



**Università Politecnica delle Marche**

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente

Corso di Laurea in Scienze del Controllo Ambientale e della Protezione Civile

# **Strategie innovative per il contenimento del biofouling**

Innovative strategies for the mitigation of biofouling

Tesi di Laurea di:  
Cristiano Abbruciati

Professore referente:  
Antonio Dell'Anno

Anno Accademico 2018-2019

# Scopo della tesi

Questa tesi è stata scritta con lo scopo di descrivere le nuove strategie utilizzabili nella mitigazione del biofouling, ispirate ai meccanismi antifouling già presenti in natura, così da avere un'ampia varietà di soluzioni ecosostenibili applicabili in situazioni specifiche o integrabili tra loro per avere una risposta ottimale al problema del biofouling.

# Il Biofouling

Il biofouling può essere definito come l'accumulo di microorganismi sulle superfici, causando la formazione di biofilm dannosi per diversi sistemi industriali.

Il fouling può essere suddiviso in quattro categorie principali, ovvero incrostazione, siltation, biofouling e fouling organico. Questa suddivisione dei componenti del fouling è tuttavia solo una definizione operativa, poiché spesso si verificano diversi tipi di incrostazioni contemporaneamente che possono interagire tra loro. Di tutti questi tipi, il biofouling è il più difficile da controllare a causa della resistenza antimicrobica.



# Mitigazione del Biofouling in passato

- I prodotti chimici sono stati oggetto di utilizzo massivo nel passato, ma possono determinare effetti deleteri sull'ambiente
- I metodi fisici d'altra parte non sono adatti a tutte le superfici e questo ne limita l'applicabilità.

# Misure di mitigazione del biofouling

Agenti di controllo del biofilm tipicamente includono l'uso di:

- Sostanze chimiche o biocidi che inattivano o inibiscono la formazione di biofilm batterici.
- Metodi fisici con i quali vengono utilizzati metodi meccanici per rimuovere il biofilm.
- Limitando la quantità di nutrienti che sostengono lo sviluppo del biofilm.
- Il controllo biologico che comporta l'uso di meccanismi all'interno dei microrganismi presenti nel biofilm stesso o nella materia vivente per disturbare la loro esistenza.
- Il controllo elettrochimico che utilizza campi elettrici per “controllare” i biofilm.
- Modifiche delle superfici.

# Ricerca corrente

La tendenza si sta ora spostando verso la modifica delle superfici per renderle superidrofobiche (autopulenti) o per introdurre funzionalità antimicrobica sulle superfici per eliminare l'adesione microbica.

Una volta che i biofilm colonizzano una superficie, ne alterano le proprietà e ne determinano le proprietà di adesione.

Quindi la modifica delle superfici per impedire le fasi iniziali di l'attaccamento del biofilm è di vitale importanza nel controllo del biofouling.

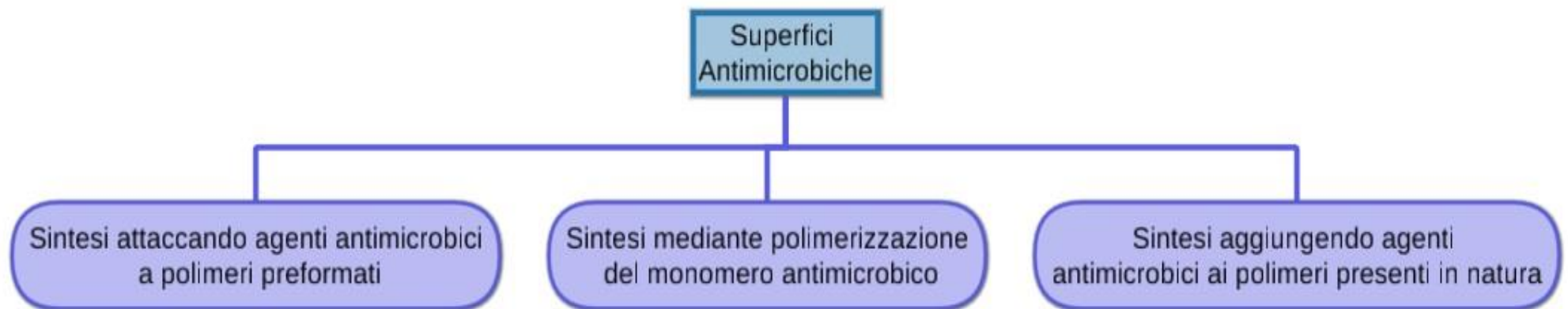




# Superfici antimicrobiche

L'aggiunta di metalli nei polimeri migliora non solo le loro proprietà meccaniche, ma induce anche caratteristiche antimicrobiche. Deve essere apprezzato, tuttavia, che un trattamento superficiale può essere vulnerabile alle procedure di pulizia meccanica off-line.

Pertanto, si rende necessaria l'immobilizzazione chimica degli agenti antimicrobici sulle superfici per permettere che le superfici antimicrobiche siano permanenti. Modifiche per permettere la permanenza delle superfici antimicrobiche comprendono la miscelazione, il rivestimento, l'innesto o l'uso di polimeri inorganici e additivi antimicrobici durante la sintesi.



# Topografia di superficie come strategia antifouling

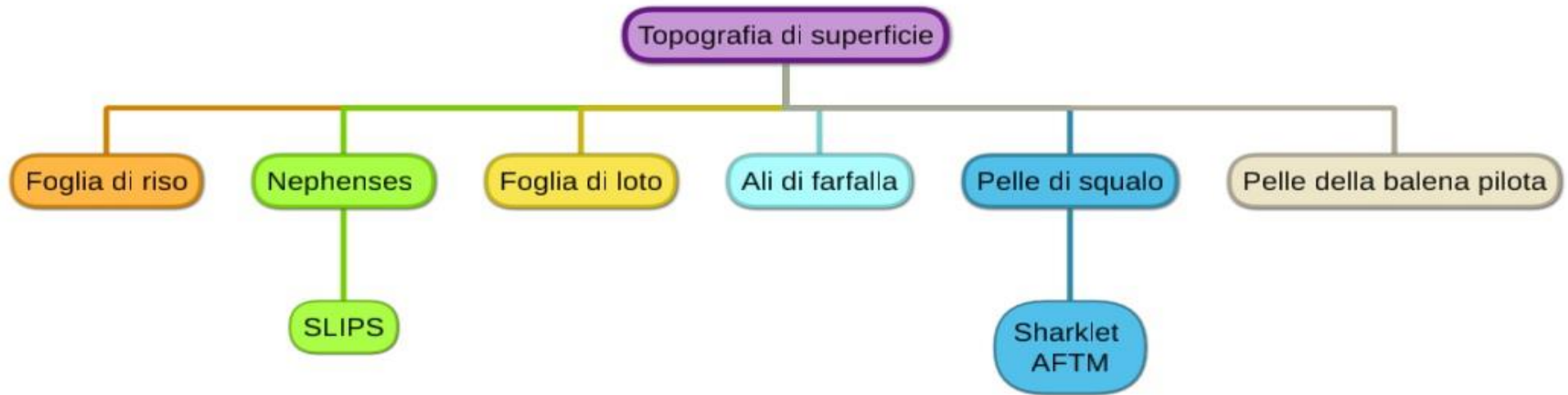
La topografia di una superficie determina la sua rugosità e bagnabilità. È stato riscontrato che queste funzionalità influiscono sulla bioadesione inibendola o promuovendola.

La motivazione è imitare le topografie superficiali di organismi naturali per fabbricare superfici con attività antifouling.





# Superfici naturali studiate



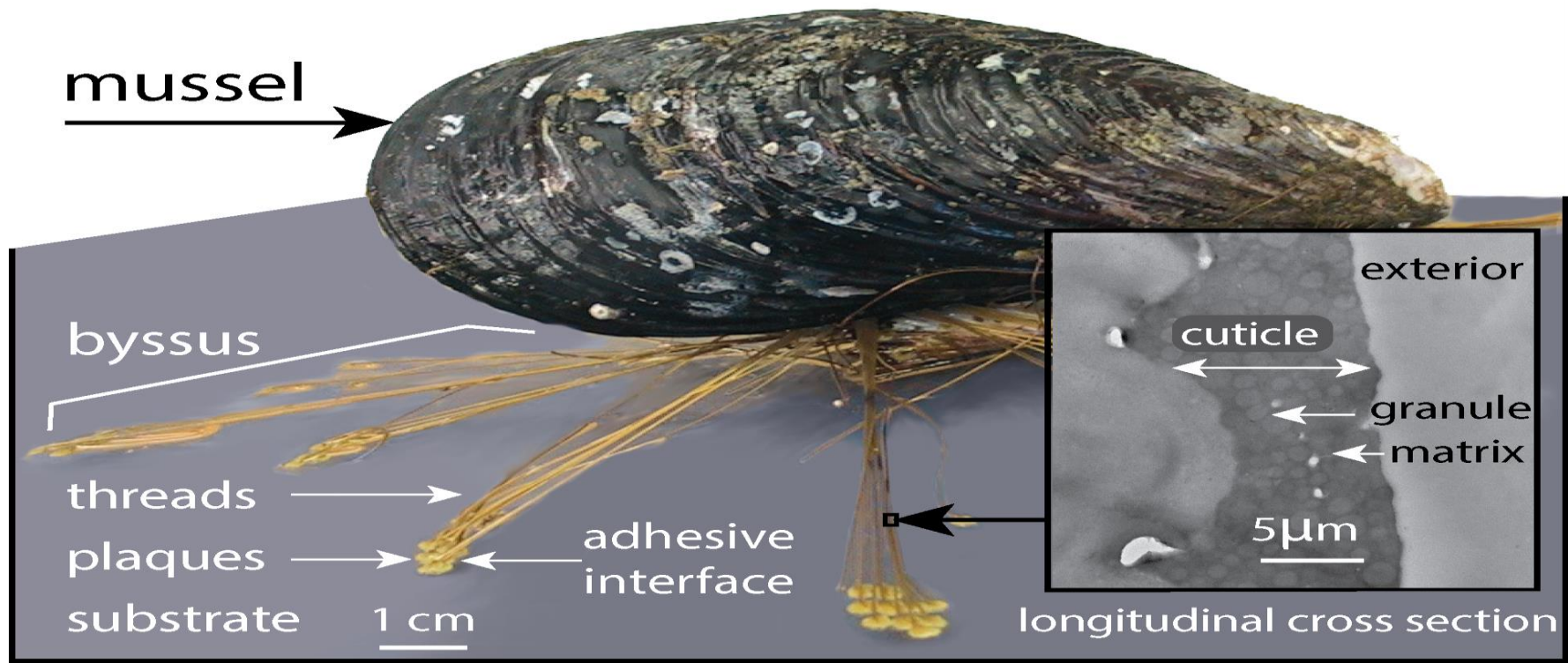
Poiché i meccanismi alla base del biofouling sono diversi, i tentativi di combinare alcuni modelli possono portare a superfici antifouling nuove e migliorate, con attività antifouling verso una più ampia varietà di specie.

# Materiali antifouling a base DOPA

Il DOPA è il componente principale delle proteine adesive delle cozze marine.

Queste proteine sono note per la loro capacità di aderire a quasi qualsiasi substrato.

Coniugando polimeri e catene laterali diverse a questo pentapeptide, è possibile formare una libreria di composti antifouling che possono aderire a una grande varietà di superfici.



# Composti inibitori del quorum sensing come materiali antifouling

Dal momento che il QS fornisce ai batteri la loro patogenicità e resistenza agli antibiotici i ricercatori si sono concentrati sugli inibitori del QS come soluzioni antifouling non tossiche, scoprendo che vari organismi marini producono inibitori del QS e composti antifouling naturali.

.

# Prospettive e conclusioni

La modifica delle superfici per far ottenere loro capacità autopulenti e le superfici antimicrobiche sono in aumento.

Tuttavia, la soluzione definitiva nella lotta contro il biofouling è quella di utilizzare approcci integrati.

Al momento non esiste una soluzione definitiva all'orizzonte; comunque il sistema di gestione integrato può ridurre l'effetto del biofouling sulle superfici e renderne gli effetti su di esse trascurabili.

Un tale approccio integrato dovrebbe essere specifico del settore; nessun approccio sarebbe applicabile su tutta la linea.