

D.P.R. 120/2017 Gestione delle Tesse e Rocce da Scavo

con il contributo di





Roma, 6 marzo 2019

Sala "Convegni"

Consiglio Nazionale delle Ricerche piazzale Aldo Moro,3

con il patrocinio di











Segreteria Organizzativa Ordine dei Geologi del Lazio - info: www.geologilazio.it -- giovannisavarese@geologilazio.it

Caratterizzazione delle terre e rocce prodotte dallo scavo di gallerie

Dr. Eng. Giorgio Vilardi

giorgio.vilardi@uniroma1.it



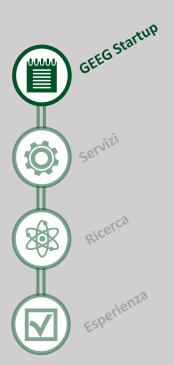
Startup di

CONVEGNO: D.P.R.120/2017 GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO









GEEG è una Startup innovativa di Sapienza Università di Roma, creata per condividere i risultati di anni di ricerca applicata con Imprese, Società di Ingegneria, Aziende Chimiche e altri gruppi di ricerca nel mondo.

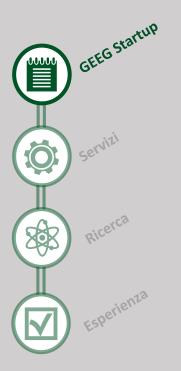
Il gruppo è formato da professori, dottorandi, ricercatori, ingegneri e tecnici di laboratorio da:

- Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica
- Dipartimento di Ingegneria Chimica Materiali e Ambiente
- Istituto di Geologia e Geoingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche

Impegnati sia nell'attività professionale sia nella ricerca presso i laboratori di **geotecnica** e **chimica**.



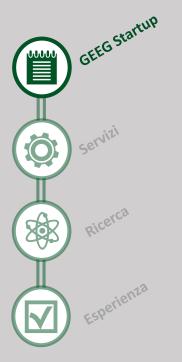






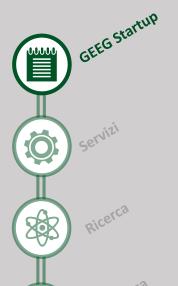


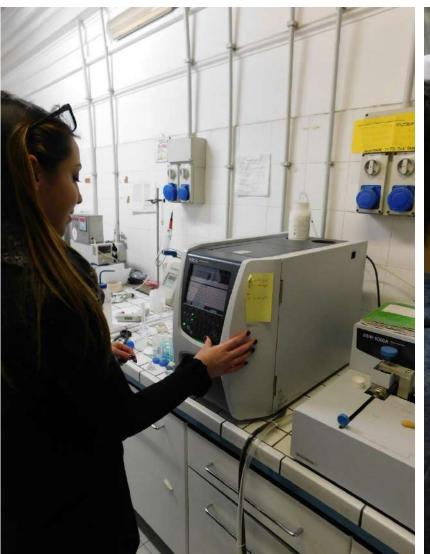




















R&D per testare e **ottimizzare le performance di prodotti chimici** in collaborazione con le aziende produttrici

analisi preliminari per la **scelta dei prodotti chimici** più adatti a specifiche applicazioni ingegneristiche, in particolare il condizionamento dei terreni con TBM-EPB, in collaborazione con imprese e società di ingegneria

gestione delle **terre e rocce da scavo**, piani di utilizzo e studi di impatto ambientale

gestione del monitoraggio in corso d'opera

sviluppo di **procedure sperimentali** innovative per la caratterizzazione dei materiali dal punto di vista sia geotecnico sia chimico





















info@geeg.it / projects@geeg.it - www.geeg.it





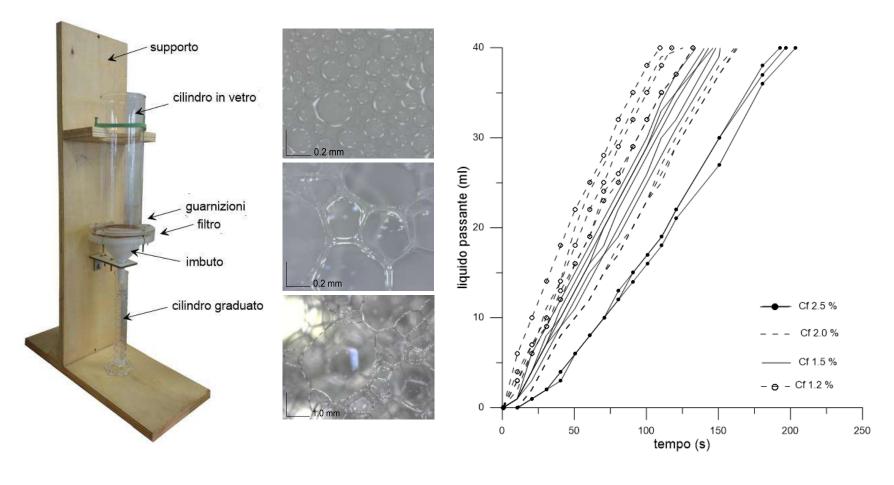




info@geeg.it / projects@geeg.it - www.geeg.it



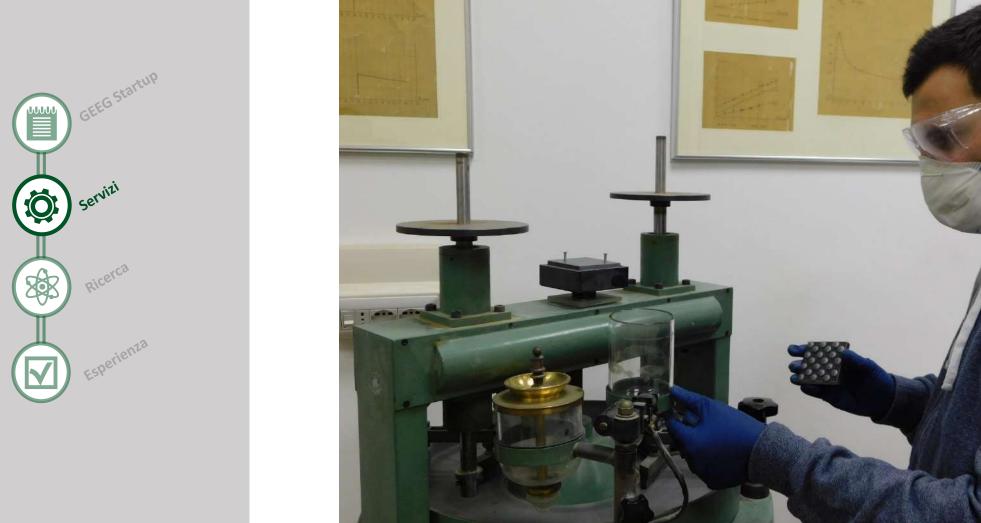










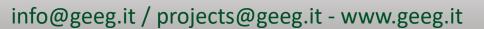


















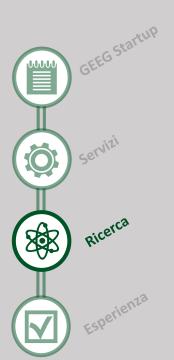


studi sperimentali sull'interazione tra prodotti chimici e suolo

sviluppo di nuove apparecchiature, **procedure di prova** e standard di laboratorio

test speditivi in sito





GEEG – Ricerca

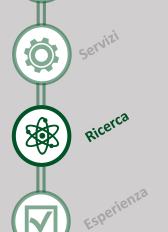
GEEG Startup



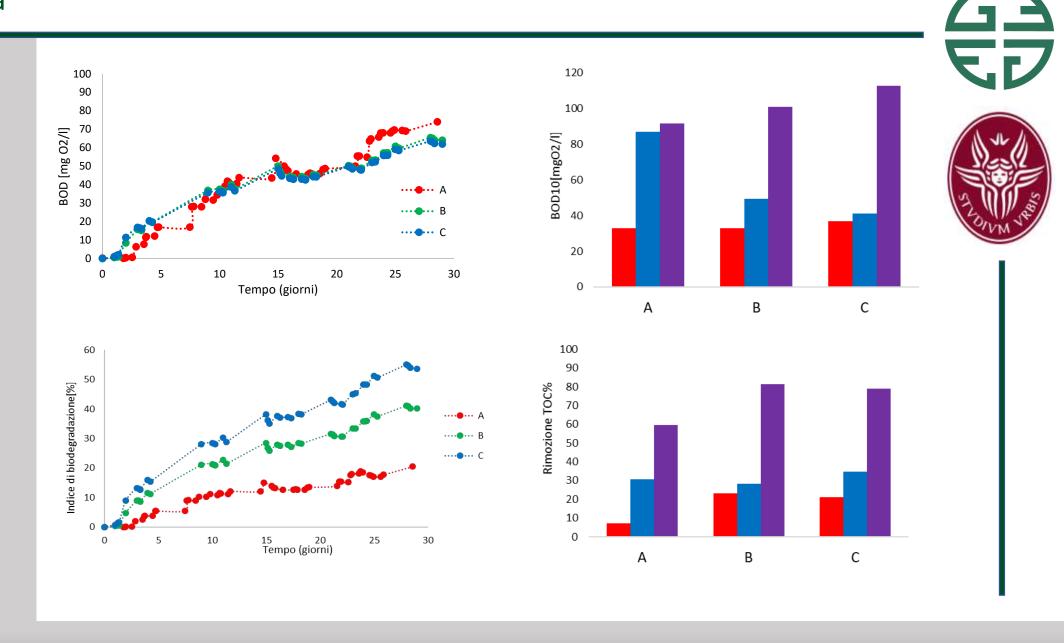








GEEG - Ricerca



info@geeg.it / projects@geeg.it - www.geeg.it







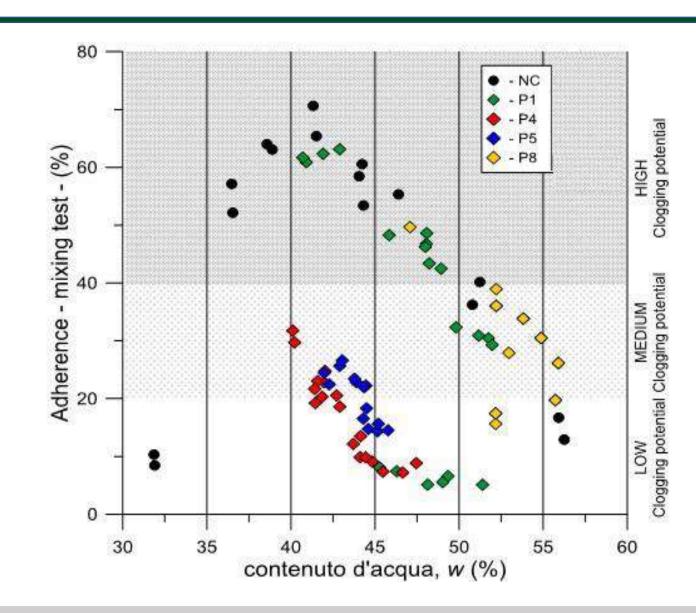










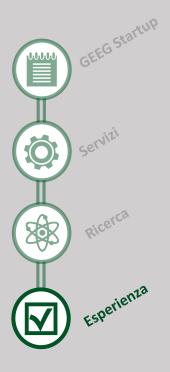






I membri di GEEG sono coinvolti in:

- Progetti di ricerca nazionali e internazionali
- Progetti di ricerca in collaborazione con aziende
- Progetti europei
- Formazione
 ERASMUS, Master di II livello in Progettazione Geotecnica, Summer school, ...
- Disseminazione
 Workshop, Congressi, Seminari, Publicazioni, ...



GEEG – Esperienza

GEEGStartup

Esperienza







info@geeg.it / projects@geeg.it - www.geeg.it

GEEG – Esperienza

GEEG Startup









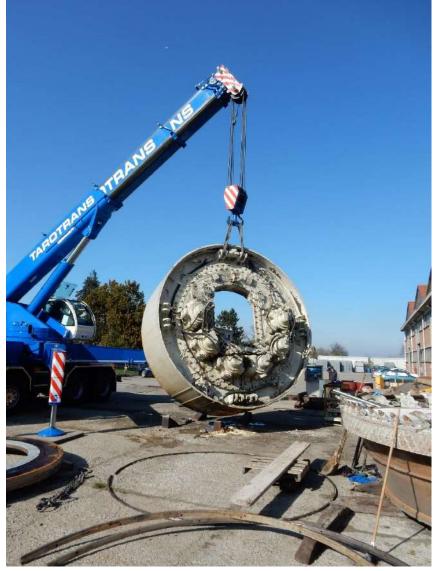
info@geeg.it / projects@geeg.it - www.geeg.it

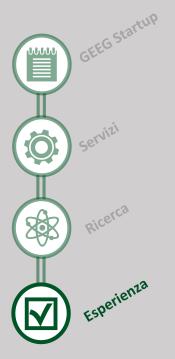
GEEG – Esperienza











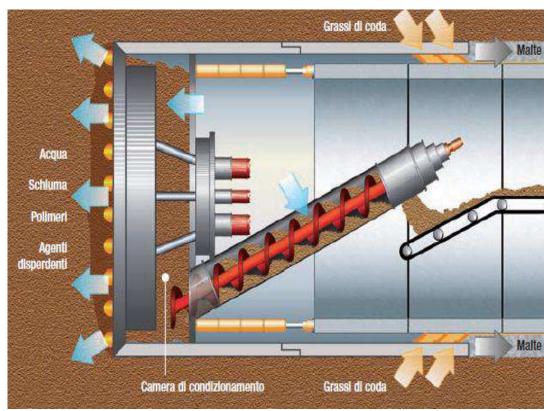
info@geeg.it / projects@geeg.it - www.geeg.it





Il condizionamento nello scavo di gallerie con TBM-EPB prevede l'utilizzo di:

- ✓ tensioattivi
- ✓ polimeri
- ✓ grassi di coda
- ✓ grasso del cuscinetto
- ✓ bentonite
- ✓ acqua







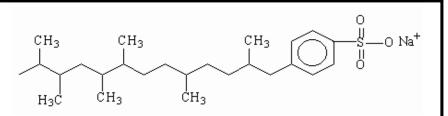


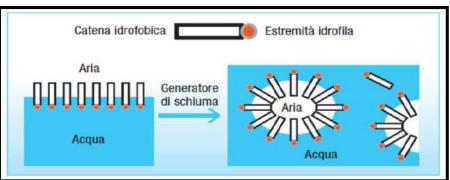
I tensioattivi

Caratteristiche chimico / fisiche

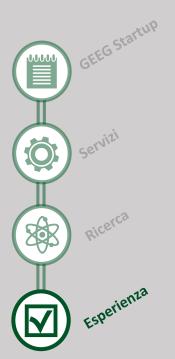
	Surfactant type	
ANIONICS	Alkylbenzene sulphonates	high
	Alcohol ether sulphates	high
	Alcohol sulphates	high
	Alkane sulphonates	high
	Isethionates	high
	Olefin sulphonates	high
	Sarcosinates	high
	Soaps	high

The second



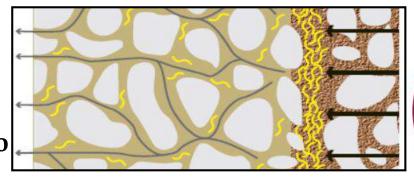






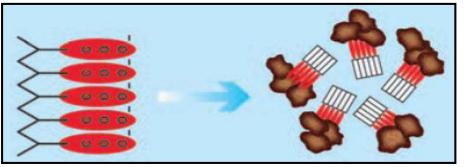
I polimeri

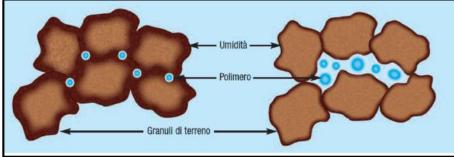
- ✓ Che agiscono sulla schiuma
- ✓ Che agiscono su terreno
- ✓ Che agiscono sul terreno condizionato

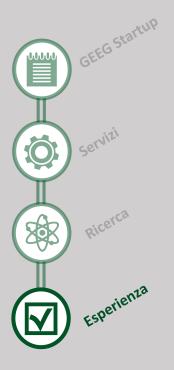












Il condizionamento, ovvero il trattamento del terreno scavato con agenti

chimici ed acqua, ha come scopi principali:

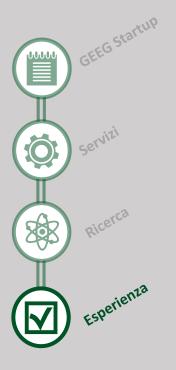


- mantenere una corretta pressione al fronte
- impermeabilizzare il fronte di scavo
- ridurre l'attrito tra il terreno e gli utensili di scavo
- ridurre lo sforzo necessario per le operazioni di scavo
- agevolare il trasporto del terreno verso l'esterno



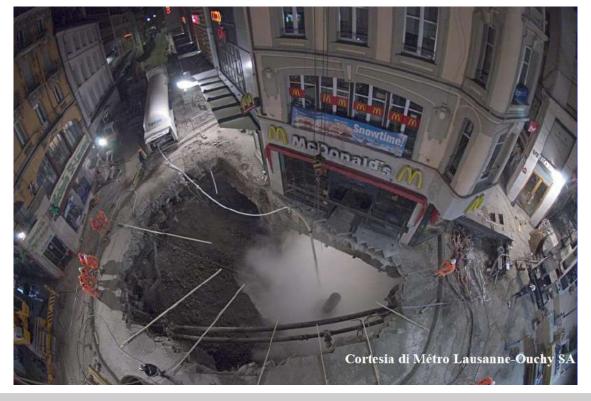




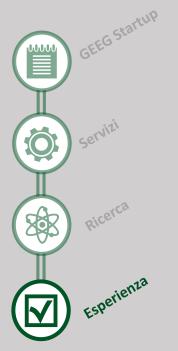


Il *condizionamento*, ovvero il trattamento del terreno scavato con agenti chimici ed acqua, ha come scopi principali:

- mantenere una corretta pressione al fronte



Losanna (Svizzera) 2001



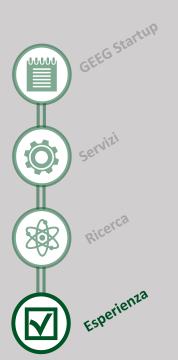
Ai fini dell'ottimizzazione del processo di scavo della galleria e del riutilizzo del terreno bisognerà analizzare: Caratteristiche geotecniche / chimico-fisiche dei terreni dati del progetto (geometrie TBM, tracciato) agenti chimici (tipologia/composizione, dosaggi) effetto della attività di scavo e interazione terreno-agenti chimici evoluzione nel tempo delle caratteristiche

fisico/meccaniche e chimiche

del terreno scavato



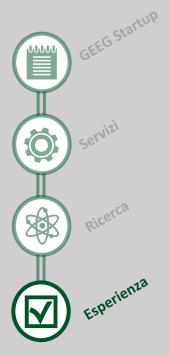




Le valutazioni preliminari dei dosaggi indicati sono generalmente basate su:

- indicazioni di letteratura
- suggerimenti dei fornitori dei prodotti commerciali
- esperienze pregresse di scavi in condizioni analoghe
- attività sperimentali
- osservazioni in fase di avvio o «di apprendimento»





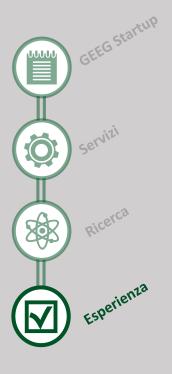
Considerazioni generali sulle valutazioni in fase preliminare:

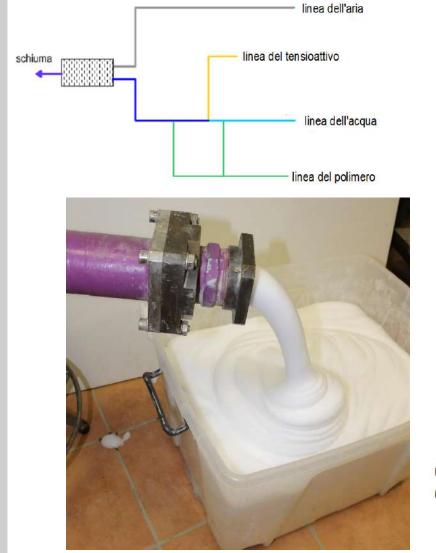
- estrema variabilità delle stime iniziali
- notevoli differenze tra le stime dei dosaggi iniziali e i dosaggi realmente utilizzati
 - incertezze
 - o differenti esperienze maturate
 - o considerazioni di carattere commerciale

Fare tentativi in corso d'opera comporta notevoli oneri







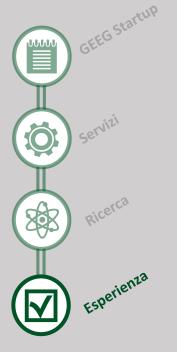










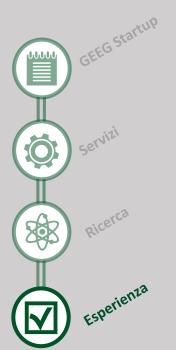












- Schede tecniche e di sicurezza
- Viscosità
- Densità
- pH



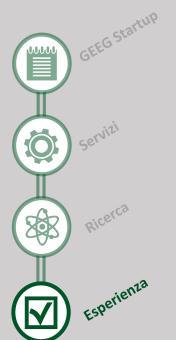








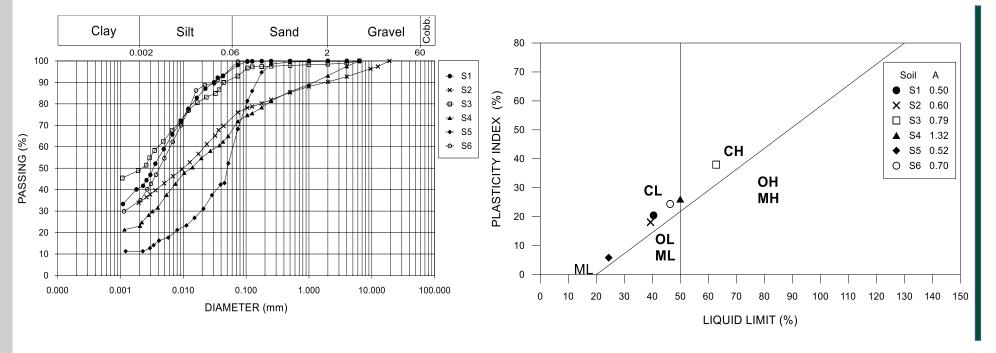




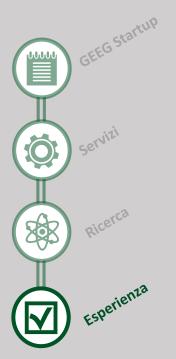
La granulometria e la plasticità:

- condizionano la scelta dei prodotti e dei dosaggi
- determinano la tipologia di prove da eseguire









TUTTI I TERRENI

verificare che la miscela terreno-condizionante abbia una consistenza fluido-plastica adeguata a creare il gradiente di pressione necessario in camera di scavo



GRANA FINE

valutazione del rischio clogging tramite la misura dell'adesività e della resistenza che la miscela oppone alla rotazione della testa della TBM

GRANA GROSSA

misura dell'abrasione sugli utensili di scavo e verifica della tenuta idraulica del terreno in camera di scavo



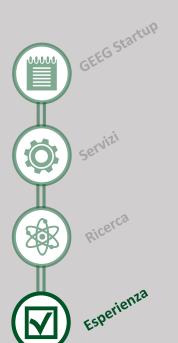


GRANA GROSSA GRANA FINE Mixing test Pull-out test Abrasione adesività 7 Permeazione Vane test resistenza non drenata

Linee guida EFNARC 2005 – Letteratura – sono pochi gli standard condivisi

TUTTI I TERRENI





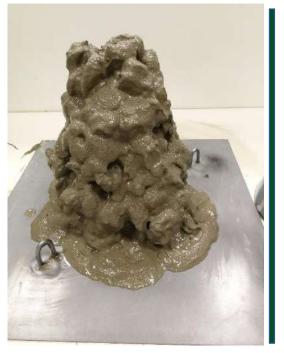
Slump

Misura dell'abbassamento del cono di Abrams Limitazioni sulla pezzatura Valori accettabili: 10 – 20 cm Valori decrescenti con le dimensioni dei grani









GEEG Startup GEEG Startup Servizi Ricerca Esperienza

Prova di miscelazione (mixing test)

$$\lambda = rac{G_{MT}}{G_{TOT}}$$

 λ adesività $G_{MT} \quad peso \quad del \quad terreno \quad attaccato \\ all'utensile \\ G_{TOT} \quad peso \quad totale \quad del \quad terreno \\ miscelato$







GEEG Startup GEEG Startup Servizi Ricerca

Abrasione

Misura dell'abrasione su diversi utensili con sabbia standard Misura dell'abrasione su un dato utensile prodotta da diversi terreni









GEEG Startup GEEG Startup Servizi Ricerca Esperienza

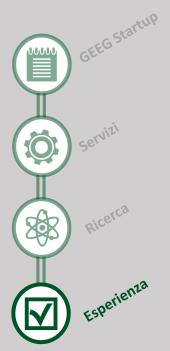
Permeazione

Misura del carico idraulico limite che la miscela può sostenere

- valutare le performance di prodotti per la ritenzione dell'acqua
- valutare la tenuta del cake di bentonite (iniettata al fronte nei casi in cui risulti necessario svuotare la camera scavo)







Definizione della composizione chimica dei prodotti



Studio/ricerca bibliografica delle caratteristiche dei composti

- Caratteristiche chimiche
- Ecotossicità
- Biodegradazione

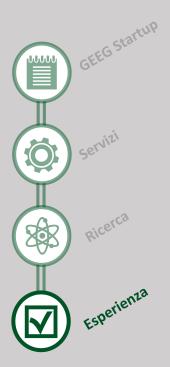


Attività di laboratorio:

- Caratteristiche chimico / fisiche
- Prove di biodegradazione







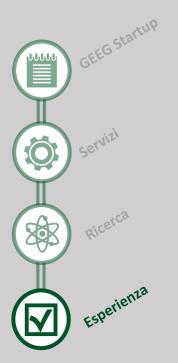
1) agenti schiumogeni (costituiti da additivi e tensioattivi)

Hanno come scopo la generazione della schiuma, sono composti organici comuni a detersivi, prodotti cosmetici, bagnoschiuma etc etc utilizzati in soluzioni acquose relativamente più concentrate.

2) «polimeri» (aggiunte secondarie)

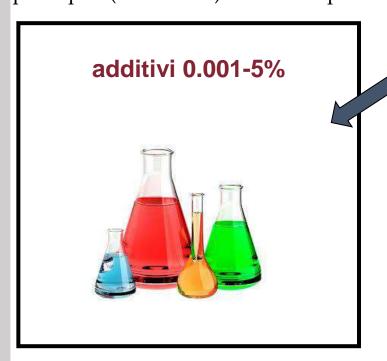
Sono utilizzati per modificare o per migliorare le caratteristiche della schiuma o le caratteristiche del terreno condizionato, vengono iniettati al fronte, in camera di scavo o nella coclea a seconda dell'utilizzo. Quasi in tutti gli agenti schiumogeni sono comunque presenti additivi direttamente premiscelati nel prodotto.





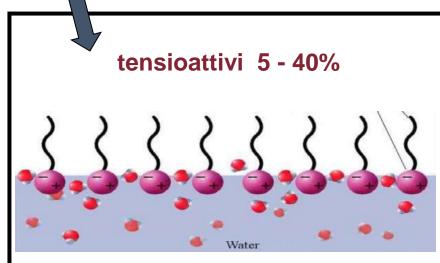
Agenti schiumogeni

Gli agenti condizionanti sono costituiti da soluzioni acquose di uno o più componenti principali (surfattanti) e di uno o più componenti minoritari (additivi).



Composizione tipica di un agente schiumogeno

Acqua



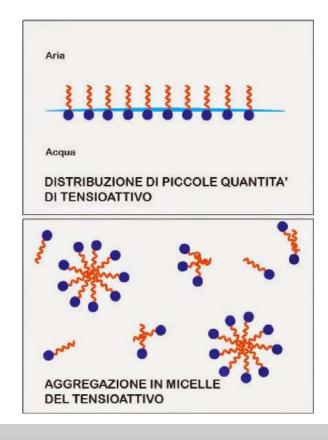


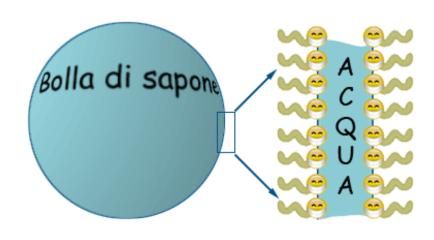


a) i tensioattivi

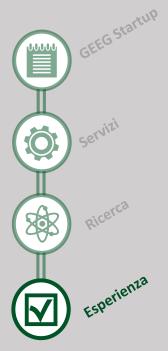
Sono delle molecole costituite da una parte polare e una apolare. Nei prodotti impiegati nello scavo meccanizzato sono presenti tensioattivi anionici e non ionici.











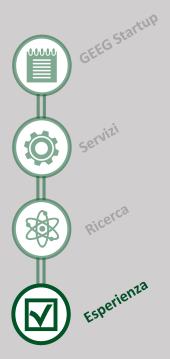
a) i tensioattivi

Nei prodotti commerciali più comunemente utilizzati troviamo:

n. CAS	n. CE	min (%)	max(%)	Presenza
68891-38-3	500-234-8	10	50	1-8
25155-30-0		1	5	7
68585-34-2		3	20	9-14
68585-47-7	271-557-7	3	10	9-12
9004-82-4	618-398-5	10	30	15-16
	68891-38-3 25155-30-0 68585-34-2 68585-47-7	68891-38-3 500-234-8 25155-30-0 68585-34-2 68585-47-7 271-557-7	68891-38-3 500-234-8 10 25155-30-0 1 68585-34-2 3 68585-47-7 271-557-7 3	68891-38-3 500-234-8 10 50 25155-30-0 1 5 68585-34-2 3 20 68585-47-7 271-557-7 3 10







b) gli additivi

Vengono definiti additivi un insieme estremamente variegato (per caratteristiche, funzioni e dosaggi) di composti che vengono aggiunti ai prodotti commerciali.



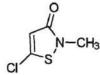
Tra gli additivi più utilizzati compaiono:

- builders
- agenti stabilizzanti
- anti-redeposition agents
- agenti viscosizzanti
- agenti solubilizzanti
- conservanti
- agenti antigelo



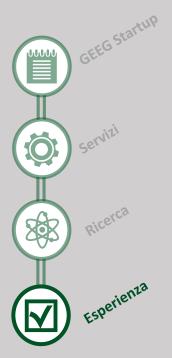
Benzisothiazolin-3-one

2-Methyl-isothiazolin-3-one



5-Chloro-2-methyl-isothiazolin-3-one





Definizione della composizione chimica dei prodotti



Studio/ricerca bibliografica delle caratteristiche dei composti

- Caratteristiche chimiche
- Ecotossicità
- Biodegradazione

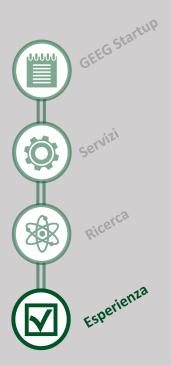


Attività di laboratorio:

- Caratteristiche chimico / fisiche
- Prove di biodegradazione



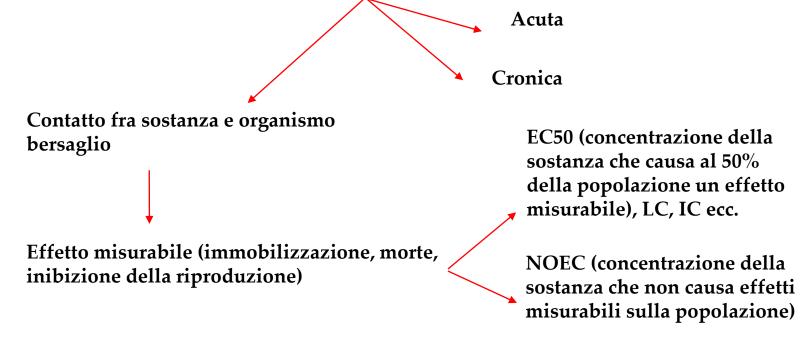




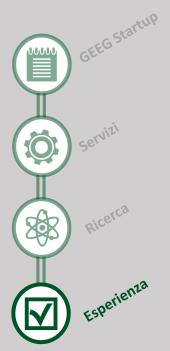
Eco-tossicologia:

Branca della tossicologia applicata all'ambiente. Vengono selezionati organismi da diversi comparti ambientali (terrestre, acquatico, aereo) per essere utilizzati in test di tossicità su specifiche sostanze chimiche.









Definizione della composizione chimica dei prodotti



Studio/ricerca bibliografica delle caratteristiche dei composti

- Caratteristiche chimiche
- Ecotossicità
- Biodegradazione

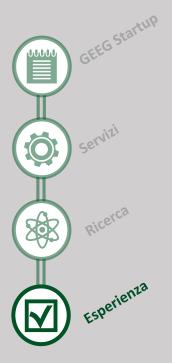


Attività di laboratorio:

- Caratteristiche chimico / fisiche
- Prove di biodegradazione





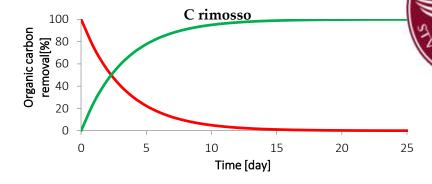


La biodegradazione:

Il processo di biodegradazione è un insieme di reazioni biochimiche a seguito delle quali i tensioattivi e gli additivi vengono degradati (ossidati) in modo parziale o totale.

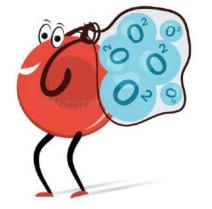
Total Organic Carbon (TOC)

Il TOC è il carbonio organico totale presente in una miscela (g/L). Ogni miscela è caratterizzata da un valore di TOC che indica una elevata o minore presenza di composti organici (come i tensioattivi).



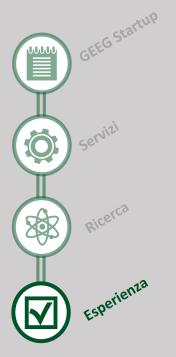
Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Il BOD rappresenta il quantitativo di ossigeno richiesto dai microorganismi per poter degradare (ossidare) i composti organici (tensioattivi e additivi) presenti negli agenti schiumogeni.









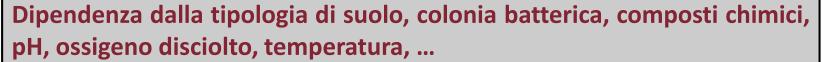
Chemical Oxygen Demand (COD)

Il COD rappresenta la quantità (richiesta) di ossigeno (g/L), fornita attraverso un reagente chimico ossidante, per degradare (ossidare) tutti i composti chimici ossidabili (anche quelli che i microorganismi non riescono a biodegradare), sia organici (tensioattivi, additivi) che inorganici (prodotti di biodegradazione e additivi) presenti.



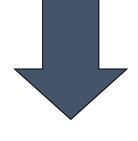






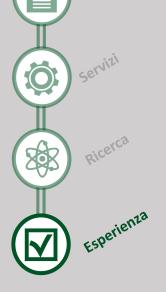
Lo studio della biodegradazione degli agenti condizionanti in suoli scavati con tecnologia EPB risulta quindi essere fortemente sitospecifico!



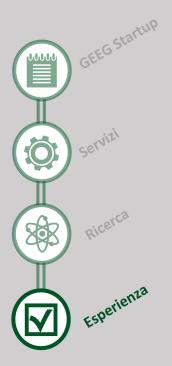


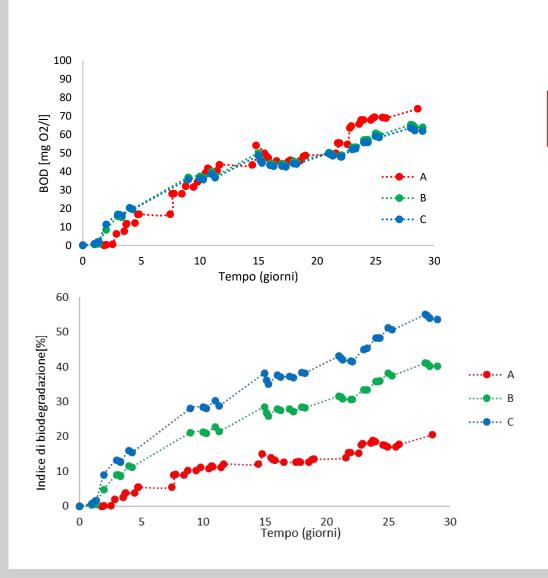
Solution	TOC [mg/l]	COD [mg/l]
Α	154300	154870
В	67100	86253
С	74780	75596









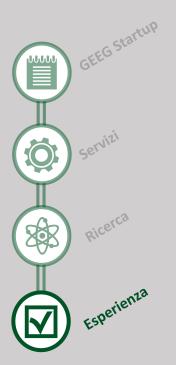


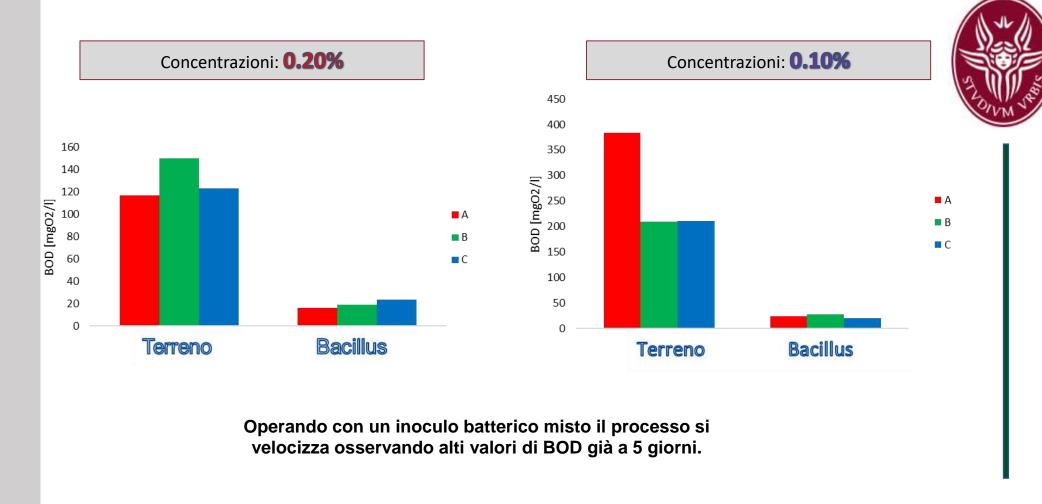
Concentrazione: 0.20% Inoculo batterico: Bacillus Clausii



Miscele	BOD ₅ [mgO ₂ /l]	BOD ₁₀ [mgO ₂ /l]	BOD ₂₈ [mgO ₂ /l]
Α	15.90	32.90	74.00
В	19.17	32.99	64.00
С	23.53	36.73	62.00

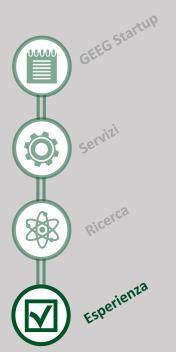






GEEG – Sperimentazioni sul condizionamento: test speditivi







- Biodegradazione accelerata con immissione di ossigeno e miscelazione intensificata
- Rapporto fra i dati ottenuti rispetto a quelli a 28 giorni
- i SALONYM YE
- Valori asintotici raggiunti in circa 9-10 giorni

- Influenza della miscelazione (fluidodinamica)
- Influenza della Temperatura
- Influenza dell'inoculo
- Influenza del tempo di contatto
- Influenza della concentrazione di ossigeno

GEEG – Sperimentazioni sul condizionamento: test speditivi

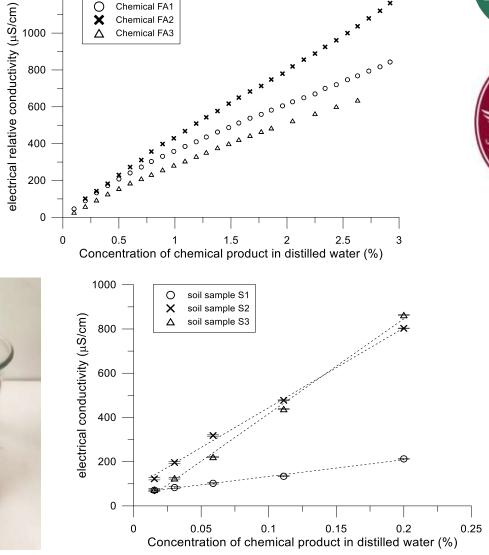












Chemical FA2 Chemical FA3

