



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

**Corso di Laurea**  
**SCIENZE AMBIENTALI E PROTEZIONE CIVILE**

**TITOLO TESI (Italiano)**

*Valutazione della tecnica di bioventing in un suolo contaminato da benzina-etanolo.*

**TITOLO TESI (Inglese)**

*Evaluation of bioventing on a gasoline–ethanol contaminated undisturbed residual soil*

Tesi di laurea di: *Marco Borsini*

Docente referente: *Francesca Beolchini*

**Sessione Luglio 2024**

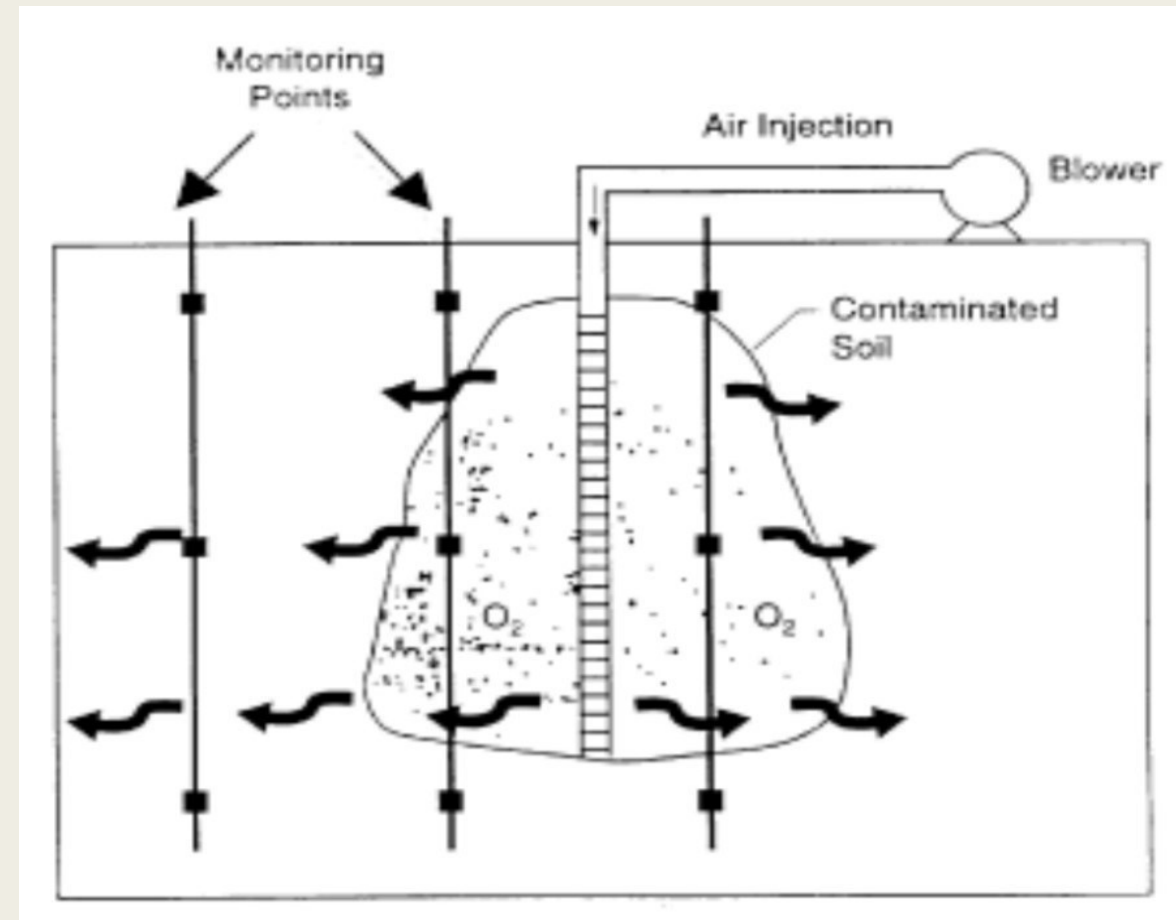
**Anno Accademico 2023/2024**

# BIOVENTING

E' UN TRATTAMENTO BIOLOGICO DEI SUOLI INQUINATI BASATO SULLA DEGRADAZIONE DEI CONTAMINANTI DA PARTE DEI MICROORGANISMI, CHE LI USANO COME SUBSTRATO E SORGENTE DI ENERGIA.

IL PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO PREVEDE CHE VENGA INIETTATA ARIA SUL SUOLO CONTAMINATO, PER RAGGIUNGERE CONCENTRAZIONI DI OSSIGENO ADEGUATE A PERMETTERE CHE LA BIODEGRADAZIONE PROCEDA IN MODO EFFICACE.

E' UNA TECNOLOGIA USATA PER LA BONIFICA DI SITI CONTAMINATI DA INQUINANTI BIODEGRADABILI IN CONDIZIONI AEROBICHE. IN PARTICOLARE PER IL TRATTAMENTO DI PETROLIO E DERIVATI.



Schema di funzionamento del Bioventing.

# inquinante: BENZINA-ETANOLO

LA BENZINA, PRODOTTO DELLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO GREZZO, E' UNA MISCELA DI IDROCARBURI LEGGERI (ALCANI, CICLOALCANI E AROMATICI).

PER MIGLIORARE LE PRESTAZIONI DEL CARBURANTE E PER RIDURRE LE EMISSIONI INQUINANTI, NELLA BENZINA VENGONO AGGIUNTI VARI ADDITIVI TRA CUI L'ETANOLO, NOTO ANCHE COME ALCOL ETILICO, COMPOSTO CHIMICO CON FORMULA  $C_2H_5OH$ .

QUANDO SI VERIFICANO SVERSAMENTI L'ETANOLO RAGGIUNGE LE FALDE ACQUIFERE DEL SOTTOSUOLO MOLTO PIU' RAPIDAMENTE DEI COMPONENTI DELLA BENZINA VENENDO UTILIZZATO IN MODO PREPONDERANTE, E PORTANDO, PRESUMIBILMENTE, A UN RITARDO NELLA DEGRADAZIONE DEI COMPOSTI DELLA BENZINA, COME IL BENZENE, TOLUENE, ETILBENZENE E XILENI (BTEX).

# EVALUATION OF BIOVENTING ON A GASOLINE-ETHANOL CONTAMINATED UNDISTURBED RESIDUAL SOIL

QUESTO ARTICOLO DESCRIVE UNO STUDIO CONDOTTO, IN BRASILE, SU UN TERRENO RESIDUO, INDISTURBATO DI RIO DE JANEIRO. GLI SCOPI PRINCIPALI DELLO STUDIO ERANO:

- ❑ DETERMINARE L'INFLUENZA DEL BIOVENTING SULLA BIODEGRADAZIONE DELLA BENZINA E DELLA MISCELA BENZINA-ETANOLO NEL SUOLO INSATURO;
- ❑ VALUTARE I CAMBIAMENTI NEL MICROBIOTA COME INDICATORE DELLA TOSSICITÀ DEL SUOLO;
- ❑ VALUTARE L'EFFETTO DELL'ETANOLO SULLA DEGRADAZIONE DEI COMPONENTI DELLA BENZINA ;
- ❑ DETERMINARE SE LA GPR (GROUND PENETRATING RADAR O GEORADAR) E LA CONTA BATTERICA COLTIVABILE POSSONO ESSERE STRUMENTI UTILI PER MONITORARE LA DISTRIBUZIONE E LA DEGRADAZIONE DEI PHC (PETROLEUM HYDROCARBONS) NEL SUOLO RESIDUO INSATURO.

# FASI DELLO STUDIO

- ❑ **FASE 1**: RACCOLTA DI 6 BLOCCHI DI TERRENO CUBICI ( 30 cm DI LATO).
- ❑ **FASE 2**: CONTAMINAZIONE CON 10L DI CONTAMINANTE (BENZINA NORMALE PER I BLOCCHI 3 E 5, BENZINA MODIFICATA CON ETANOLO AL 22% (v/v) PER I BLOCCHI 4 E 6).
- ❑ **FASE 3**: BIOVENTILAZIONE, FLUSSO D'ARIA COSTANTE DI 2 psi INIETTATO NEL NUCLEO DEI BLOCCHI 2, 5 E 6, PER FORNIRE UN'OSSIGENAZIONE COSTANTE NEL TERRENO.

# FASI DELLO STUDIO

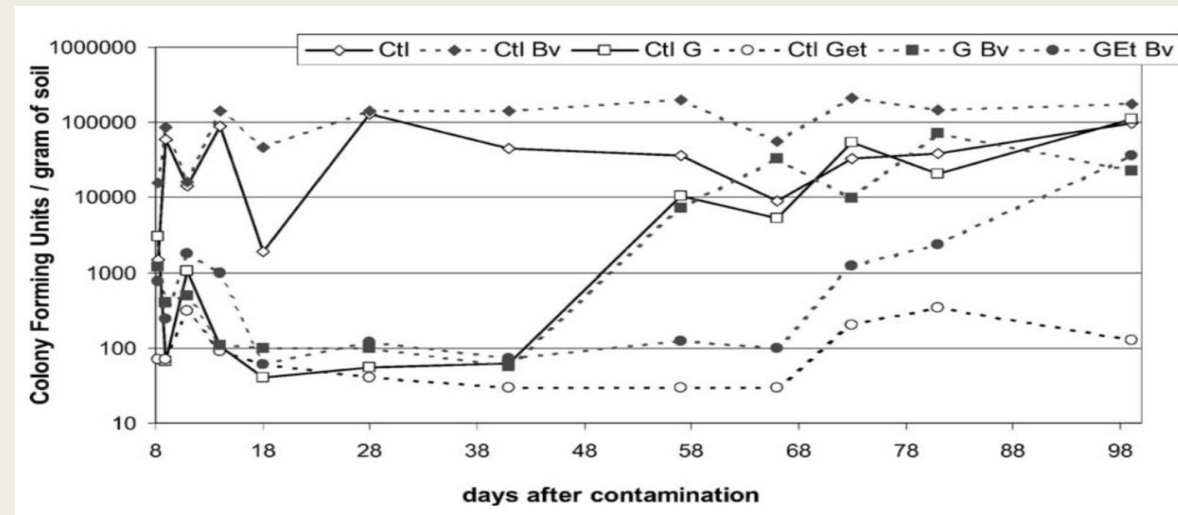
- ❑ **FASE 4**: ANALISI CON GPR (GEORADAR) PER MONITORARE IL DESTINO DEI CONTAMINANTI.
- ❑ **FASE 5**: MONITORAGGIO POPOLAZIONI BATTERICHE ETROTROFE COLTIVABILI (conta microbica in agar triptosio di soia 1:10, mediante piastra di colata).
- ❑ **FASE 6**: MONITORAGGIO CHIMICO DEI CONTAMINANTI, UTILIZZANDO UN CROMATOGRAFO DOTATO DI UN RILEVATORE A IONIZZAZIONE DI FIAMMA.

# RISULTATI

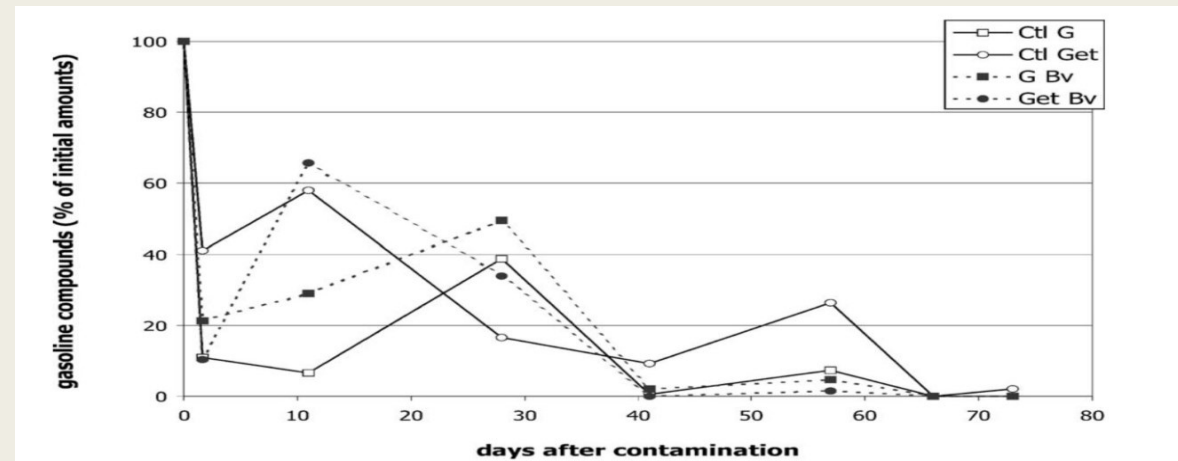
**MISURE GPR:** DOPO LA CONTAMINAZIONE, NON SONO STATI OSSERVATI CAMBIAMENTI PERCETTIBILI, NELLE PROPRIETA' ELETTRICHE, TRA TERRENI CONTAMINATI E QUELLI NON. TUTTAVIA, NEI TERRENI CONTENENTI BENZINA-ETANOLO, LE VARIAZIONI ELETTRICHE SONO DIVENTATE EVIDENTI.

**CONTA MICROBICA:** DIMINUZIONE DELLE POPOLAZIONI BATTERICHE POCHE ORE DOPO LA CONTAMINAZIONE. IL BIOVENTING HA PROVOCATO UNA CRESCITA DELLE POPOLAZIONI A PARTIRE DAL 40° giorno. NEI TERRENI CON BENZINA-ETANOLO LA CRESCITA E' INIZIATA CON 30 GIORNI DI RITARDO. I SUOLI NON CONTAMINATI HANNO PRESENTATO UNA CRESCITA FIN DA SUBITO.

**ANALISI CHIMICHE:** DIMINUZIONE DEI CONTAMINANTI IN TUTTI I CAMPIONI A PARTIRE DAL 60°giorno. PER POI NON ESSERE PIU' RILEVATI DOPO 7 MESI DALLA CONTAMINAZIONE. I RISULTATI A 2 SETTIMANE DALLA CONTAMINAZIONE MOSTRANO QUANTITA' PIU' ELEVATE DI COMPONENTI DELLA BENZINA NEI SUOLI CONTAMINATI CON BENZINA-ETANOLO.



Andamento delle popolazioni batteriche eterotrofe coltivabili dopo la contaminazione.



Diminuzione delle quantità di benzina in relazione alla sua concentrazione iniziale nei suoli.

# DISCUSSIONE

LE VARIAZIONI DELLE PROPRIETÀ ELETTRICHE DEL SUOLO CONTAMINATO DA BENZINA-ETANOLO, RILEVATE CON GPR (GEORADAR), SONO PROBABILMENTE DOVUTE ALLA DIFFERENZA TRA LA COSTANTE DIELETTRICA DELL'ETANOLO E QUELLA DELLA BENZINA.

LE VARIAZIONI DI CONDUTTIVITÀ CHE TUTTI I BLOCCHI HANNO MOSTRATO 30 E 100 GIORNI DOPO LA CONTAMINAZIONE POSSONO ESSERE IL RISULTATO DI UN AUMENTO DEL CONTENUTO DI ACQUA E/O DI UNA MAGGIORE ATTIVITÀ METABOLICA BATTERICA CON FORMAZIONE DI RESIDUI ACIDI. TUTTAVIA IL FATTORE PREDOMINANTE SEMBREREBBE ESSERE L'ACQUA IN QUANTO, NONOSTANTE LE POPOLAZIONI FOSSERO PIÙ ALTE NEL TERRENO VENTILATO, RISPETTO A QUELLO NON, I VALORI DI CONDUCIBILITÀ AUMENTAVANO IN ENTRAMBI I BLOCCHI.



# DISCUSSIONE

IL BIOVENTING SEMBRA AVERE UN EFFETTO PIU' IMPORTANTE NEI TERRENI CONTENENTI ETANOLO IN QUANTO E' IN QUESTO TIPO DI TERRENO CHE SI HA LA DIMINUZIONE PIU' IMPORTANTE (>98%) DEI CONTAMINATI.

L'ETANOLO SEMBREREBBE PORTARE A UN ESAURIMENTO DEGLI ACETTORI DI ELETTRONI IN AMBIENTI SATURI; CREANDO CONDIZIONI DI SCARSA OSSIGENAZIONE E FACENDO COSI' RITARDARE LA DEGRADAZIONE DEI BTEX. PERTANTO LA TOSSICITA' DOVUTA ALLA CONTAMINAZIONE DURA PIU' A LUNGO.

# CONCLUSIONI

- ❑ IL BIOVENTING E' UNO STRUMENTO UTILE PER RIGENERARE TERRENI CONTAMINATI DA BENZINA-ETANOLO. TUTTAVIA LO STUDIO HA MOSTRATO UN EFFETTO MINORE SU TERRENI CONTAMINATI DA BENZINA.
- ❑ IL MICROBIOTA DIMINUISCE SIGNIFICATIVAMENTE CON LA CONTAMINAZIONE E IL RECUPERO, NEI TERRENI CON MISCELA BENZINA-ETANOLO, AVVIENE PIU' LENTAMENTE.
- ❑ DEGRADAZIONE PREFERENZIALE, DA PARTE DEI MICRORGANISMI, DELL'ETANOLO RISPETTO AI COMPOSTI DELLA BENZINA (BTEX).
- ❑ LA GPR (GROUND PENETRATING RADAR O GEORADAR), NELLE CONDIZIONI DI QUESTO STUDIO, IN COMBINAZIONE CON ALTRE TECNICHE DI VALUTAZIONE PUO' ESSERE DI GRANDE VALORE. SONO COMUNQUE NECESSARI ULTERIORI STUDI CON IL GPR PER COMPRENDERE I CAMBIAMENTI NEI SEGNALI RADAR DOPO LA CONTAMINAZIONE.