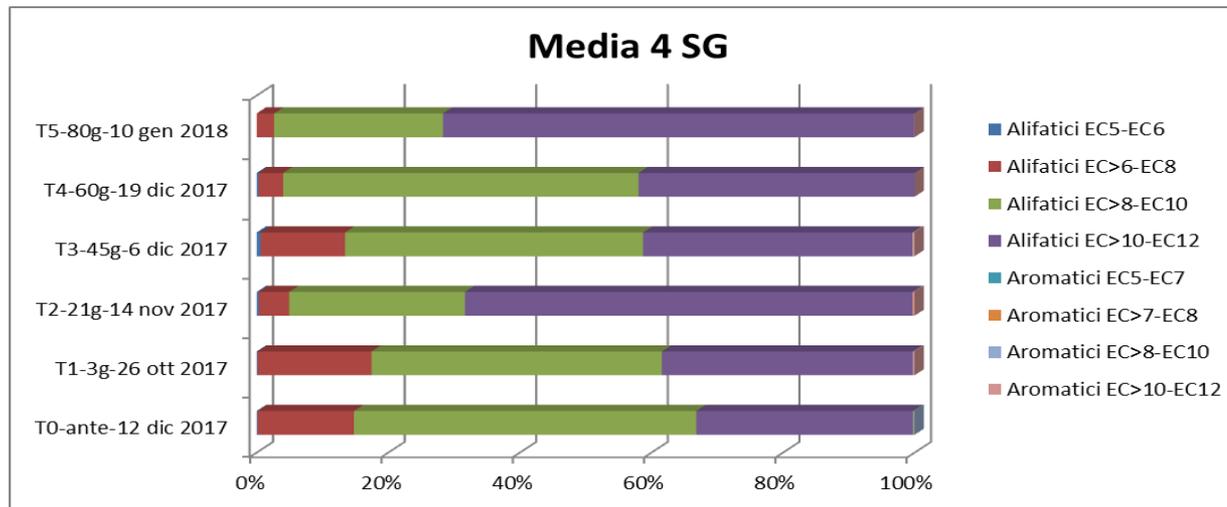
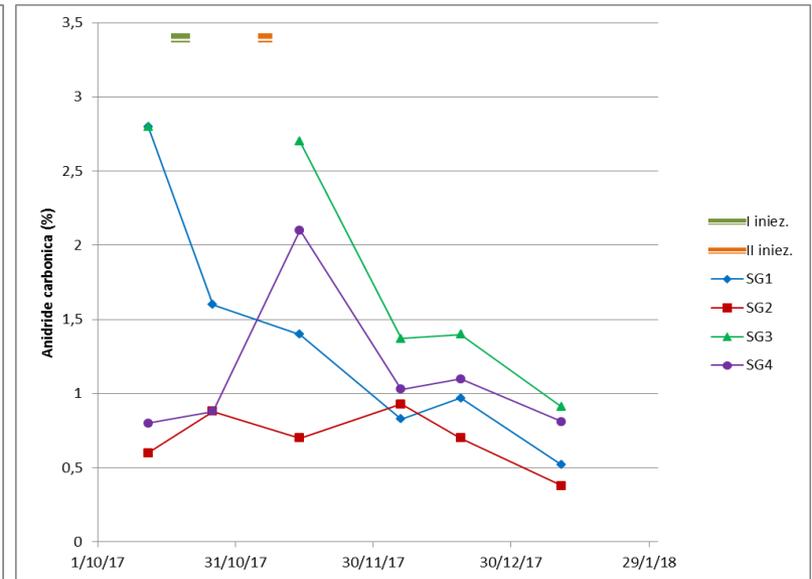
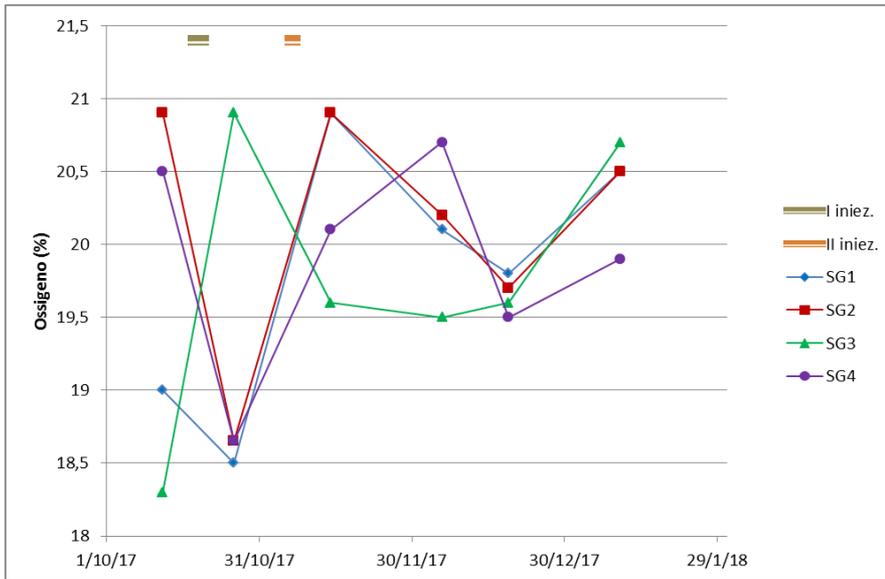
Test pilota in situ: sonde di iniezione



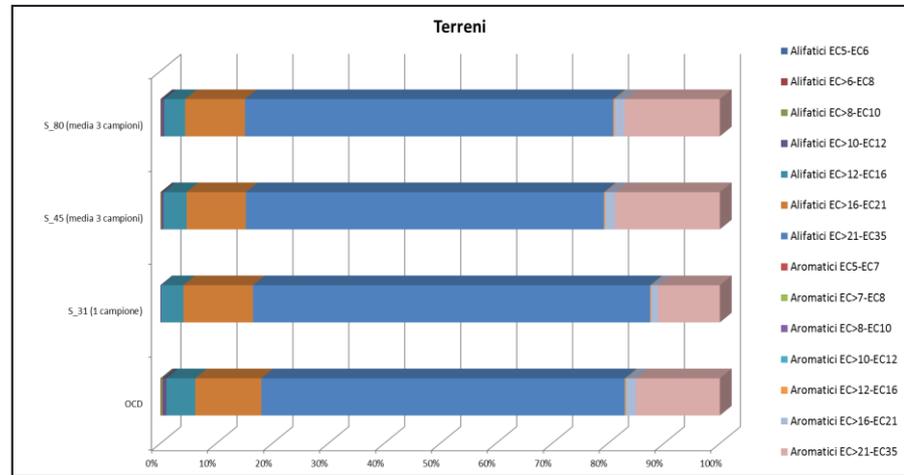
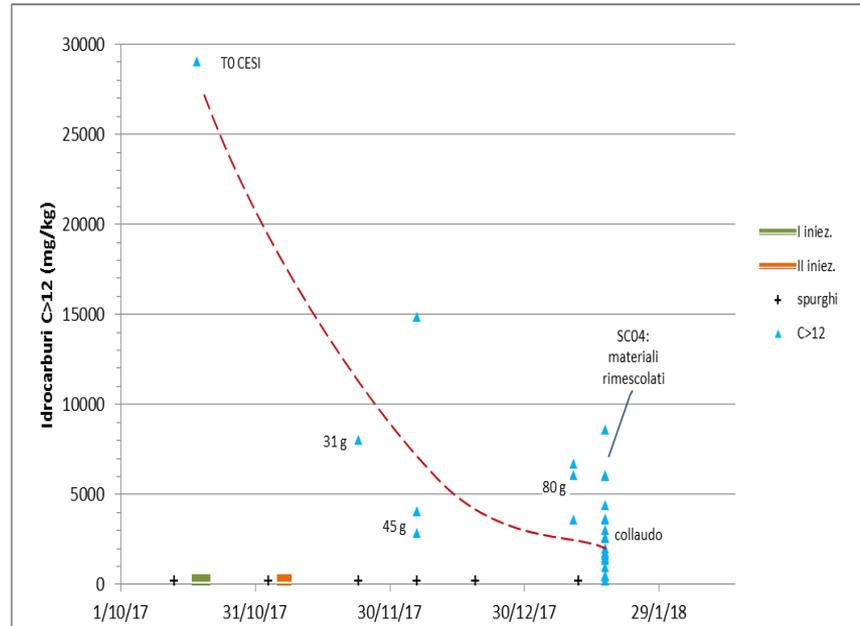
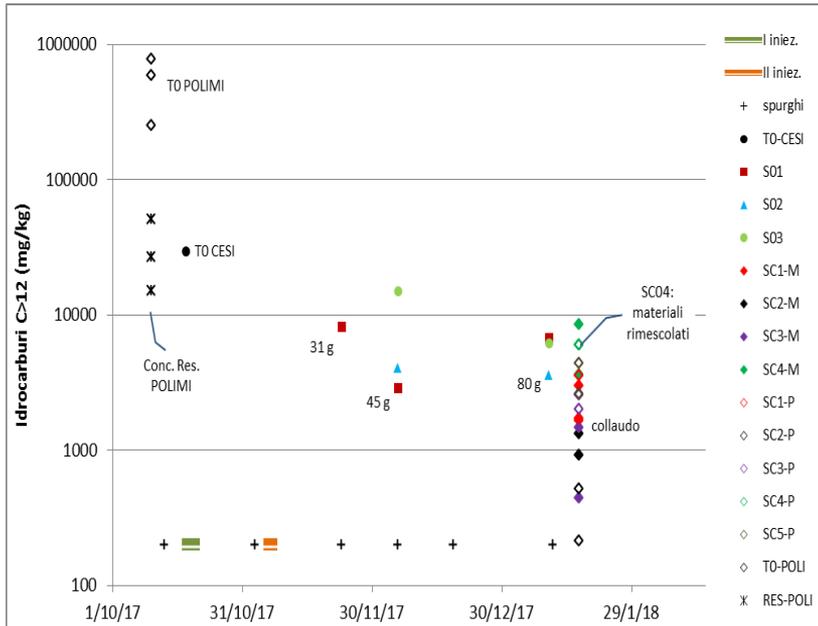
Test pilota in situ: risultati acque



Test pilota in situ: risultati soil gas



Test pilota in situ: risultati terreni e collaudo



Test pilota in situ: verifica condizioni di collaudo



- Le acque estratte non mostrano OCD in sospensione
- Le condizioni di collaudo sono rispettate al 100%



- I piezometri di collaudo hanno mostrato spessori < 1 mm in fase separata in galleggiamento
- Le condizioni di collaudo sono rispettate al 100%

Test pilota in situ: bilancio di massa

Stima OCD nei terreni

iniziale (con dato medio LAB CESI)

superficie	mq	470	
spessore con OCD	m	0,5	media stimata
volume con OCD	mc	235	
umidità	%	11,7	Stima
densità	t/mc	1,9	Stima
densità secca	t/mc	1,70	
massa terreno secco con OCD	t	400	
concentrazione idrocarburi	mg/kg	29000	dato CESI
massa idrocarburi	kg	11592	

a 80 giorni (con dati medi sondaggi)

superficie	mq	470	
spessore con OCD	m	0,5	
volume con OCD	mc	235	
umidità	%	11,7	media
densità	t/mc	1,9	stima
densità secca	t/mc	1,70	
massa terreno secco con OCD	t	400	
concentrazione idrocarburi	mg/kg	5501,9	media
massa idrocarburi	kg	2200	

riduzione massa	kg	9392	
riduzione %	%	81%	

Stima OCD surnatante

iniziale (stima)

superficie	mq	470	
spessore surnatante	m	0,010	stima 10 mm
porosità		0,3	stima
spessore effettivo surnatante	mm	0,003	
volume surnatante	L	1410	
densità OCD	kg/L	0,98	
massa idrocarburi	kg	1381,8	

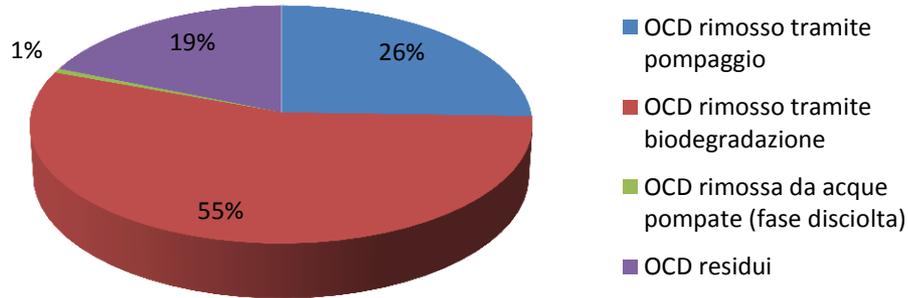
al collaudo (osservazione bailers)

superficie	mq	470	
spessore surnatante	m	0,003	misura max bailer (3mm)
porosità		0,3	stima
spessore effettivo surnatante	mm	0,0009	
volume surnatante	L	423	
densità OCD	kg/L	0,98	
massa idrocarburi	kg	414,5	

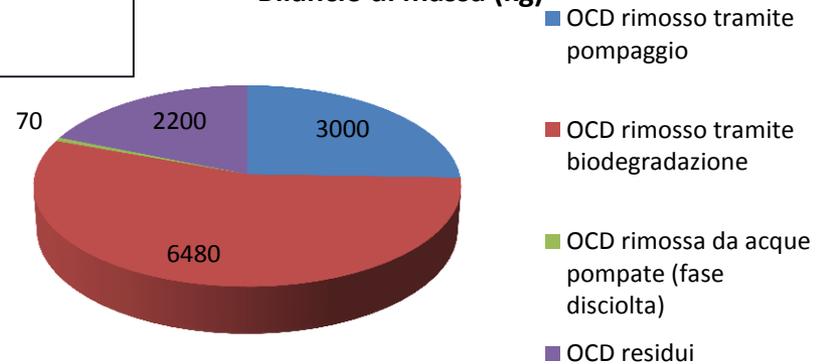
- Distribuzione media durante il corso del test CO₂ al 2% in volume dalle misure di soil gas
- Sviluppo di 5 m³ di CO₂ per degradazione biologica (CH_x + O₂ > CO₂ + H₂O)
- Degradazione di 3 kg di carbonio/hr
- Flusso di scambio terreno aria 2 dm³/hr per m²

Test pilota in situ: bilancio di massa

Bilancio di massa (%)



Bilancio di massa (kg)



Test pilota in situ: conclusioni

- Le condizioni di **pressione di iniezione applicata** e di interdistanza delle sonde di iniezione, hanno consentito una **buona distribuzione di MPCD** Disgreco
- L'azione **surfattante** dell'MPCD Disgreco ha agito positivamente sia in fase di laboratorio, sia in fase di campo, separando l'OCD dal terreno
- La **crescita batterica** indotta dall'azione disgregante sulle catene idrocarburiche, si manifesta in modo simile sia nel test di campo, sia nel test di laboratorio
- Si assiste ad una **buona produzione di CO₂**, nei tempi previsti dal test di laboratorio, con variazioni dipendenti dallo scambio atmosferico
- L'**ossigeno**, dopo una prima riduzione a seguito dell'innesco delle reazioni biologiche, si mantiene su **valori** pressoché **atmosferici**
- Si assiste ad una modifica nel mix idrocarburico a vantaggio di **catene alifatiche più corte**
- **Non si produce mai CH₄**
- I composti più volatili sono in tracce e **non si producono mai composti volatili aromatici**



- Valori residui al collaudo sono compresi tra 214 e 8570 mg/kg.
- Valore medio **2800 mg/kg**
- A questo valore corrisponde ad una **efficienza di rimozione del 90%** rispetto a T0 (29000 mg/kg).
- Escludendo SC04 (materiali rimescolati), il valore max è 4400 mg/kg, la media è 2000 mg/kg e la riduzione è del **93%**.
- Il meccanismo principale sembra essere prodotto dalla biodegradazione aerobica degli idrocarburi presenti nel sottosuolo, che si mostra prevalente rispetto al pump & treat
- Anche la parte estratta per via cinetica con il sistema di estrazione costituisce comunque quasi il 50% del volume estratto

- **Le concentrazioni di C>12 rilevate nei terreni a conclusione del test con MPCD Disgreco sono al di sotto della concentrazione di saturazione**
- I piezometri di collaudo hanno mostrato spessori dal mm al non rilevabile di OCD in fase separata in galleggiamento
- Le acque estratte non mostrano OCD in sospensione
- **Le condizioni di collaudo sono rispettate al 100%**



Test pilota in situ: raccomandazioni

- Le performance della tecnologia appaiono strettamente legate allo sviluppo dei batteri autoctoni del terreno: il controllo della **distribuzione dell'ossigeno** è un elemento fondamentale, eventualmente da migliorare con sistema accoppiato di bioventing, nelle aree pavimentate
- L'estrema eterogeneità del riporto potrebbe incidere sui **raggi di influenza di iniezione**, che possono essere ricalibrati con test in bianco in diversi punti dell'area di intervento, eventualmente anche prevedendo uno schema di jetting a rotazione
- I **sistemi di recupero OCD** potranno essere sviluppati con pozzi a largo diametro o con trincee drenanti, con sistemi dedicati di recupero costante (dual pump, total fluid pump, MPE per le aree pavimentate)
- Il dettaglio dei sistemi sarà integrato nelle fasi di **progettazione esecutiva** del progetto di intervento



CESI 1956 years 2016

www.cesi.it

Testing • Consulting • Engineering • Environment

Grazie per l'attenzione



Milan • Berlin • Mannheim • Dubai • Abu Dhabi • Rio de Janeiro • Washington DC

Test pilota di enhanced biotreatment – Centrale Eneel Piombino

Roma