

Tecnologie innovative ed approcci integrati nella bonifica/gestione dei sedimenti contaminati

Marco Petrangeli Papini

DIPARTIMENTO DI CHIMICA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



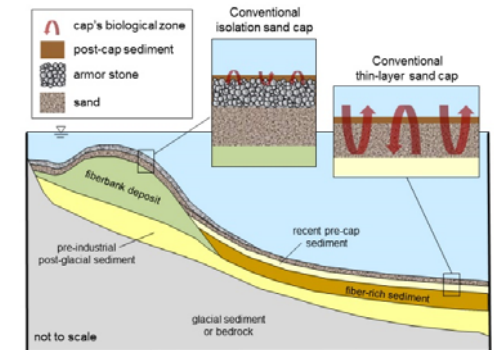
*Risanamento delle Aree Lacuali all'Interno
di Siti Contaminati:
Interventi di Ripristino Ambientale dei
Sedimenti. Tecnologie Innovative ed
Esperienze Concrete di Bonifica*

Mantova, 17 Ottobre 2018

TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Trattamenti *in situ*

Prevedono il trattamento del sedimento contaminato senza la sua preliminare rimozione



Trattamenti *ex situ*

Il sedimento viene preliminarmente rimosso dalla sua sede originaria e quindi trattato



TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Trattamenti *ex situ* ⇒ Escavazione/Dragaggio ⇒ Trattamento ⇒ Smaltimento/Riutilizzo

Dragaggio convenzionale



Ecodragaggio



TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Trattamenti *ex situ* ⇒ Escavazione/Dragaggio ⇒ **Trattamento** ⇒ Smaltimento/Riutilizzo

Tecnologie *ex situ*

Trattamenti Biologici

Bioslurry
Landfarming
Compostaggio

TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Trattamenti *ex situ* ⇒ Escavazione/Dragaggio ⇒ **Trattamento** ⇒ Smaltimento/Riutilizzo

Tecnologie *ex situ*

Trattamenti Chimico/Fisici

Ossidazione

Riduzione

Chelazione

Solidificazione/Stabilizzazione

Estrazione con Solvente

Soil washing

TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Trattamenti *ex situ* ⇒ Escavazione/Dragaggio ⇒ **Trattamento** ⇒ Smaltimento/Riutilizzo

Tecnologie *ex situ*

Trattamenti Termici

Desorbimento Termico
Distruzione Termica

- Incenerimento
- Pirolisi
- Ossidazione HP
- Vetrificazione

TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Trattamenti *ex situ* ⇒ Escavazione/Dragaggio ⇒ Trattamento ⇒ Smaltimento/Riutilizzo



TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Tecnologie *in situ* →

Monitored Natural Recovery
Enhanced Natural Recovery
Trattamenti *in situ*
Capping passivo
Capping attivo

TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Tecnologie *in situ* ⇒

Monitored Natural Recovery

- Si basa sui processi naturali di biotrasformazione per convertire i contaminanti in forme ambientalmente accettabili. Corrisponde alla MNA nella bonifica dei siti contaminati e si basa sulla possibilità di verificare, mediante monitoraggio continuo, l'efficacia dei processi naturali nella riduzione della massa o concentrazione di contaminanti. Ragionevole solo in assenza di «rischio»

TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Tecnologie *in situ* ⇒

Enhanced Natural Recovery

- In questo caso il processo naturale può essere potenzialmente accelerato mediante l'aggiunta al sedimento di materiali o additivi in grado di accelerare i processi di biotrasformazione (sostanze che rilasciano ossigeno per trasformazioni aerobiche o sorgenti di donatori di elettroni per processi riduttivi)

TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

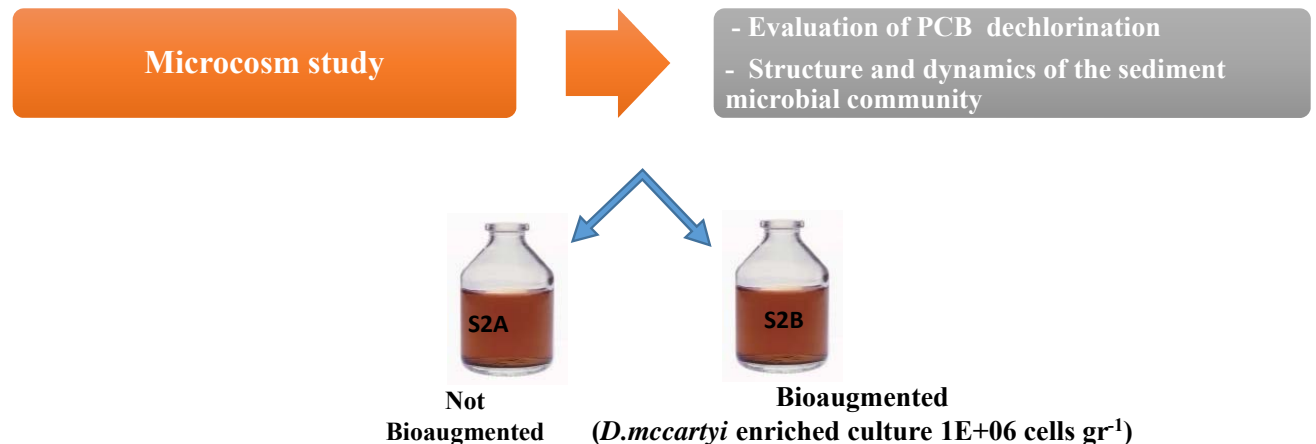


In situ reductive dechlorination of PCBs: hunting for dechlorinating bacteria in contaminated marine sediments

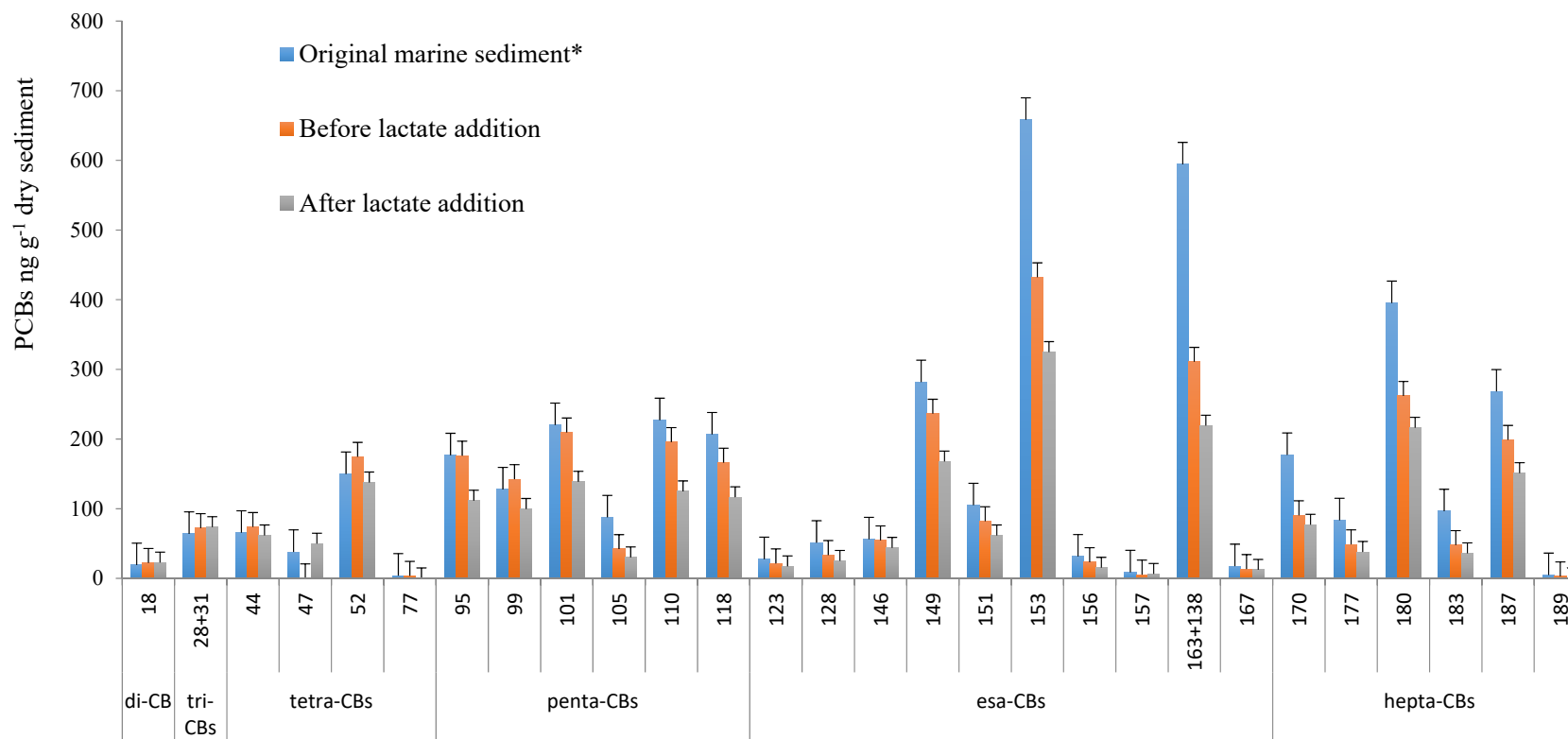
Bruna Maturro & Simona Rossetti

- ❖ Site influenced by different antropogenic pressures: urbanization, industrialization, agriculture, fishing
 - Largest Steel production plant in Europe (ILVA)
 - navy arsenal
 - Oil refinery
 - Thermoelectric plants
 - Waste incinerators
 - Cement works
- ❖ Three significant **events of PCB spill** in 1982, 1992 and 1996
- ❖ Marine sediments are chronically affected by a **long-term PCB contamination**
- ❖ In 1998, this area has been declared **Site of National Interest (SIN)**

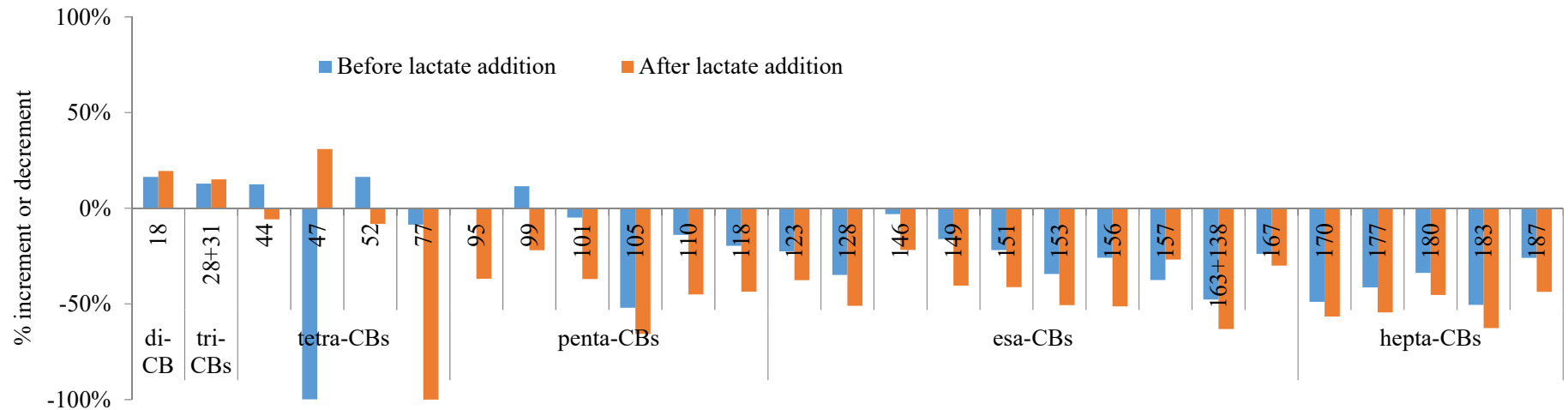
MAR PICCOLO, TARANTO



TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

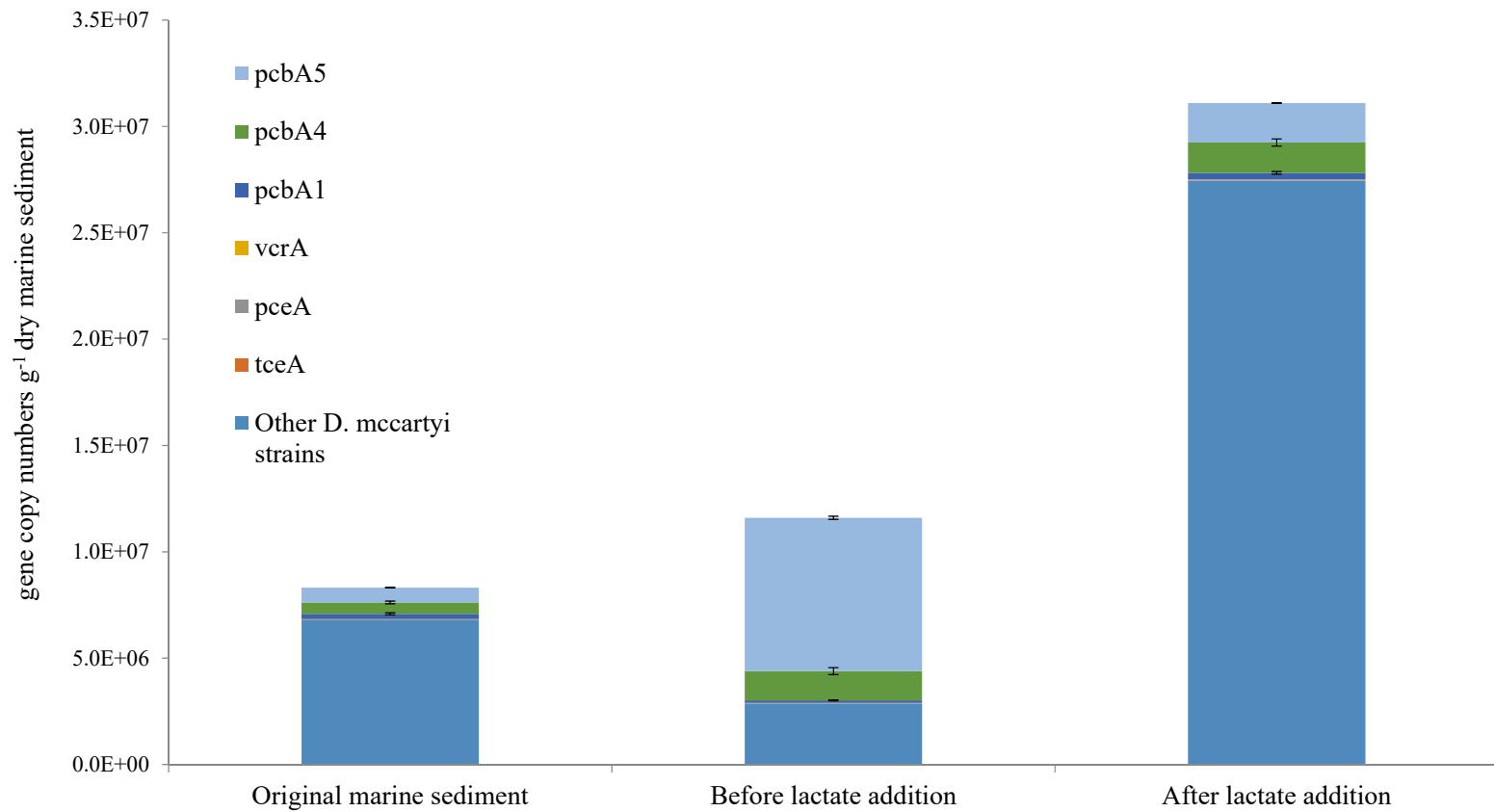


TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI



- In 70 giorni si è osservata una significativa riduzione di PCB altamente clorurati (~50% penta-CBs, hexa-CBs and hepta-CBs) e un leggero incremento del tetra-CBs (+40%) and tri-CBs (+70%)
- L'aggiunta di lattato, come donatore di elettroni, migliora ulteriormente la riduzione dei PCB alto clorurati
- Un simile comportamento è stato osservato anche in microcosmi di bioaugmentation dopo aggiunta di inoculo dechlorante esterno

TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI



TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Tecnologie *in situ* ⇒

Biologici (bioaugmentation o bio stimolazione)

Chimici (aggiunta di specifici chemicals in grado di decomporre i contaminanti in forme meno tossiche o biodisponibili)

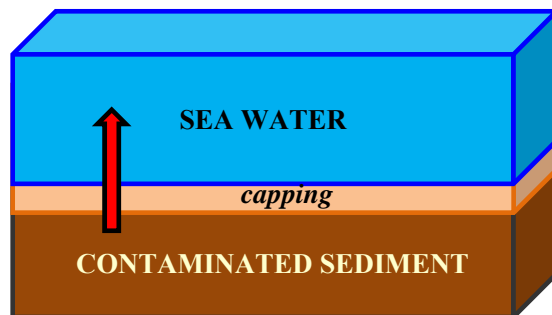
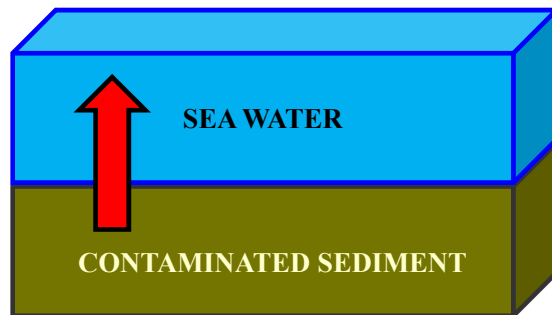
Fisici (aggiunta di adsorbenti o agenti stabilizzanti/solidificanti per ridurre la mobilità/biodisponibilità dei contaminanti)

Trattamenti In Situ

Sono basati sulla applicazione o la miscelazione di **ammendanti** nei sedimenti. La miscelazione può essere ottenuta sia passivamente, attraverso processi biologici naturali come la bioturbazione, o attivamente attraverso mezzi meccanici. Questo approccio differisce dal capping, in cui gli ammendanti vengono posizionati come uno strato distinto sopra il sedimento e i contaminanti vengono trattati mentre migrano verso l'alto attraverso la zona di trattamento

TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Tecnologie *in situ* ⇒

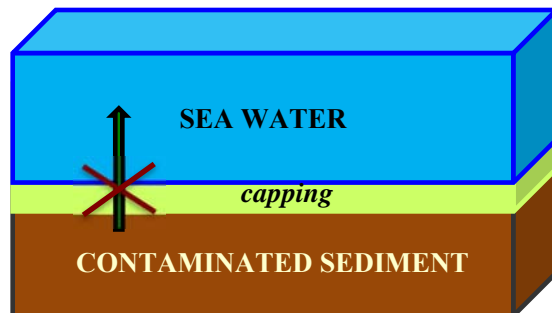
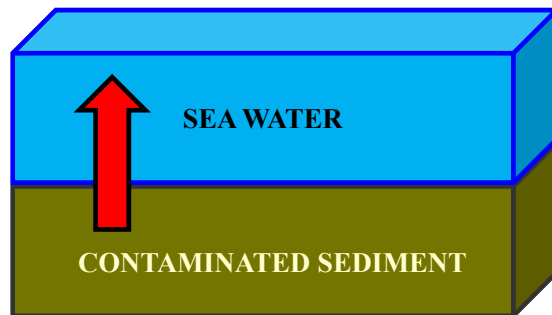


Capping Passivo e Capping Attivo

Il **capping passivo** consiste nel collocare uno strato di sedimento «pulito» su quello contaminato per creare una barriera «diffusionale» al flusso di massa dei contaminanti verso la colonna d'acqua e gli organismi

TECNOLOGIE DISPONIBILI PER IL TRATTAMENTO DI SEDIMENTI CONTAMINATI

Tecnologie *in situ* ⇒



Capping Passivo e Capping Attivo

Il capping passivo consiste nel collocare uno strato di sedimento «pulito» su quello contaminato per creare una barriera «diffusionale» al flusso di massa dei contaminanti verso la colonna d'acqua e gli organismi

Il **capping attivo** consiste nell'integrare lo strato diffusionale generalmente con carbone attivo o adsorbenti alternativi



INTEGRATED BIOTECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR COMBATING MARINE OIL SPILLS
FP7 EUROPEAN PROJECT ([HTTP://WWW.KILLSPILL.EU](http://www.killspill.eu))
33 PARTNER → 6 M€

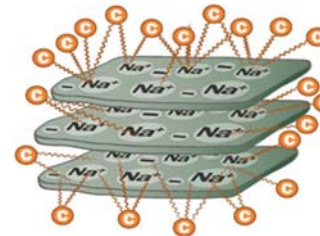
VALUTAZIONE DI ADSORBENTI PER CAPPING ATTIVO



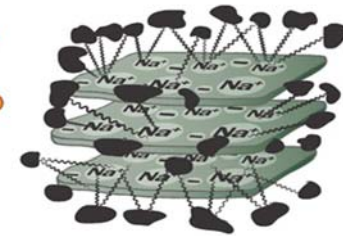
Organoclay
(commerciale)



Sodium Bentonite

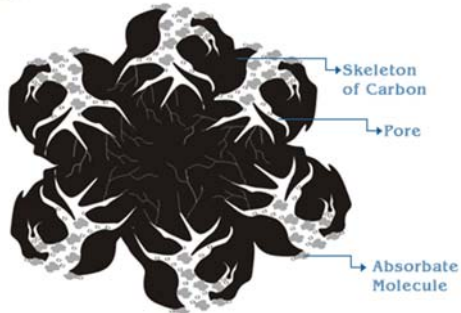


Chemically Altered Clay;
ORGANOCLAY®



ORGANOCLAY®
Saturated with Organic Matter

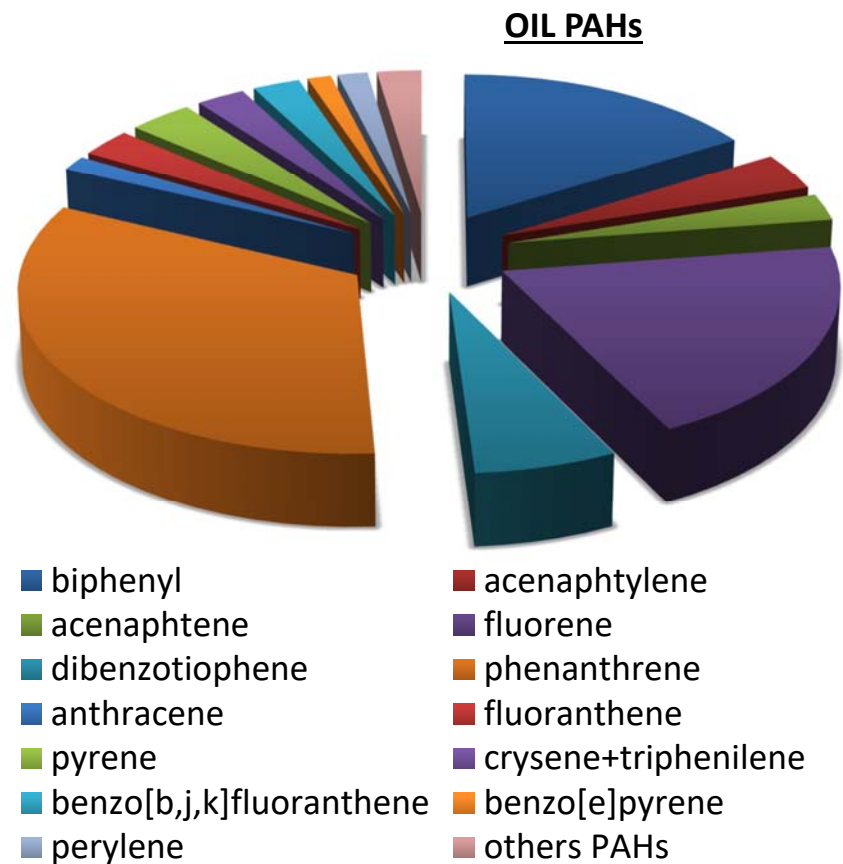
Carbone attivo
commerciale



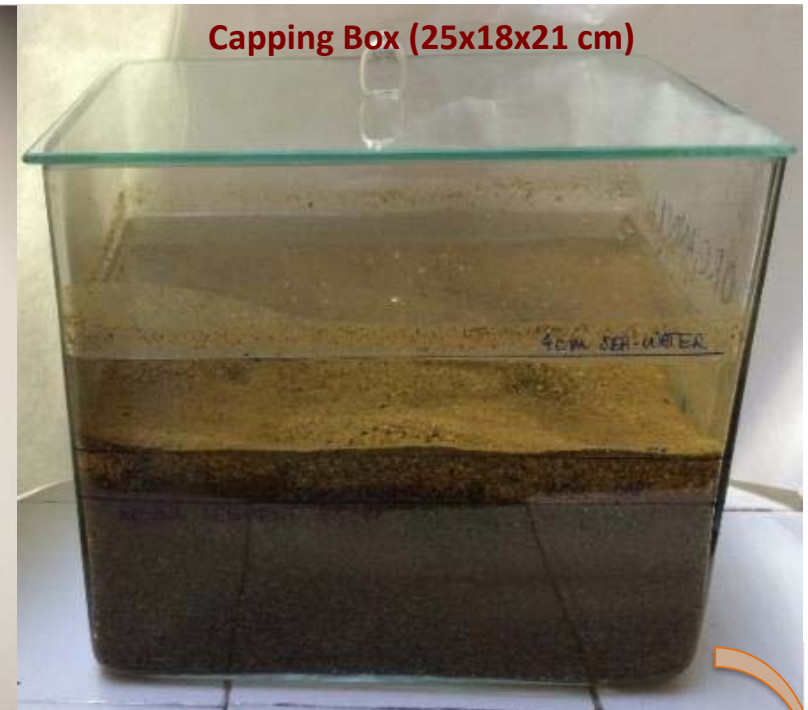
Biochar
(residuo della
gassificazione di
legno)

VALUTAZIONE DI ADSORBENTI PER CAPPING ATTIVO

Messina Sediment (0.3% TOC) 1% Kill
Spill Oil e 0,1% PAHs mixture
(naphthalene, biphenyl, phenanthrene,
anthracene, pyrene)



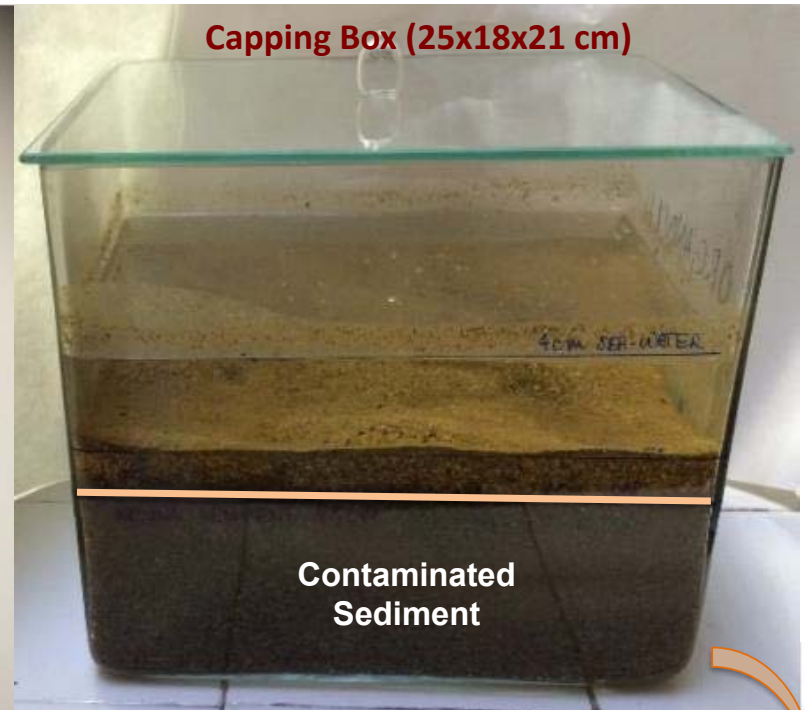
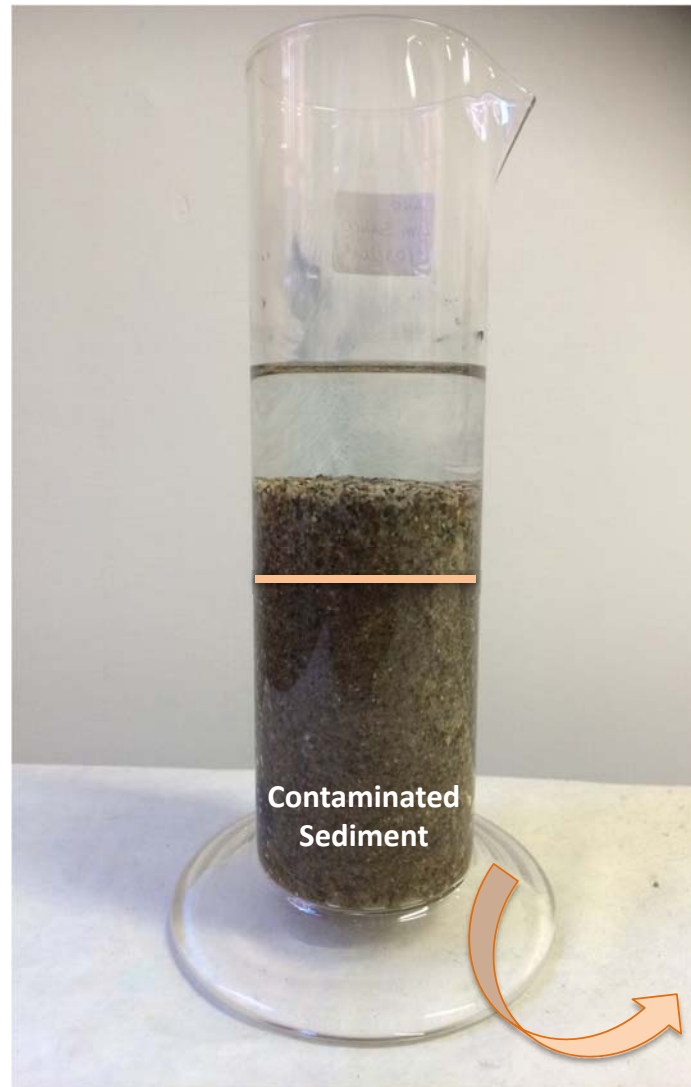
VALUTAZIONE DI ADSORBENTI PER CAPPING ATTIVO



Capping efficiency studied in
different lab configuration:

- ✓ Box models
- ✓ Cylinders

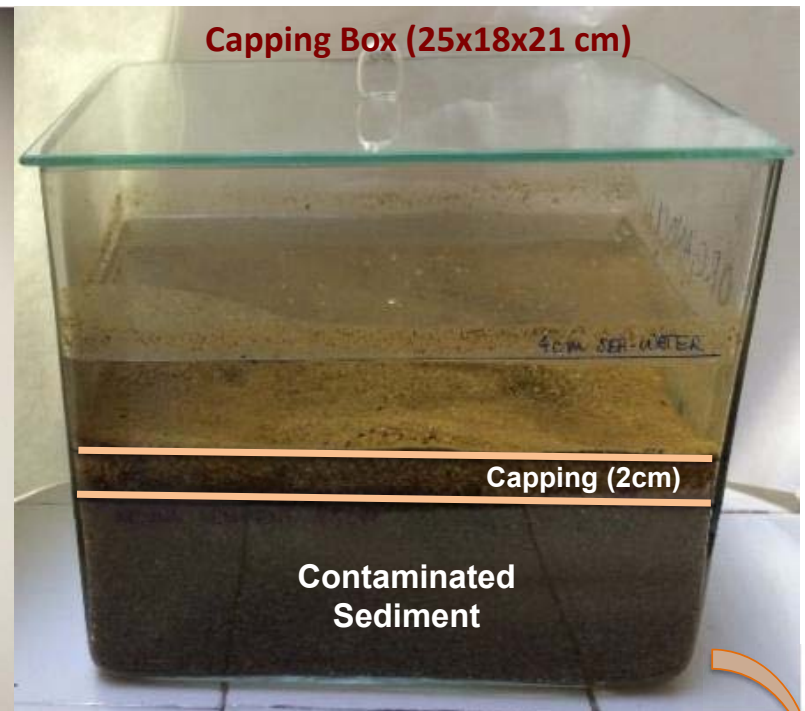
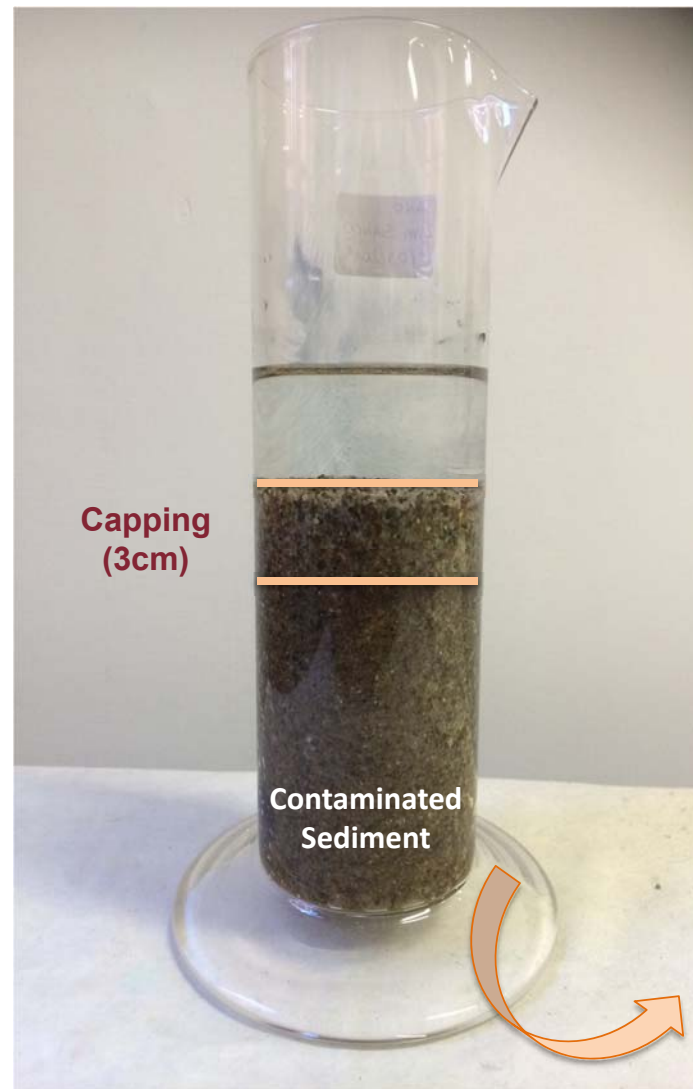
VALUTAZIONE DI ADSORBENTI PER CAPPING ATTIVO



Capping efficiency studied in
different lab configuration:

- ✓ Box models
- ✓ Cylinders

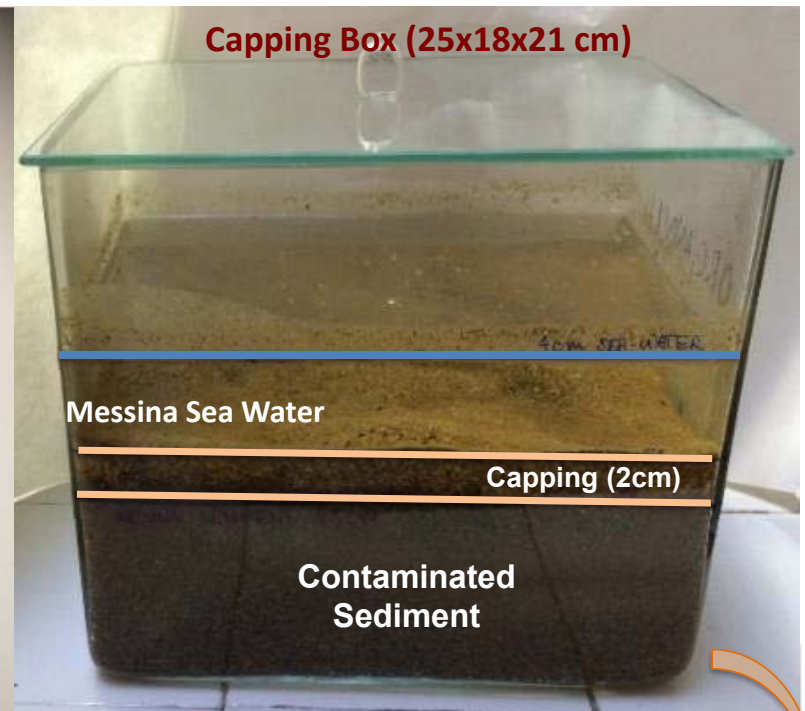
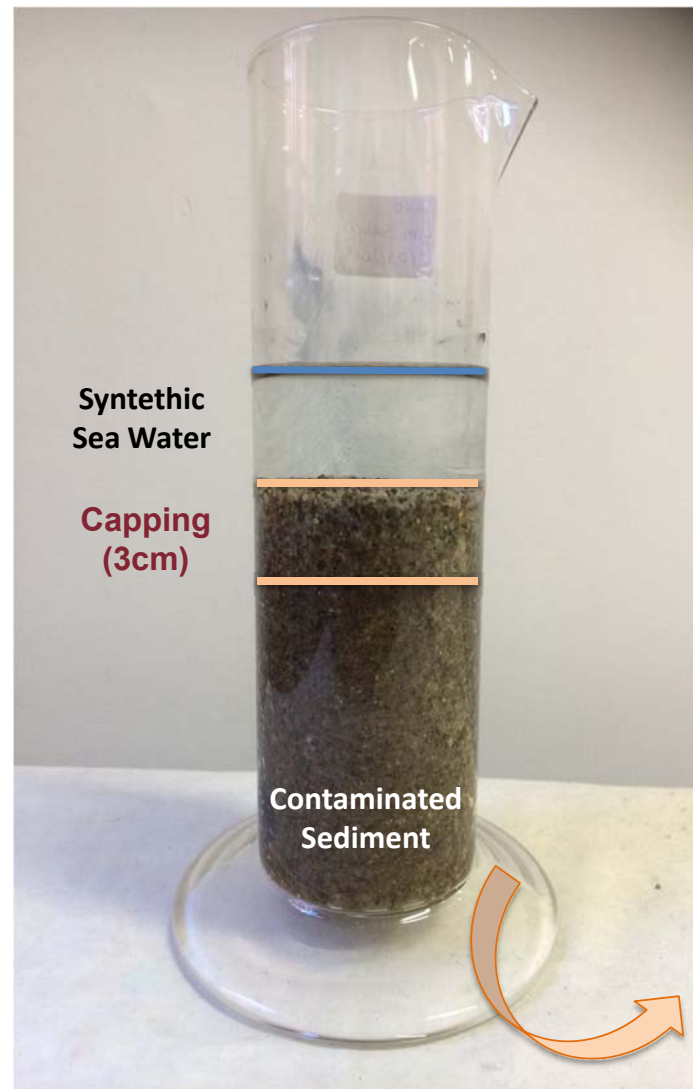
VALUTAZIONE DI ADSORBENTI PER CAPPING ATTIVO



Capping efficiency studied in
different lab configuration:

- ✓ Box models
- ✓ Cylinders

VALUTAZIONE DI ADSORBENTI PER CAPPING ATTIVO

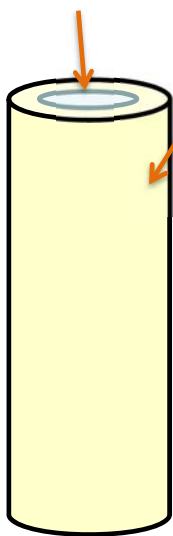


Capping efficiency studied in different lab configuration:

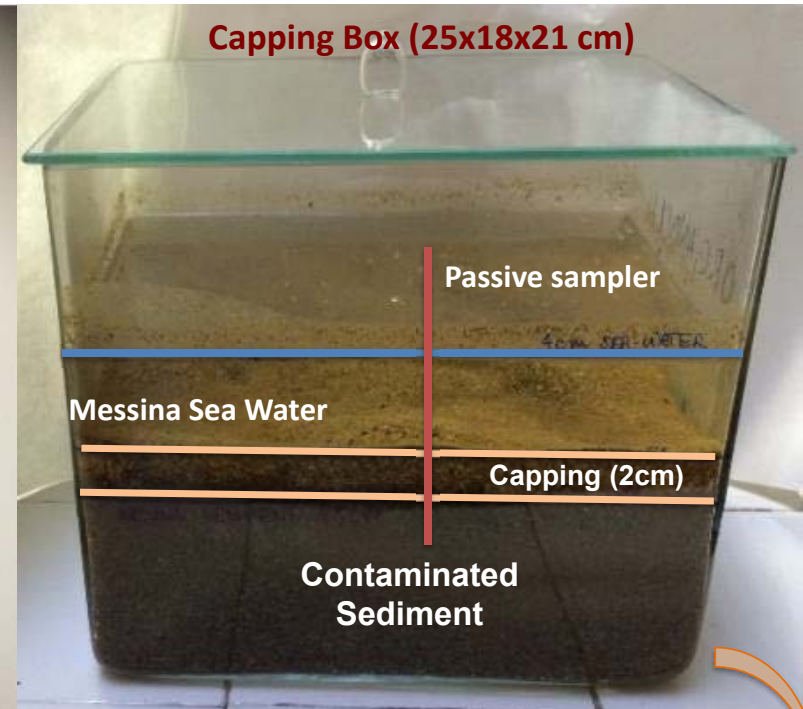
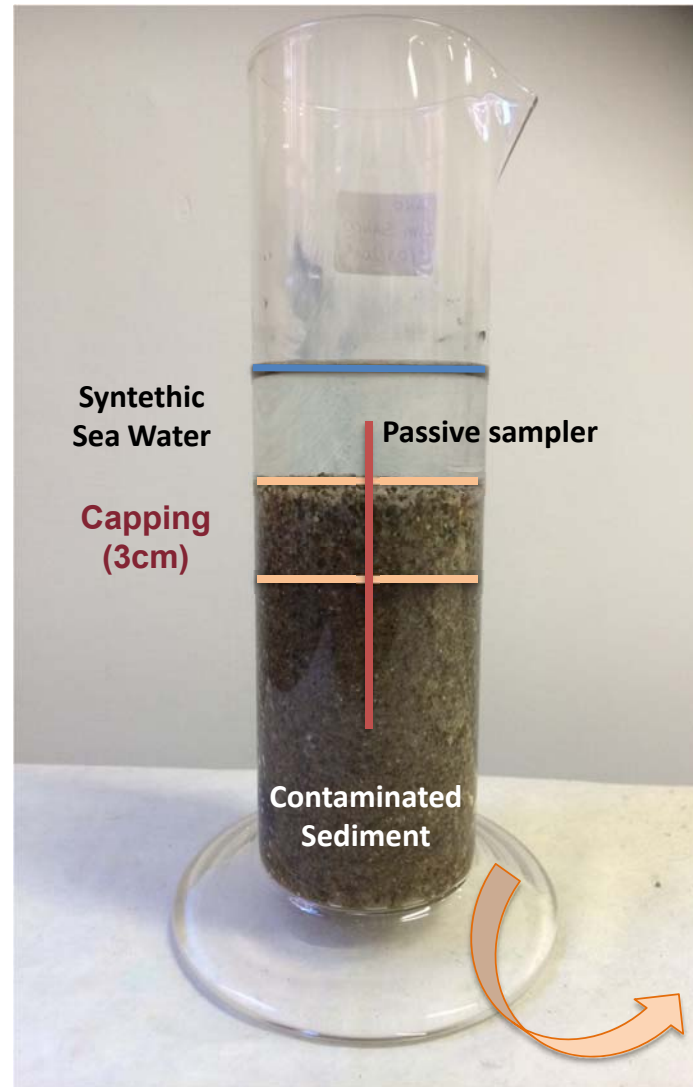
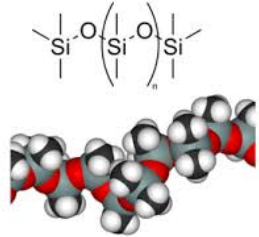
- ✓ Box models
- ✓ Cylinders

VALUTAZIONE DI ADSORBENTI PER CAPPING ATTIVO

Core glass

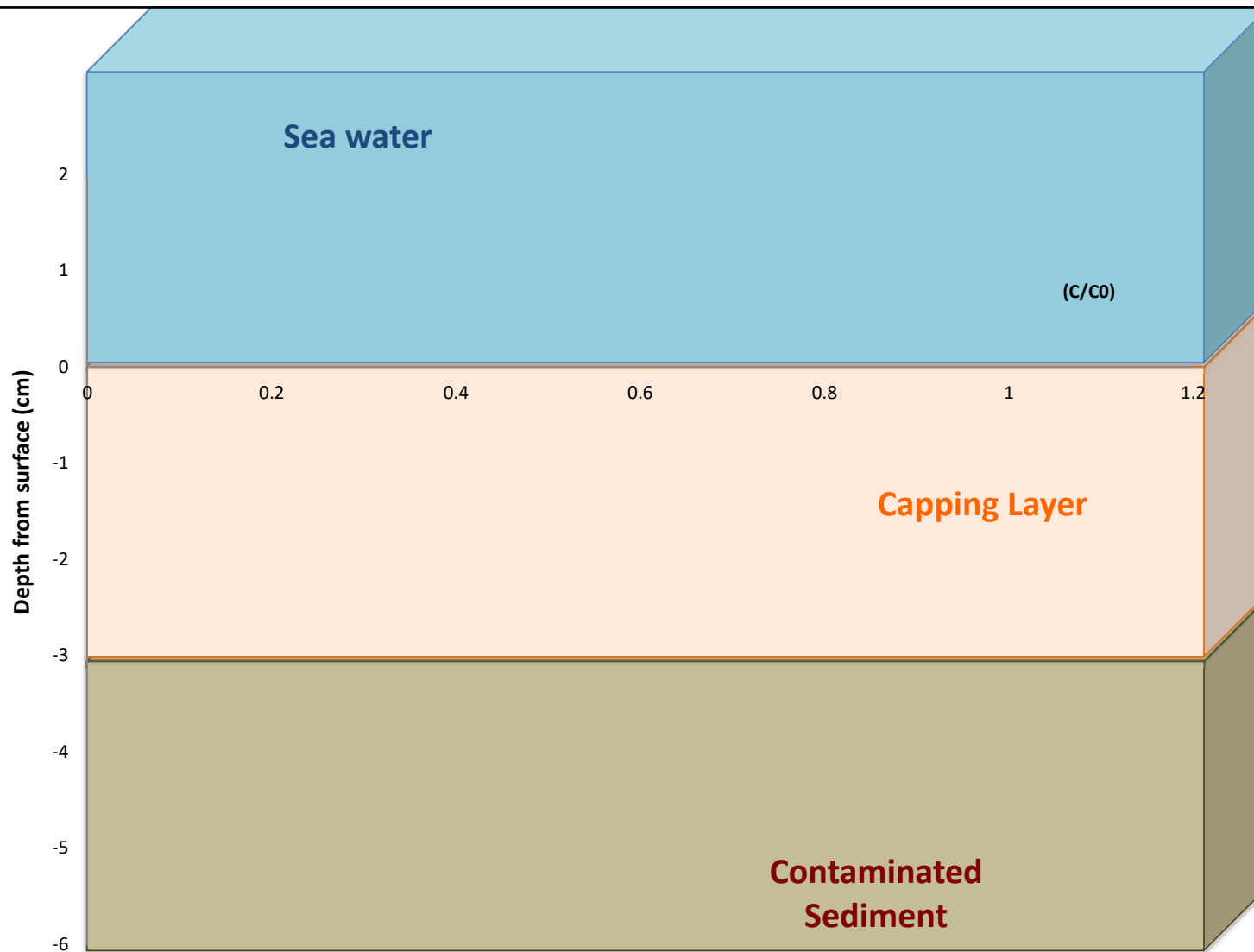


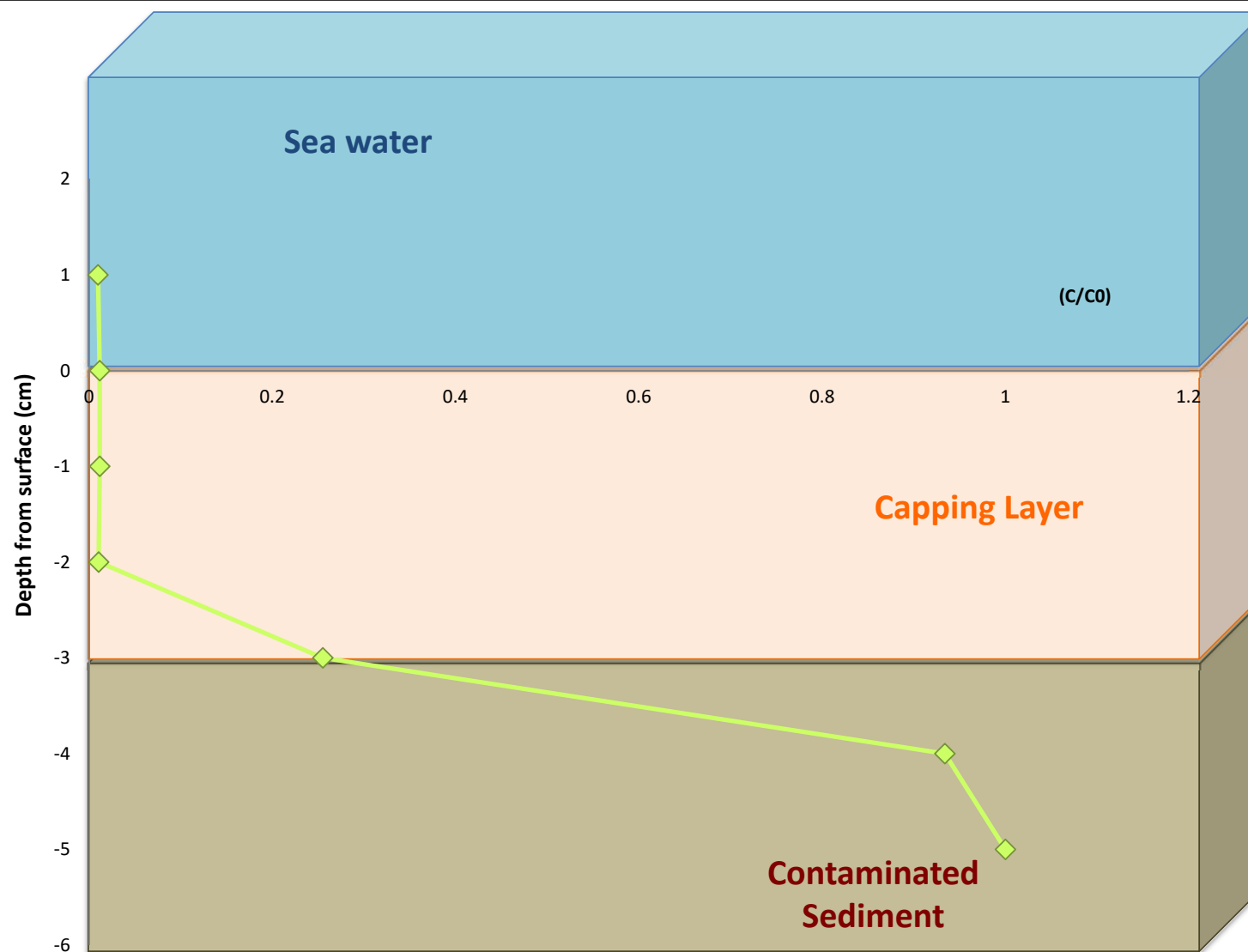
covering PDMS
(PolyDimethylSiloxan)



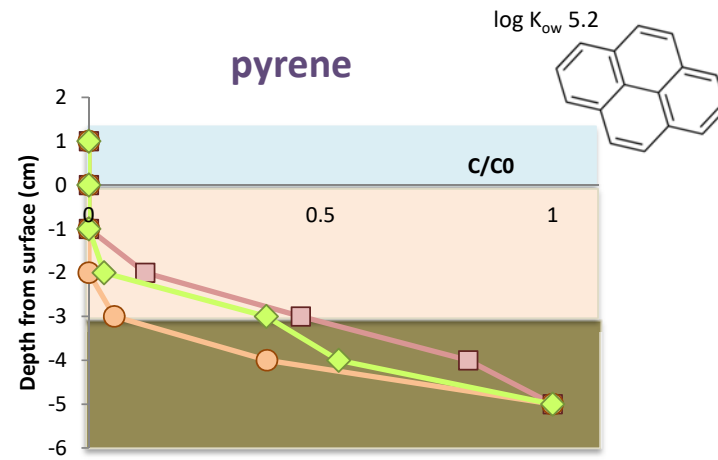
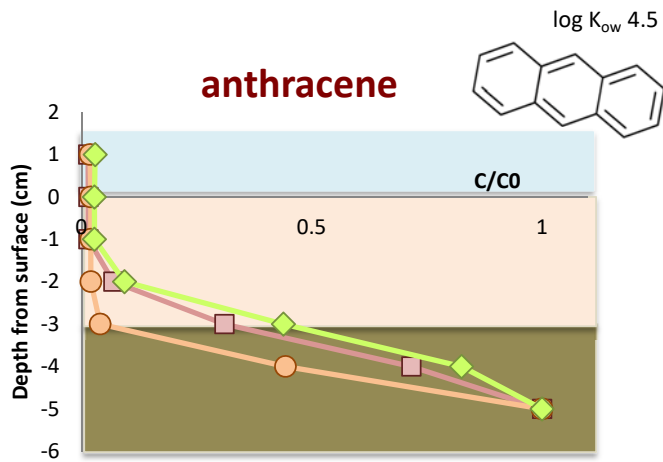
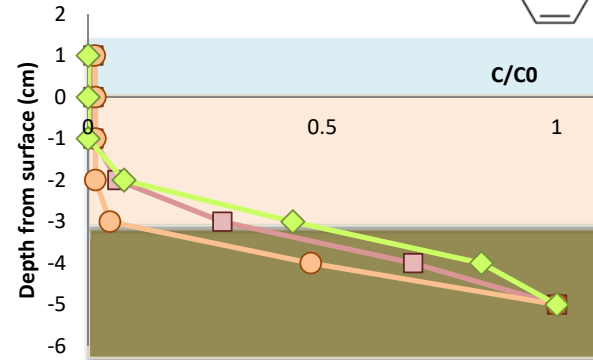
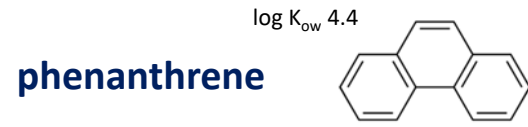
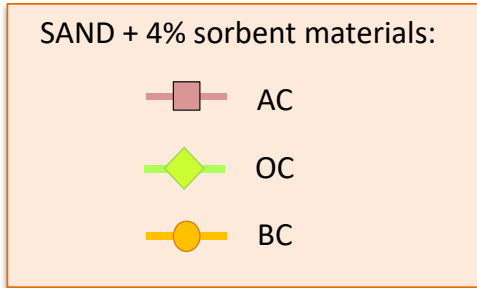
Capping efficiency studied in different lab configuration:

- ✓ Box models
- ✓ Cylinders

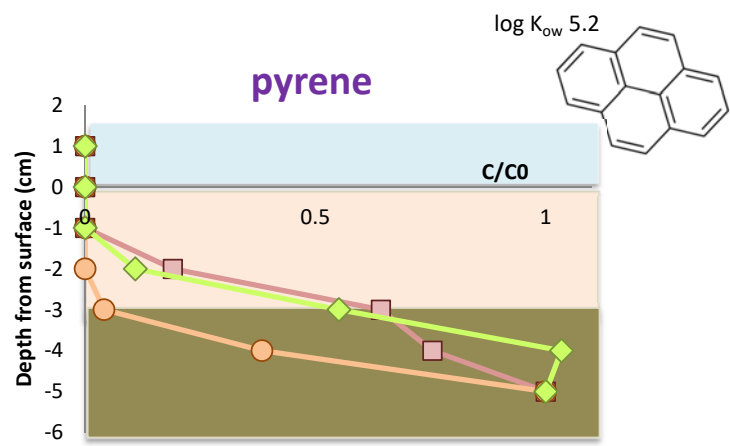
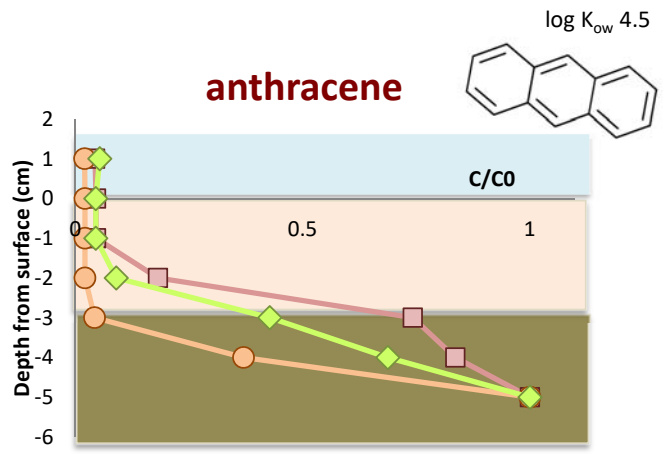
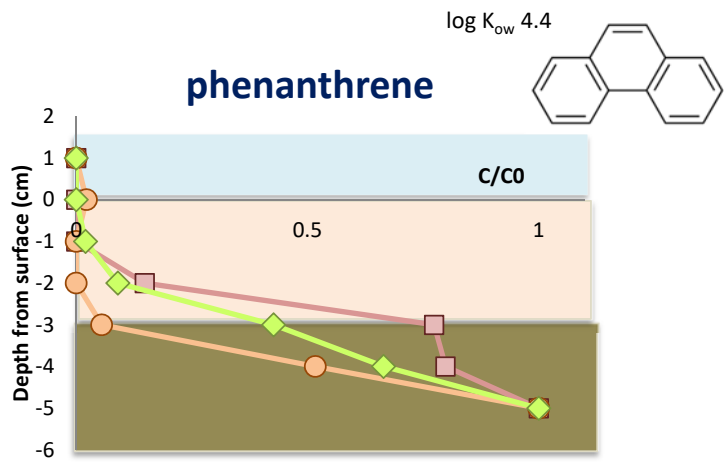
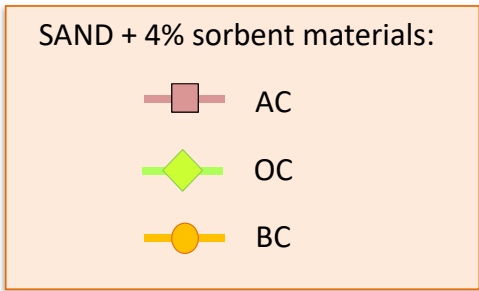




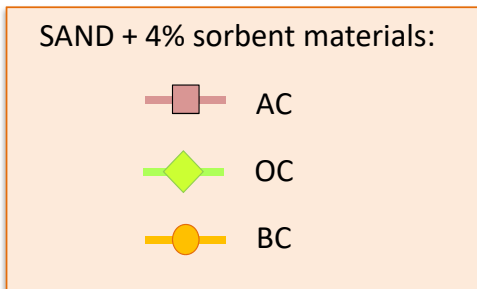
1 month



2 months

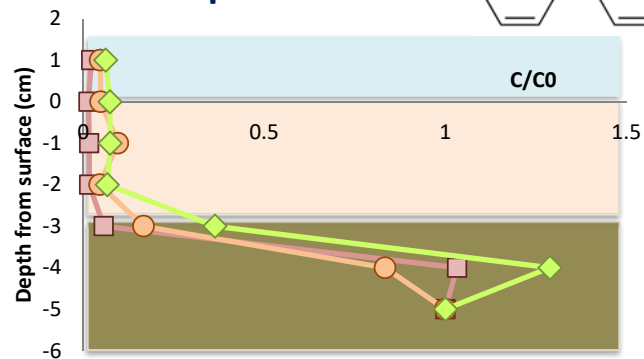
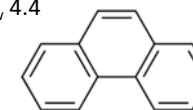


6 months



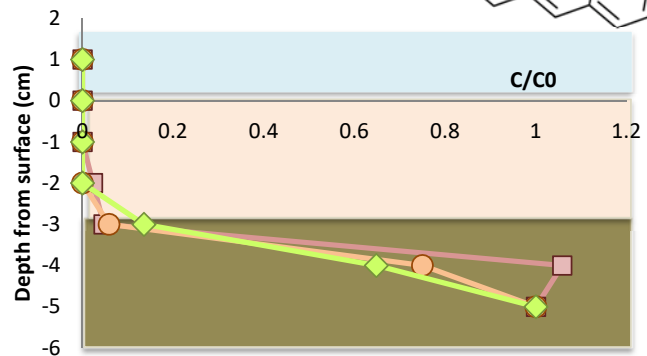
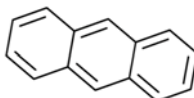
log K_{ow} 4.4

phenanthrene



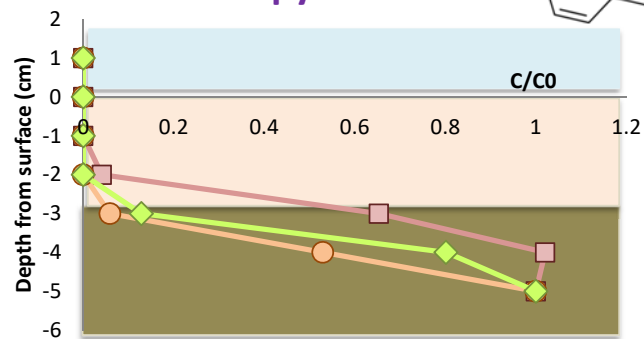
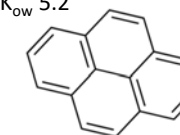
log K_{ow} 4.5

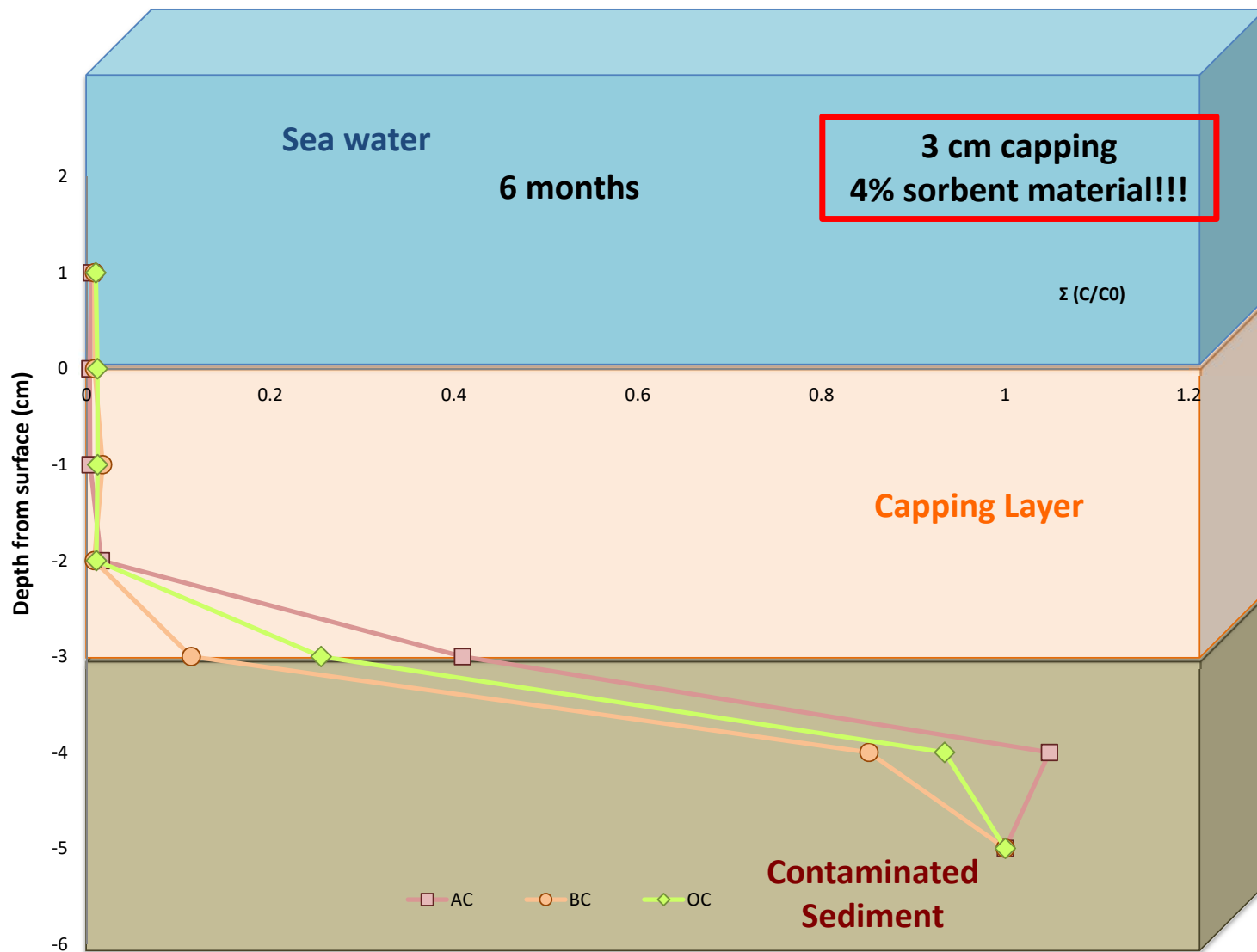
anthracene



log K_{ow} 5.2

pyrene



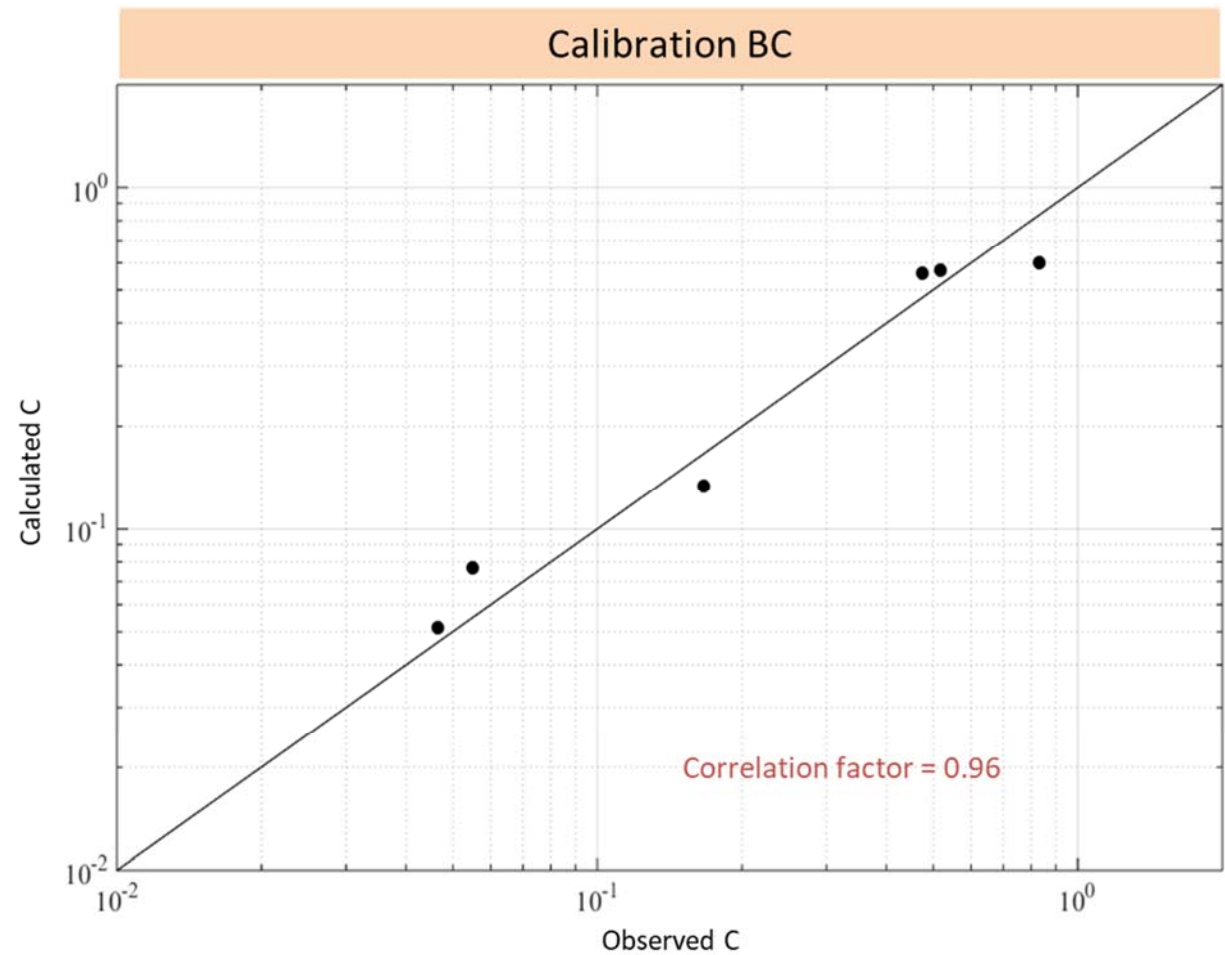


- C_{pw} 1, 2, 6 months monitoring
- Equilibrium tests $\rightarrow K_d$
- Long term modelling

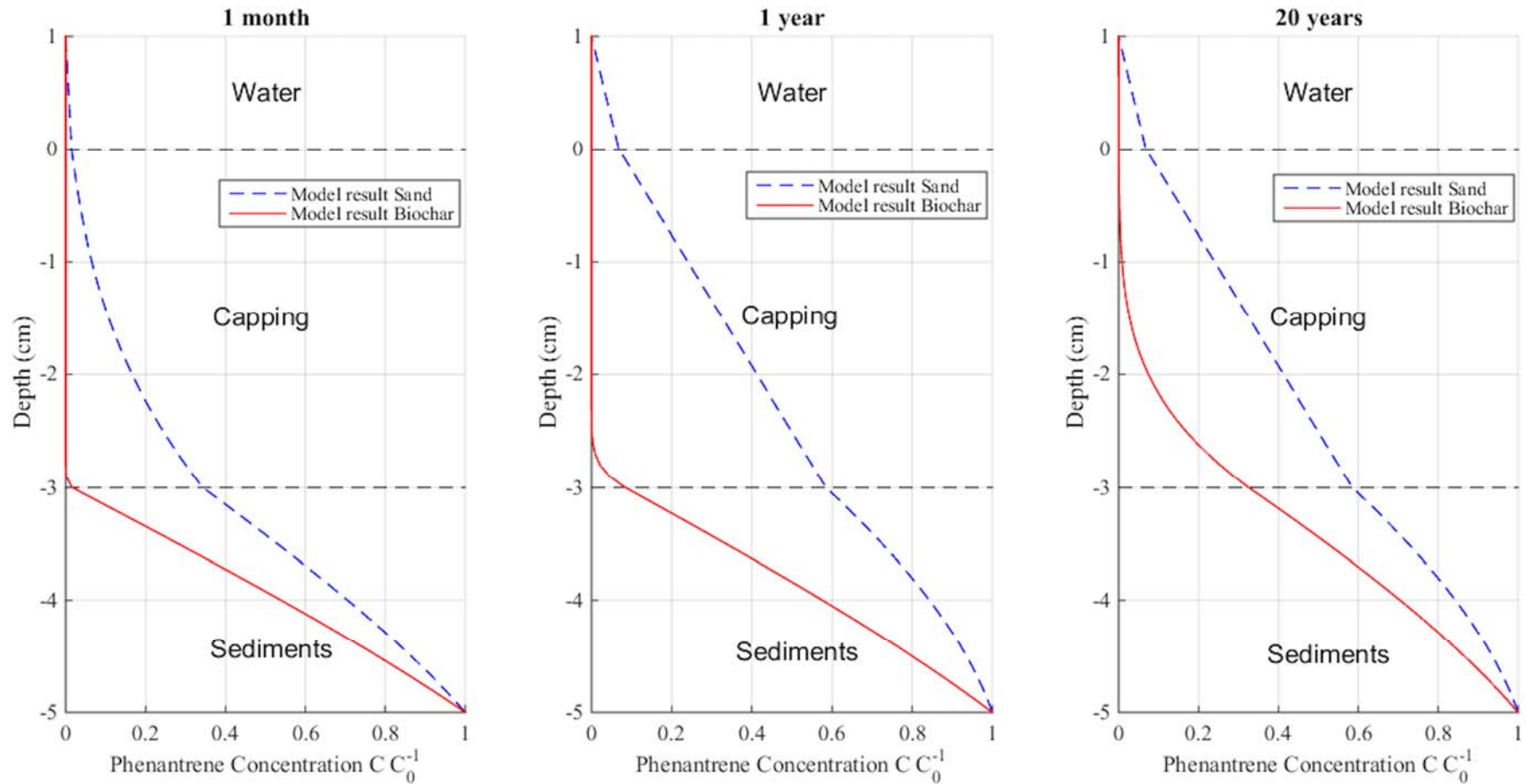


$$R \frac{\partial C_i}{\partial t} = D_{eff} \frac{\partial^2 C_i}{\partial z^2}$$

MODELLING



MODELLAZIONE A LUNGO TERMINE



ALCUNE CONSIDERAZIONI FINALI

Grazie per la vostra attenzione



*There are known knowns.
These are things we know that we know.
There are known unknowns.
That is to say, there are things that we know
we don't know.
But there are also unknown unknowns.
These are things we don't know we don't
know.*

Donald Rumsfeld (2002)

email: Marco.Petrangelipapini@uniroma1.it