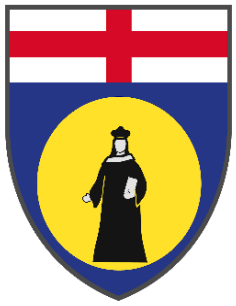
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA,
DELL'AMBIENTE E DELLA VITA (DISTAV)
Classe delle Lauree Magistrali in Biologia LM/6

Corso di Laurea Magistrale in
Biologia Applicata e Sperimentale
Curriculum Forense



Studio della crescita del *biofouling* su materiali artificiali a scopo forense

Laureanda:
Alessia Parodi

Relatore:
Prof. Stefano Vanin
Dott. Marco Faimali
Dott. Filippo Castelli

ANNO ACCADEMICO 2025-2026

ABSTRACT

Il biofouling rappresenta un fenomeno ecologico caratterizzato dall'insediamento e dalla successione di comunità micro- e macro-bentoniche su superfici artificiali immerse in ambiente acquatico. Sebbene sia stato principalmente studiato in relazione alle problematiche associate alla colonizzazione delle infrastrutture marine e delle imbarcazioni, negli ultimi anni il suo potenziale applicativo in ambito forense ha suscitato un crescente interesse.
Il presente lavoro di tesi si propone di valutare il processo di colonizzazione di differenti materiali da parte di macro- e microrganismi bentonici, al fine di esplorarne il possibile impiego come strumento di supporto nelle indagini forensi in ambiente marino. In particolare, l'attenzione è stata rivolta alla componente dell'hard fouling, costituita da macrorganismi in grado di produrre strutture mineralizzate e incrostazioni calcaree persistenti. Tali organismi possono infatti lasciare tracce morfologicamente riconoscibili anche successivamente al loro distacco dal substrato, fornendo informazioni utili alla stima stimare l'intervallo di tempo trascorso dall'immersione di un reperto in ambiente acquatico fino al suo rinvenimento e anche del PMSI (Post-mortem submersion interval)

I materiali oggetto di studio sono stati selezionati al fine di rappresentare potenziali reperti di interesse forense e sono stati suddivisi in due categorie principali: materiali rigidi, comprendenti PVC, INOX, legno e pellame, e tessuti, tra cui cotone elasticizzato, cotone non elasticizzato, jeans, pile, lana e tessuto impermeabile utilizzato per giacche nautiche. Sono state quindi allestite repliche sperimentali fissate su tre frame, immersi a tre differenti profondità di 0,5 m, 7,5 m e 15 m, esponendole a differenti condizioni ambientali, considerando sia l'esposizione solare (esposizione diretta o in ombra) sia la variabilità stagionale (estate, autunno, inverno e primavera).

Il processo di colonizzazione è stato monitorato nel tempo mediante la periodica estrazione dal mare dei frame, effettuato ogni 45 giorni, attraverso campionamento biologico mediante stubs per successive analisi molecolari e documentazione fotografica. Le immagini acquisite sono state analizzate mediante il software PhotoQuad al fine di valutare il grado di ricoprimento dei diversi materiali. Inoltre, sono state misurate le dimensioni degli esemplari di *Amphibalanus* sp. presenti su INOX, PVC e legno, mentre non sono stati osservati individui sul pellame. Per ciascun materiale sono stati quindi calcolati i relativi tassi di crescita (cm/giorno), considerando esclusivamente gli esemplari vitali.

L’analisi della colonizzazione dei materiali rigidi ha evidenziato una maggiore presenza di organismi bentonici alle profondità di 0,5 m e 7,5 m rispetto ai campioni immersi a 15 m, dove l’insediamento è risultato fortemente ridotto. Gli organismi appartenenti alla componente dell’hard fouling, in particolare *Amphibalanus* sp., Bryozoa e Serpulidae, hanno mostrato una maggiore affinità per campioni in INOX e PVC, mentre il pellame è risultato il materiale meno colonizzato. È stata inoltre osservata una maggiore colonizzazione sul lato dei campioni non esposto direttamente alla luce e un incremento della crescita durante il periodo estivo e primaverile rispetto alle stagioni autunnale e invernale. I materiali tessili hanno mostrato un maggiore deterioramento ed una colonizzazione limitata, caratterizzata prevalentemente dalla presenza di alghe e biofilm.

I risultati ottenuti evidenziano come la composizione delle comunità di biofouling e le modalità di colonizzazione siano influenzate dalle caratteristiche del substrato e dalle condizioni ambientali, fornendo informazioni potenzialmente utili per la ricostruzione delle dinamiche di permanenza di reperti in ambiente marino. Sebbene siano necessari ulteriori studi per definire protocolli standardizzati, il biofouling rappresenta un promettente strumento di supporto nell’ambito della biologia marina forense.

Lo studio è stato condotto presso la Stazione Marina Sperimentale dell’Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e della Sostenibilità in Ambiente Marino del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IAS) di Genova.

ABSTRACT

Biofouling represents an ecological process characterized by the settlement and succession of micro- and macrobenthic communities on artificial surfaces submerged in aquatic environments. Although it has been mainly investigated in relation to the issues associated with the colonization of marine infrastructures and vessels, its potential applications in forensic science have received increasing attention in recent years.

The present thesis aims to evaluate the colonization process of different materials by benthic macro- and microorganisms, to explore their potential use as a supporting tool in forensic investigations conducted in marine environments. In particular, the study focused on the hard fouling component, consisting of macroorganisms capable of producing mineralized structures and persistent calcareous encrustations. These organisms can leave morphologically recognizable traces even after their detachment from the substrate, providing valuable information for the estimation of the time interval between the submersion of a submerged item and its recovery and the PMSI (Post-mortem submersion interval).

The studied materials were selected to represent potential forensic evidence and were divided into two main categories: rigid materials, including PVC, stainless steel (INOX), wood, and leather, and fabrics, including elastic cotton, non-elastic cotton, denim, fleece, wool, and a fabric similar to that used for nautical jackets. Experimental replicates were prepared and fixed onto three frames, submerged at depths of 0,5 m, 7,5 m, and 15 m, exposing them to different environmental conditions, considering solar radiation levels (direct exposure or shaded conditions) and seasonal variability (summer, autumn, winter, and spring).

The colonization process was monitored over time through the periodic retrieval of the experimental frames from the marine environment, carried out every 45 days, including biological sampling using stubs for subsequent molecular analyses and photographic documentation. Acquired images were analyzed using the PhotoQuad software to assess the surface coverage of the different materials. Furthermore, the dimensions of *Amphibalanus* sp. specimens colonizing stainless steel, PVC, and wood were measured, whereas no individuals were observed on leather samples. Growth rates (cm day^{-1}) were subsequently calculated for each material, considering only viable specimens.

The analysis of rigid material colonization revealed a higher abundance of benthic organisms at depths of 0,5 m and 7,5 m compared with samples submerged at 15 m, where settlement was

considerably reduced. Organisms belonging to the hard fouling component, particularly *Amphibalanus* sp., Bryozoa, and Serpulidae, showed a greater affinity for stainless steel and PVC surfaces, whereas leather represented the least colonized material. Moreover, higher colonization levels were observed on the side of samples not directly exposed to light, and increased growth rates were recorded during summer and spring compared with autumn and winter. Textile materials showed higher deterioration and a limited colonization, mainly characterized by the presence of algae and biofilm.

The obtained results highlight how biofouling community composition and colonization patterns are influenced by substrate characteristics and environmental conditions, providing potentially valuable information for reconstructing the permanence dynamics of submerged evidence in marine environments. Although further studies are required to establish standardized protocols, biofouling represents a promising supporting tool in the field of marine forensic biology.

This study was conducted at the Experimental Marine Station of the Institute for Marine Biological Resources and Biotechnology (CNR-IAS) of the National Research Council (CNR) in Genoa, Italy.

INDICE

1. INTRODUZIONE **1**
1.1. Biologia marina forense 1
1.2. *Fouling* e *Biofouling* 3
1.1.2. Organismi target 7
1.1.2.1. *Amphibalanus* sp. 7
1.1.2.2. Serpulidae 11
1.1.2.3. Bryozoa 15

2. SCOPO **19**

3. MATERIALI E METODI **20**
3.1. Materiali 20
3.1.1. Preparazione materiali rigidi 20
3.1.2. Preparazione dei tessuti 21
3.1.3. Preparazione frame da esposizione 21

3.2. Metodi 24
3.2.1. Esposizione in mare 24
3.2.1.1. Immersione frame 25
3.2.1.2. Campionamento 27
3.2.2. Caratterizzazione 28
3.2.2.1. Osservazione macroscopica 28
3.2.2.2. Valutazione grado di ricoprimento 28
3.2.2.3. Misura organismi 30
3.2.2.4. Analisi molecolare 31

4. RISULTATI E DISCUSSIONE **32**
4.1. Osservazione macroscopica e Valutazione grado di ricoprimento 32
4.1.1. Materiali rigidi
4.1.1.1. Osservazione macroscopica 32
4.1.1.1.1. Frame 0,5 m 32
4.1.1.1.2. Frame 7,5 m 41
4.1.1.1.3. Frame 15 m 52
4.1.1.2. Valutazione grado di ricoprimento 63

4.1.2. Tessuti 65
4.1.2.1. Osservazione macroscopica 65
4.1.2.1.1. Frame 0,5 m 65
4.1.2.1.2. Frame 7,5 m 66
4.1.2.1.3. Frame 15 m 66

4.2. Misure organismi – *Amphibalanus* sp. 67
4.2.1. Frame 0,5 m 67

4.2.1.1. Lato esposto alla luce 67
4.4.1.2. Lato in ombra 68

4.2.2. Frame 7,5 m 74
4.2.3. Frame 15 m 74

4.3. Velocità di crescita *Amphibalanus* sp. 75
4.3.1. Frame 0,5 m 75
4.3.1.1. Lato esposto alla luce 75
4.3.1.2. Lato in ombra 76
4.3.2. Frame 7,5 m 79
4.3.3. Frame 15 m 79

4.4. Crescita Serpulidae 79

4.5. Crescita Bryozoa 81

4.6. Analisi statistica 83

4.7. Temperature 100
4.7.1. Frame 0,5 m 101
4.7.2. Frame 7,5 m 102
4.7.3. Frame 15 m 104

4.8. Analisi molecolari 105

5. CONCLUSIONE 106

6. BIBLIOGRAFIA 109

7. APPENDICE 114

1. INTRODUZIONE

1.1. Biologia marina forense

Il termine "forense" deriva dal latino "*forensis*", aggettivo che significa "relativo al foro". Nell'antica Roma, il *forum* rappresentava il luogo in cui si svolgevano le attività pubbliche, comprese quelle giudiziarie. Oggi il termine identifica l'insieme delle discipline scientifiche applicate all'attività investigativa e all'amministrazione della giustizia.

Tra queste, la biologia forense riveste un ruolo centrale, poiché applica conoscenze biologiche, ecologiche e molecolari all'analisi di reperti e tracce biologiche, contribuendo alla ricostruzione di eventi di interesse investigativo e alla produzione di evidenze scientificamente fondate utilizzabili in ambito giudiziario.

In ambito terrestre esistono discipline della biologia ampiamente consolidate, quali l'entomologia forense e la botanica forense, basate su metodologie validate e applicate da molti anni. Al contrario, le applicazioni della biologia forense in ambiente acquatico risultano ancora relativamente poco sviluppate e la letteratura scientifica disponibile è significativamente più limitata. Di conseguenza, non sono ancora disponibili protocolli pienamente standardizzati e universalmente condivisi per supportare le indagini in contesti marini.

La biologia marina forense rappresenta dunque una disciplina emergente che applica le conoscenze della biologia marina al supporto delle indagini giudiziarie che coinvolgono l'ambiente marino, riguardanti, per esempio, resti umani, armi o manufatti di interesse investigativo rinvenuti in ambiente acquatico.

In questo contesto, il *biofouling* è il fenomeno di maggior interesse. La colonizzazione di substrati naturali e artificiali da parte di organismi marini è infatti un processo ecologico dinamico, influenzato da numerosi fattori ambientali, tra cui profondità, disponibilità di luce, temperatura e caratteristiche fisico-chimiche del substrato. La composizione delle comunità colonizzatrici, la successione delle specie e i relativi tassi di crescita possono pertanto fornire utili informazioni per la ricostruzione della storia di immersione di un reperto e per la stima del suo tempo di permanenza in ambiente acquatico.

Quando un cadavere viene rinvenuto in ambiente terrestre, la stima del minimum Post-Mortem Inverval (minPMI) si basa generalmente sulla presenza e sullo sviluppo degli insetti necrofagi. Nel caso di resti rinvenuti in ambiente acquatico, invece, la ricostruzione della dinamica degli eventi risulta più complessa e richiede la valutazione del periodo trascorsi dai resti in immersione, espresso come minimum Post-Mortem Submersione Interval (minPMSI), e/o del tempo trascorso in galleggiamento (Floating Interval, FI) (Magni et al., 2021). In questo

contesto, gli organismi marini che colonizzano resti umani, indumenti e altri reperti possono rappresentare indicatori biologici utili alla ricostruzione del tempo di permanenza in ambiente marino.

Un esempio dell'applicazione del biofouling in ambito forense è rappresentato dallo studio di Magni et al., 2015, relativo al ritrovamento di un cadavere sulla costa del Mar Tirreno (Italia sud-occidentale, Regione Calabria), sul quale erano presenti esemplari di *Lepas anatifera* (Crustacea: Cirripedia: Pedunculata).

L'analisi degli esemplari di cirripedi presenti sul corpo e sulle suole delle scarpe della vittima ha contribuito alla valutazione del tempo di galleggiamento del cadavere, fornendo un supporto nella stima del tempo minimo dalla morte (minPMI, *minimum time since death*) (Magni et al., 2015). Questo caso ha evidenziato come gli organismi marini colonizzatori possano rappresentare importanti indicatori biologici nelle indagini forensi, contribuendo alla ricostruzione di eventi e fornendo informazioni complementari rispetto agli approcci tradizionali.



Fig. 1 A) *Colonizzazione da parte di cirripedi sui pantaloni del cadavere* **B)** *Colonizzazione da parte di cirripedi sulla suola della scarpa del cadavere* (Magni et. al, 2015).

Nell'ambito delle indagini forensi in ambiente marino, l'utilizzo dei cirripedi (Crustacea: Cirripedia) ha recentemente ricevuto crescente attenzione, grazie alla loro capacità di insediarsi permanentemente sui resti umani e sugli indumenti ad essi associati (Magni et al., 2021). La loro presenza, insieme alle caratteristiche della colonizzazione e ai tassi di crescita, può quindi fornire informazioni utili per ricostruire la storia di permanenza di un reperto in ambiente marino.

Diventa pertanto fondamentale approfondire il ciclo vitale, i tassi di crescita e le modalità di colonizzazione delle specie di interesse forense, nonché il ruolo dei diversi fattori ambientali e delle caratteristiche del substrato nel determinare insediamento e sviluppo, al fine di ricostruire con maggior accuratezza il percorso spazio-temporale di un reperto e stimare il periodo di permanenza in ambiente marino. Parallelamente, lo sviluppo di protocolli standardizzati per la conservazione, il trattamento e l'analisi dei reperti colonizzati consentirebbe di effettuare analisi riproducibili e non distruttive anche a distanza di tempo dal rinvenimento del reperto, preservando l'integrità delle evidenze biologiche e garantendone l'utilizzo come supporto scientifico in ambito giudiziario.

1.2. *Fouling* e *biofouling*

Il termine "biofouling" è stato ufficialmente catalogato dall'ISI Web of Knowledge nel 1976, ma solo nel 1981 è stato codificato dall'Oxford English Dictionary (OED).

Con il termine "fouling" si indica il processo di accumulo o adesione indesiderata di sostanze, depositi o contaminanti su superfici artificiali, fenomeno che rappresenta una problematica operativa in numerosi settori industriali. In questo contesto, il biofouling costituisce una specifica tipologia di fouling, caratterizzata dall'insediamento e dalla crescita di organismi viventi sulle superfici immerse (Vuong et al., 2023).

In ambiente marino, il biofouling consiste nell'adesione indesiderata e nella successiva crescita di organismi appartenenti ai principali regni della vita – virus, archea, batteri ed eucarioti – che danno origine a comunità biologiche complesse, caratterizzate da articolate interazioni ecologiche e interspecifiche (Vuong et al., 2023) (Fig. 2).

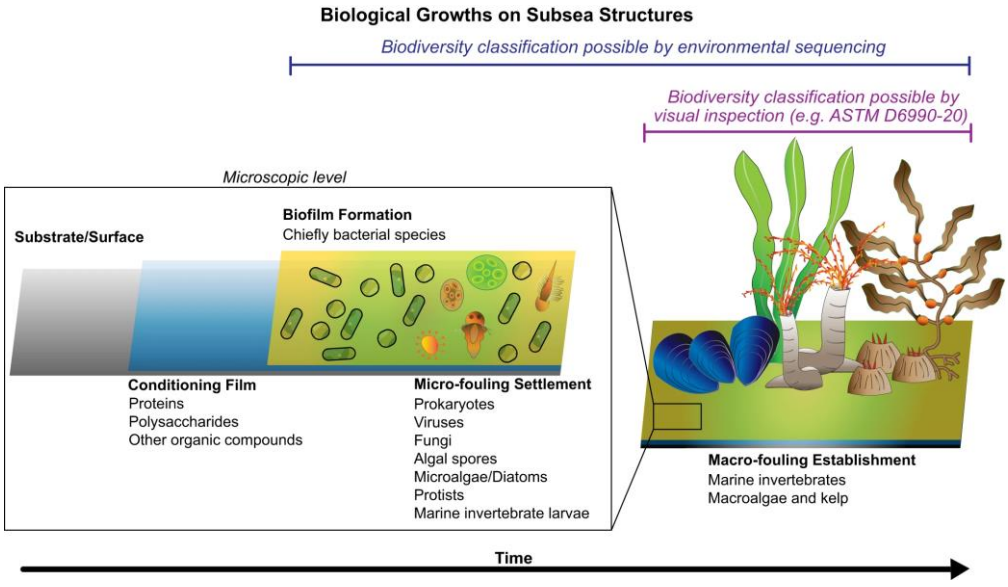


Fig. 2. *Modello semplificato del processo di biofouling* (Vuong et al., 2023).

La comunità del biofouling è quindi un sistema dinamico, composto da una straordinaria varietà di microrganismi e macrorganismi che instaurano numerose interazioni di natura fisico-chimica, biologica e meccanica (Vuong et al., 2023).

Sono infatti state censite oltre 4.000 specie associate alle comunità di biofouling (Vinagre et al. 2020) e tale elevata biodiversità non è sorprendente, poiché la quasi totalità degli organismi bentonici è potenzialmente in grado di colonizzare superfici sommerse e contribuire allo sviluppo del fouling. In particolare, il processo di formazione del biofouling può svilupparsi su un'ampia varietà di substrati naturali e artificiali, infatti, in pochi minuti dall'immersione, la superficie viene ricoperta da una sottile pellicola organica, detta *conditioning film*, con ulteriore accumulo nei momenti immediatamente successivi di materiale sia organico sia inorganico, formando una patina più importante che consente la colonizzazione da parte di batteri, funghi e alghe (Dodds et al., 2022; Vinagre et al., 2020).

Il processo di colonizzazione di materiali immersi in acqua può essere suddiviso nelle tre seguenti fasi (Fig. 3) (Galtieri et al., 2014):

- *Molecular fouling*

Entro pochi minuti fino ad alcune ore dall'immersione, sulla superficie del substrato si adsorbe un biofilm di condizionamento di natura biochimica, costituito da materiale organico, come polisaccaridi, glicoproteine e proteoglicani che sono disciolti nella colonna d'acqua (Vinagre et. al, 2020).

- *Microfouling*

Dopo alcune ore, i colonizzatori primari, costituiti da comunità di organismi unicellulari, quali batteri, microalghe, protozoi e funghi, aderiscono al substrato precedentemente condizionato. In questa fase, la componente batterica produce una matrice organica poco solubile in acqua, definita *slime* o *biofilm*, formata da sostanze polimeriche extracellulari (Extracellular Polymeric Substances, EPS), costituita da polisaccaridi, proteine, DNA extracellulare e lipidi (Flemming et al., 2025). Le EPS favoriscono le interazioni del biofilm con altre cellule e l'adsorbimento di composti organici, metalli e inquinanti chimici (Flemming et

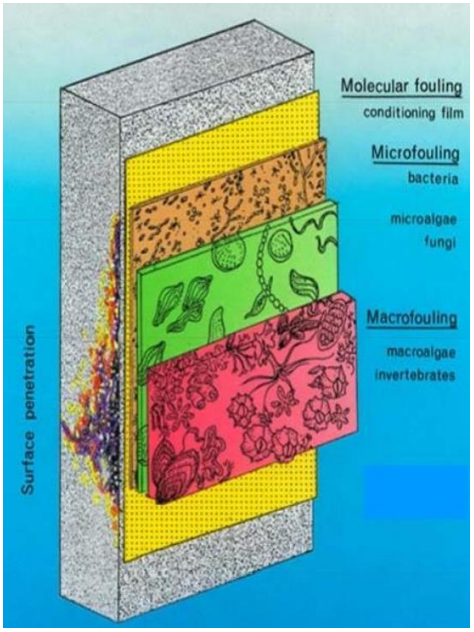


Fig. 3. *Rappresentazione schematica delle fasi di formazione di biofouling marino* (Galtieri et al, 2014).

al., 2025). Complessivamente, sia i microrganismi sia le EPS favoriscono il successivo insediamento degli organismi coinvolti nella fase di macrofouling (Vinagre et al., 2020).
Inizialmente, l'adesione di questi microrganismi alla superficie è reversibile; tuttavia, la secrezione di essudati metabolici e di ulteriori componenti della matrice extracellulare porta a un'adesione progressivamente irreversibile, stabilizzando il biofilm e determinando l'inizio della successiva fase di colonizzazione.

- *Macrofouling*

Nell'arco di giorni o settimane, sul substrato si insediano i colonizzatori secondari, costituiti da macrorganismi sessili responsabili del macrofouling, comprendenti sia organismi a corpo molle sia organismi con strutture rigide, e si sviluppano fino a ricoprire il microfouling presente. Inoltre, crescendo e sviluppandosi, i macrorganismi possono creare microhabitat che favoriscono l'insediamento di ulteriori organismi. Infatti, nel corso di settimane o mesi, il substrato viene colonizzato da organismi terziari che vivono generalmente all'interno delle comunità di biofouling sessile (Vinagre et al., 2020). Nel corso del tempo, la composizione della comunità evolve attraverso una successione ecologica, con la graduale sostituzione delle specie colonizzatrici fino al raggiungimento di uno stato di equilibrio dinamico, definito *climax.*

La composizione e lo sviluppo delle comunità di biofouling sono il risultato dell'interazione tra numerosi fattori ambientali e biologici, che agiscono in modo sinergico e variano in funzione dell'area geografica e della stagionalità. Tra i fattori abiotici, un ruolo centrale è svolto dalle caratteristiche fisico-chimiche dell'acqua, quali temperatura, pH, concentrazione di ossigeno disciolto e disponibilità di sostanza organica (Vinagre et al., 2020).
La temperatura rappresenta uno dei principali elementi che regolano lo sviluppo del biofouling, poiché influenza i processi di crescita, riproduzione e insediamento degli organismi; generalmente, temperature più elevate favoriscono un aumento della velocità di colonizzazione.
Anche la profondità e la disponibilità di luce incidono significativamente sulla struttura delle comunità biologiche. Gli organismi fotosintetici, come le macroalghe, risultano maggiormente diffusi nella zona eufotica, dove la radiazione luminosa è sufficiente a sostenerne l'attività fotosintetica, mentre la biomassa del biofouling tende generalmente a diminuire con l'aumentare della profondità (Vinagre et al., 2020).
Le condizioni idrodinamiche costituiscono un ulteriore fattore determinante, infatti correnti marine e moto ondoso influenzano sia il trasporto di larve planctoniche e spore, sia l'apporto di nutrienti agli organismi filtratori. Flussi moderati possono favorire l'insediamento e l'accrescimento degli organismi sessili, mentre elevate velocità dell'acqua possono causarne il

distacco, selezionando così specie dotate di strategie di adesione più efficaci, come i cirripedi (Vinagre et al., 2020).
Anche le caratteristiche del substrato influenzano la colonizzazione biologica. Per esempio, la composizione del materiale, la rugosità superficiale, il colore, il tempo di immersione e l'eventuale mobilità della struttura influenzano la formazione della pellicola di condizionamento e quindi del biofilm microbico. È stato infatti osservato che alluminio, acciaio al carbonio e bronzo risultano più suscettibili al biofouling rispetto a materiali non metallici, come fibra di vetro o gomma. Il colore del substrato è invece correlato alla quantità di energia luminosa riflessa e assorbita dalla superficie, influenzandone di conseguenza la temperatura e quindi il biofouling, soprattutto nelle prime fasi della colonizzazione (Vinagre et al., 2020).
Tra i fattori biotici, infine, assumono particolare importanza le caratteristiche biologiche delle singole specie e le interazioni che si instaurano tra gli organismi. Processi quali competizione, riproduzione, predazione e il rilascio di segnali chimici influenzano infatti la probabilità di insediamento e la successiva evoluzione delle comunità di biofouling (Vinagre et al., 2020).

Il biofouling incide tuttavia su un'ampia gamma di attività antropiche, causando importanti ripercussioni economiche, come nel caso delle carene navali, rappresentando un significativo impatto economico per le compagnie di navigazione, poiché influenza le prestazioni delle imbarcazioni e i costi operativi attraverso l'aumento del consumo di carburante e dei costi di manutenzione. Inoltre, determina un rilevante impatto ambientale a causa dell'incremento delle emissioni gassose. In generale, è stato osservato che i maggiori costi derivino dal consumo di carburante, proprio a causa dell'aumento della resistenza idrodinamica tra biofouling e acqua (Schultz et al., 2011). Parallelamente, però, l'applicazione di rivestimenti anti fouling contenenti biocidi può provocare effetti negativi sugli organismi marini (Hadžić et al., 2022).
Il biofouling costituisce inoltre un importante vettore antropico per la dispersione di specie non indigene. Le comunità biologiche che si sviluppano sulle superfici navali immerse possono infatti essere trasportate passivamente lungo le rotte commerciali e introdotte in ambienti lontani dal loro areale naturale, contribuendo al fenomeno delle invasioni biologiche (Drake & Lodge, 2007). Inoltre, il biofouling navale rappresenta uno dei principali vettori per l'introduzione e la diffusione di specie marine dannose a livello globale (Marbuah et al., 2014), causando sia un'alterazioni degli ecosistemi sia ingenti danni economici.

1.2.1. Organismi target

Nonostante i microrganismi responsabili del microfouling siano generalmente i primi colonizzatori e possano raggiungere densità elevate, gli organismi del macrofouling rappresentano la componente più rilevante dal punto di vista fisico-funzionale, e quindi forense, poiché determinano il principale aumento di massa, spessore e carico idrodinamico associato alla crescita biologica sulle superfici sommerse (Vinagre et al., 2020). Nonostante esistano differenze temporali e spaziali nella composizione complessiva e nella biomassa delle comunità associate al biofouling, in generale queste risultano dominate da un insieme comune di organismi sessili filtratori. Tra questi sono inclusi diversi gruppi di organismi, quali cirripedi, molluschi bivalvi, briozoi, policheti, ascidie, idrozoi, spugne e alghe (Fitridge et al., 2012).
In particolare, la fase di colonizzazione è dovuta all'insediamento di diverse comunità di organismi che presentano una caratteristica comune legata al loro ciclo vitale. Molte specie coinvolte nel biofouling, infatti, trascorrono le prime fasi del loro sviluppo sotto forma di larve planctoniche; queste vengono inizialmente trasportate dalle correnti e, successivamente, vanno incontro a un processo di metamorfosi che porta alla trasformazione in organismi bentonici sessili, capaci di aderire e svilupparsi su superfici sommerse, siano esse naturali o artificiali.
Nell'ambito degli studi per la caratterizzazione del biofouling e per la stima dei tempi di colonizzazione di substrati sommersi, alcuni gruppi tassonomici assumono particolare rilevanza come organismi target. Tra questi, le famiglie Balanidae (Darwin, 1854), Serpulidae (Rafinesque, 1815) e Bryozoa (Ehrenberg, 1831) rappresentano i taxa maggiormente analizzati, grazie alla loro capacità di aderire e svilupparsi su superfici solide in ambiente marino. La loro presenza è stata documentata sia su substrati naturali sia su materiali artificiali e resti organici o inorganici recuperati dall'ambiente marino (Jung et al., 2023).

1.1.2.1. *Amphibalanus* sp.

Il balanomorfo (Fig. 4), comunemente noto come balano o "dente di cane", è un crostaceo cirripede appartenente alla famiglia Balanidae. Questi organismi, ampiamente distribuiti negli ambienti marini – dalla zona intertidale rocciosa fino ad habitat specializzati al largo, come le barriere coralline (Maruzzo et al., 2012) – rappresentano alcuni tra i principali componenti del biofouling, grazie alla loro capacità di colonizzare rapidamente substrati naturali e artificiali e di formare incrostazioni calcaree (Iglikowska et al., 2018).

Trattandosi di organismi sessili, i cirripedi non possono sottrarsi alle perturbazioni ambientali; per questo motivo hanno sviluppato specifici adattamenti morfologici e fisiologici.

Tra questi, la presenza di una robusta conchiglia calcarea rappresenta un'importante struttura protettiva, e, nella maggior parte dei cirripedi, è costituita da calcite, mentre in alcune specie tipiche di acque calde è stata riscontrata la presenza di aragonite nella porzione basale della struttura (Iglikowska et al., 2018).

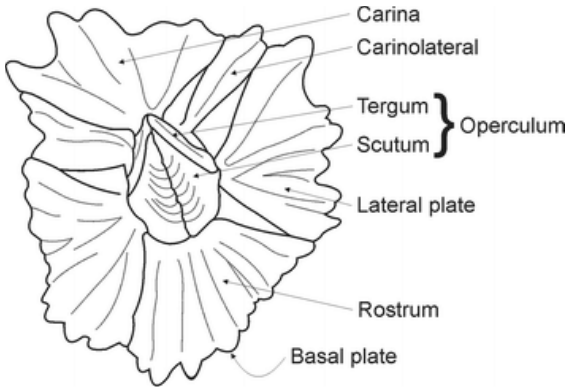


Fig. 4. *Schema della conchiglia di* Balanus balanus *(vista apicale) con indicazione delle piastre* (Iglikowska et al., 2018).

La conchiglia dei balani è composta da diverse piastre calcaree, caratterizzate da forme e posizioni differenti (Fig. 4 e Fig 5. A – B). La struttura conica poggia su una piastra basale calcarea che aderisce saldamente al substrato, mentre le pareti laterali sono costituite da piastre rostrali, carinali e da due o quattro piastre laterali (Fig. 4 e Fig 5. A – B).

Nei balani con struttura "a ghianda" (*acorn barnacles*), l'apertura della conchiglia è protetta da due paia di piastre opercolari mobili e ispessite, denominate terghi e scuti (Fig. 4 e Fig 5. D – E). Queste possono assumere una posizione aperta o chiusa: quando sono aperte, consentono l'estroflessione dei cirri, appendici deputate alla filtrazione che, attraverso il movimento ritmico, generano correnti d'acqua utili alla cattura delle particelle alimentari; al contrario, durante la chiusura dell'opercolo, consentono il mantenimento dell'acqua all'interno della cavità del mantello, riducendo lo stress fisiologico durante i periodi di emersione (Iglikowska et al., 2018).

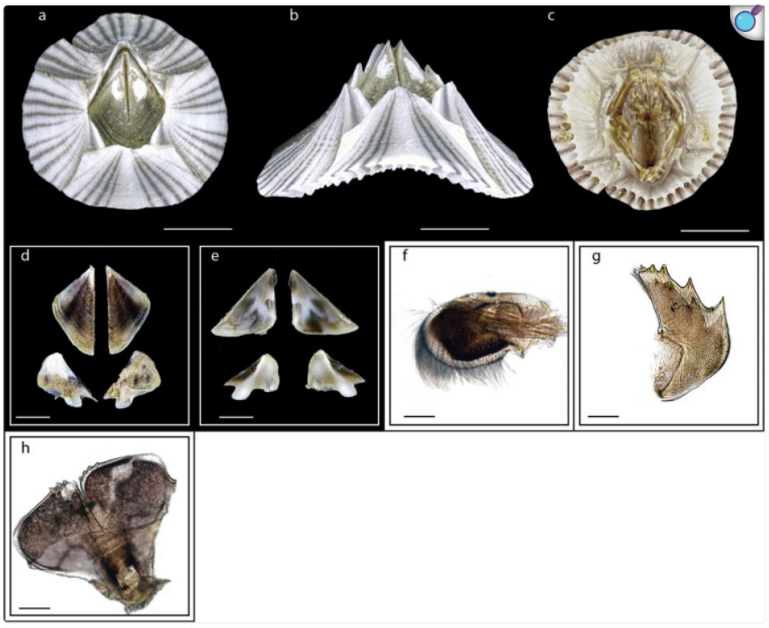


Fig. 5. Amphibalanus amphitrite *(Darwin, 1854) (MZB Cru Cir 005-4).* **A)** *vista dorsale;* **B)** *vista laterale;* **C)** *vista ventrale;* **D)** *vista esterna dello scutum e del tergum;* **E)** *vista interna dello scutum e del tergum;* **F)** *mascella;* **G)** *mandibola;* **H)** *labbro.*
Scale metriche: 4 mm (a–c); 1 mm (d, e); 0,5 mm (f–h). (Pitriana et al., 2020)

Per quanto riguarda il ciclo vitale di *Amphibalanus* sp., la fase planctonica è caratterizzata da due principali forme larvali: il nauplius e il cypris (Fig. 6). La larva nauplius attraversa una serie di mute successive, passando attraverso diversi stadi di sviluppo (generalmente quattro-sei), durante cui aumenta progressivamente di dimensioni e complessità morfologica (Fig. 6). Gli stadi naupliari svolgono principalmente una funzione dispersiva nella colonna d'acqua; infatti, il primo stadio è generalmente lecitotrofo e non alimentante, mentre gli stadi successivi sono planctotrofici e si nutrono attraverso la cattura di particelle sospese, utilizzando le appendici boccali. Le larve naupliari presentano inoltre un marcato fototattismo positivo, caratteristica che influenza la loro distribuzione nella colonna d'acqua.

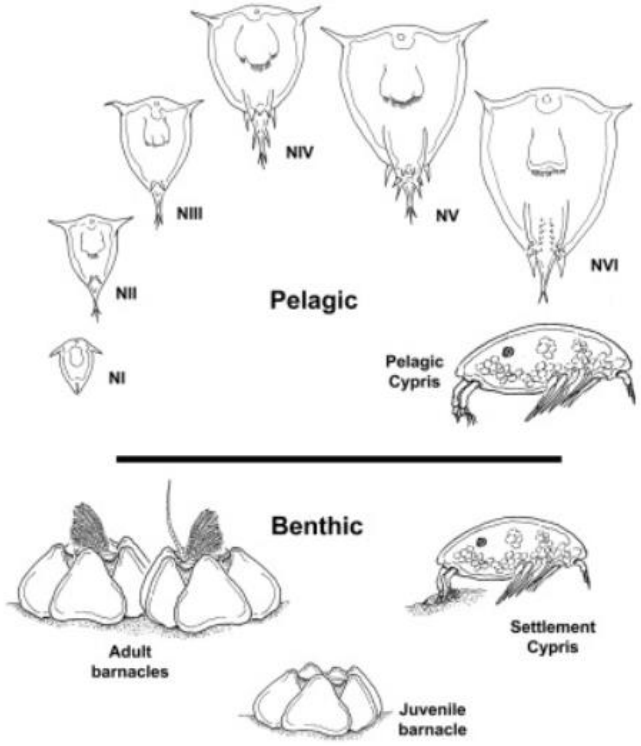


Fig. 6. *Ciclo vitale di* Amphibalanus improvisus *che mostra le larve planctoniche nauplius e cypris e gli stadi bentonici, comprendenti il cypris in fase di insediamento, lo stadio giovanile e gli adulti riproduttivi.*

Al termine dello sviluppo naupliare, il VI stadio compie una muta trasformandosi nella larva cypris, una forma non alimentante esclusiva dei cirripedi e specializzata nella ricerca del substrato (Fig. 6).

Il cypris, nonostante le differenze morfologiche che caratterizzano gli esemplari adulti di specie diverse, presenta una ridotta variabilità morfologica. In particolare, rappresenta lo stadio larvale responsabile del processo di insediamento, grazie alla capacità di esplorare attivamente le superfici mediante antennule e organi sensoriali, individuando condizioni favorevoli alla fissazione. Il terzo segmento delle antennule, infatti, svolge sia una funzione sensoriale sia adesiva, permettendo alla larva di aderire temporaneamente al substrato, prima di effettuare la metamorfosi in un giovane cirripede sessile. Le larve cypris di molte specie sono inoltre attratte dalla presenza di individui adulti della stessa specie già insediati, favorendo la colonizzazione di substrati idonei (Suárez-Morales, 2015).

I cirripedi presentano inoltre una crescita che dipende ampiamente dalle condizioni fisiologiche, dalla disponibilità energetica e delle caratteristiche ambientali, tra cui temperatura, salinità e disponibilità alimentare. In particolare, è stato osservato che condizioni sperimentali di stress associate a basse temperature e basse salinità hanno determinato una riduzione della crescita degli individui giovanili (Hadžić et al., 2022).

Nonostante gli invertebrati marini calcificanti siano particolarmente vulnerabili all'acidificazione, nel caso di *Amphibalanus* sp. il calo di pH (pH = 7.4) non ha influenzato negativamente sviluppo larvale, insediamento o crescita, ma ha modificato il processo di calcificazione della conchiglia, determinando una possibile risposta compensatoria. Tuttavia, questa maggiore calcificazione non ha garantito una maggiore resistenza, infatti la struttura della conchiglia risultava comunque più facilmente penetrabile (McDonald et al., 2009).
Ulteriori fattori che influenzano la crescita e lo sviluppo di *Amphibalanus* sp. sono la temperatura dell'acqua e la velocità della corrente; in particolare i tassi di crescita più elevati si verificano in condizioni intermedie di temperatura e flusso idrodinamico, mentre valori estremi possono limitare lo sviluppo (Nishizaki & Carrington, 2015).

Nei cirripedi balanomorfi (*acorn barnacles*), il guscio si espande radialmente attraverso le zone di crescita situate tra le placche calcaree che rivestono il corpo dell'animale, mentre l'aumento in altezza avviene mediante l'allungamento delle placche parietali nel punto in cui si uniscono al substrato.

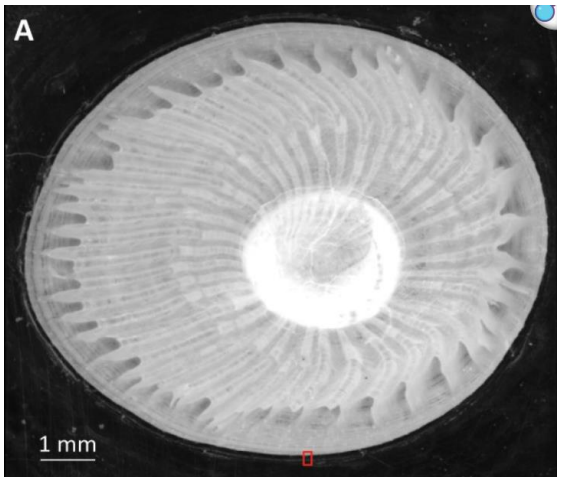


Fig. 7. *Micrografia ottica della piastra basale di un cirripede su un substrato d'oro* (Burden et al., 2014).

Inoltre, l'espansione radiale di cirripedi con base membranosa o con piastra calcificata è accompagnata dalla comparsa di anelli concentrici associati alla muta, dette linee ecdisiali. Nel caso di *Amphibalanus amphitrite*, organismo modello nel genere *Amphibalanus*, tra il margine inferiore delle placche parietali e la piastra basale è presente una regione di crescita costituita da una matrice organica composta da uno strato proteico, aderente al substrato, e da una membrana cuticolare ricca di chitina. Durante l'accrescimento questa struttura si espande radialmente e successivamente viene interessata dalla

deposizione di carbonato di calcio, che porta alla formazione della nuova porzione della piastra basale (Fig. 7) (Burden et al., 2014).

Concludendo, i cirripedi rappresentano quindi organismi particolarmente interessanti dal punto di vista forense, in quanto potenzialmente vantaggiosi per la stima del minPMSI (intervallo Post-Mortem minimo in ambiente acquatico) e del minFI (tempo minimo di immersione), grazie alla loro capacità di insediarsi su un substrato idoneo e in condizioni ambientali ottimali in tempi molto rapidi (circa 48 ore). In seguito all'insediamento, il processo di adesione alla superficie risulta essere permanente, con conseguente sviluppo dell'individuo adulto; in particolare, la presenza di esemplari rinvenuti su resti umani o reperti possono potenzialmente contribuire all'individuazione della scena primaria del crimine, considerando il profilo chimico della conchiglia e la biogeografia della specie (Magni et al., 2021).

1.1.2.2. Serpulidae

I serpulidi sono un gruppo di policheti sedentari, comprendenti oltre 500 specie e 74 generi accettati, che vivono all'interno di tubi di natura calcarea ($CaCO_3$) da loro secreti e, oltre a rappresentare un'importante componente delle comunità bentoniche associate a substrati duri, comprendono specie coinvolte nel processo di biofouling (Grenier et al., 2024; Sánchez-Ovando et al., 2023; Sun et al., 2012).

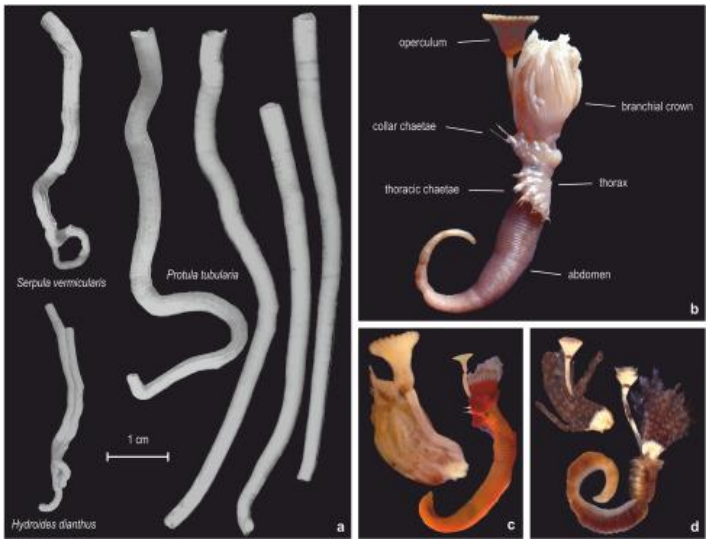


Fig. 8. A) *tubi di alcune specie selezionate che formano scogliere (reef-forming species);* **B)** Serpula vermicularis*, individuo estratto dal proprio tubo;* **C)** Serpula concharum*, opercolo e individuo estratti dal proprio tubo;* **D)** Hydroides elegans*, opercolo privo del verticillo distale e individuo estratto dal proprio tubo* (Montefalcone et. al, 2022).

Presentano un corpo suddiviso in tre regioni, rispettivamente corona branchiale, torace (formato da 7 segmenti toracici chetigeri) e addome (costituito da 10 fino a oltre 200 segmenti, rispettivamente in specie di piccole e grandi dimensioni) (Fig. 8 B). La corona branchiale è formata da radioli,

ciascuno caratterizzato dalla presenza di una doppia fila di pinnule ciliate. Generalmente, uno dei radioli è modificato a formare il peduncolo opercolare, che presenta a livello distale una struttura specializzata nota come opercolo. La corona branchiale, coinvolta nei processi di alimentazione e respirazione, è circondata alla base dal collare, che si estende nelle membrane toraciche, una caratteristica morfologica esclusiva dei Serpulidae.
I Serpulidae presentano inoltre fotorecettori, principalmente associati alla corona branchiale e all'opercolo, e possono presentarsi sotto forma di ocelli singoli, gruppi ocellari o, in alcune specie, sotto forma di occhi composti costituiti da numerosi elementi fotosensibili organizzati in modo regolare (Hove & Kupriyanova, 2009).

Tra i caratteri tassonomici più rilevanti dei Serpulidae rientra quindi l'opercolo, un radiolo modificato che svolge la funzione di struttura di chiusura del tubo quando l'animale si ritrae al suo interno. Tuttavia, sono stati descritti alcuni taxa privi di opercolo, definiti *non-operculate*; la perdita dell'opercolo, e quindi di un importante meccanismo di difesa, è stata associata all'evoluzione di strategie alternative di protezione, come strutture di ancoraggio o fenomeni di simbiosi; inoltre, è stata interpretata come un possibile adattamento a specifiche condizioni ambientali, incluse quelle caratterizzate da una ridotta disponibilità di ossigeno.
L'opercolo presenta un grado di complessità variabile tra le diverse specie: si osservano infatti forme semplici, vescicolari e prive di strutture di rinforzo, fino a forme altamente elaborate caratterizzate dalla presenza di piastre terminali chitinoidi, cappucci o spine distali. In alcuni taxa di Serpulidae, il radiolo branchiale che porta l'opercolo è morfologicamente simile agli altri radioli; nella maggior parte delle specie, invece, l'opercolo è sostenuto da un peduncolo distinto, privo di pinnule e generalmente più spesso rispetto ai radioli non modificati (1,5 – 3 volte) (Hove & Kupriyanova, 2009).

Nei Serpulidae la riproduzione è generalmente sessuata e caratterizzata dalla presenza di sessi separati; gli individui rilasciano i gameti nell'ambiente marino, in cui avvengono sia la fecondazione sia lo sviluppo embrionale. Successivamente, lo sviluppo procede attraverso una fase larvale planctonica durante cui le larve acquisiscono progressivamente la competenza necessaria per l'insediamento e la metamorfosi verso lo stadio bentonico sessile (Gosselin & Sewell, 2013). In condizioni ambientali favorevoli, come temperature dell'acqua intorno ai 25 °C, le larve iniziano l'alimentazione circa 12 ore dopo la fecondazione e possono raggiungere la competenza metamorfica intorno al quinto giorno. L'insediamento sul substrato e la successiva metamorfosi avvengono rapidamente quando le larve competenti entrano in contatto

con superfici marine ricoperte da biofilm microbici, che forniscono segnali fondamentali per l'avvio del processo di colonizzazione (Hadfield et al., 2021).

Un primo studio sulla biologia larvale di *H. elegans*, organismo modello per la famiglia Serpulidae, ha evidenziato la dipendenza di questa specie dai biofilm marini per l'avvio dei processi di insediamento e metamorfosi. Gli eventi che accompagnano l'insediamento e la metamorfosi su biofilm naturali comprendono diverse fasi:

i. esplorazione della superficie;
ii. adesione;
iii. formazione del tubo primario;
iv. perdita del prototroco;
v. morfogenesi della regione anteriore. (Carpizo-Ituarte and Hadfield, 1998) (Fig. 9).

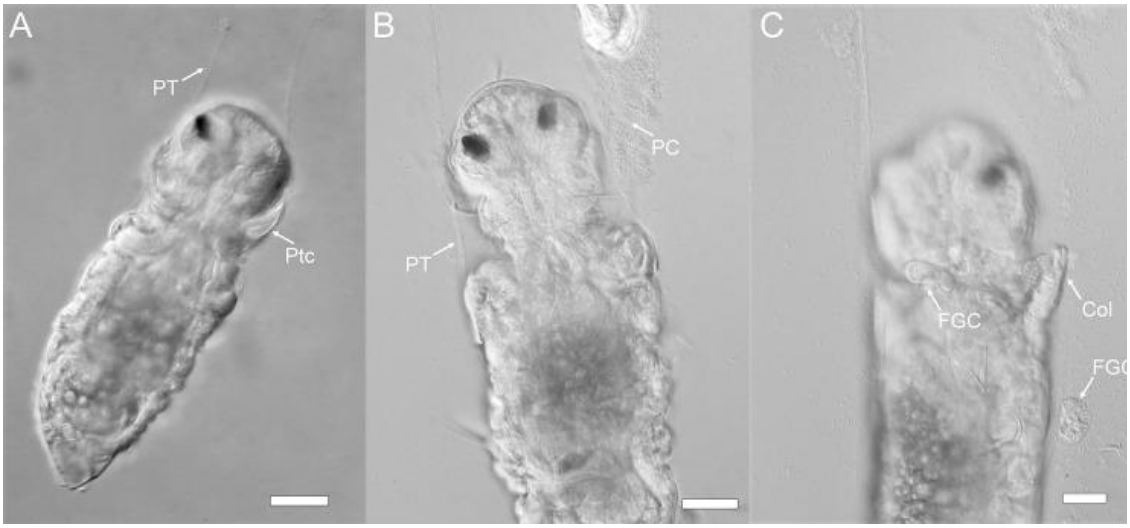


Fig. 9. *Sequenza degli eventi metamorfici in larve competenti di* Hydroides elegans *esposte a un biofilm naturale*. **A)** *Presenza delle ciglia del prototroco durante l'inizio della formazione del tubo primario;* **B)** *Perdita delle ciglia del prototroco durante la permanenza della larva nel tubo primario;* **C)** *Perdita delle cellule del solco alimentare ed estroflessione del collare. Scala metrica: 20 µm* (Hadfield et. al, 2021).

Gli studi sulle condizioni idrodinamiche degli habitat di *H. elegans* hanno dimostrato che l'ancoraggio alla superficie deve precedere la perdita del prototroco, poiché consente alla larva di resistere alle correnti e completare con successo l'insediamento e la metamorfosi.

È stato inoltre evidenziato che le specie del genere *Pseudoalteromonas*, componenti comuni dei biofilm marini superficiali, sono note per la capacità di indurre l'insediamento e la metamorfosi di numerosi invertebrati marini, tra cui il polichete serpulide *Hydroides elegans*. Tuttavia, questa

capacità varia tra specie e ceppi batterici, indicando che specifiche componenti molecolari del biofilm sono responsabili dell'attività induttiva. Studi condotti su *Pseudoalteromonas luteoviolacea* hanno evidenziato che la capacità di stimolare l'insediamento di *H. elegans* non dipende semplicemente dalle caratteristiche fisiche del biofilm (come densità cellulare o spessore), ma dalla presenza di specifici segnali prodotti dai batteri. Questi risultati sottolineano il ruolo fondamentale dei biofilm microbici come mediatori del reclutamento larvale e della successiva formazione del biofouling su superfici marine (Huang et al., 2012).

Gli invertebrati marini, tra cui gli stessi serpulidi, sono particolarmente vulnerabili a fattori ambientali, quali temperatura, salinità, pH e disponibilità di nutrienti, infatti, tali fattori influenzano la presenza, la distribuzione e lo sviluppo degli organismi marini. In particolare, le variazioni di temperatura durante le prime fasi di sviluppo risultano cruciali per la sopravvivenza degli esemplari, in quanto un aumento di temperatura oltre il normale intervallo di tolleranza può causare anomalie nello sviluppo embrionale e larvale (Sánchez-Ovando et al., 2023).

In conclusione, i serpulidi svolgono numerose funzioni all'interno degli ecosistemi marini, contribuendo alla produzione di biomassa, alla biocostruzione, ma anche alla deposizione e allo stoccaggio di carbonato. Inoltre, partecipano a importanti servizi ecosistemici, come la filtrazione dell'acqua. Tuttavia, questi organismi rappresentano anche componenti rilevanti del biofouling, poiché la formazione delle loro strutture calcaree può determinare il deterioramento di manufatti e strutture sommerse, con conseguenti rilevanti impatti economici (Montefalcone et al., 2022). Proprio grazie alla loro capacità di colonizzare substrati sommersi e di svilupparsi secondo dinamiche influenzate da fattori ambientali e temporali, i serpulidi possono rappresentare potenziali indicatori biologici utili per la ricostruzione spazio-temporale di eventi di immersione, trovando applicazione anche nell'ambito della biologia marina forense.

1.1.2.3. Bryozoa

I briozoi, di cui sono state attualmente descritte 6000 specie, sono organismi acquatici, prevalentemente sessili e coloniali, costituiti da unità modulari di piccole dimensioni, generalmente inferiori a 1 mm, definite zooidi (Ciavatta et al., 2020; Cocito, 2009).
Sebbene la morfologia degli zooidi possa variare tra le diverse specie, tutti i briozoi condividono un'organizzazione strutturale di base. Lo zooide predominante è rappresentato dall'autozooide, costituito da uno scheletro esterno, generalmente calcificato, e da una porzione molle interna, definita polipide, comprendente il lofòforo, una corona di tentacoli ciliati, l'apparato digerente

e le strutture sia muscolari sia nervose associate (Fig. 10). Il lofòforo è l'organo deputato all'alimentazione: mediante variazioni della pressione idrostatica del fluido corporeo viene estroflesso per filtrare le particelle organiche sospese nella colonna d'acqua e, in caso di disturbo, viene rapidamente retratto all'interno dello zooide grazie all'azione dei muscoli retrattori (Fig. 10). Nella porzione distale dello zooide è presente un'apertura, detta orifizio, attraverso cui emergono sia il lofòforo sia i tentacoli; in molte specie tale apertura è protetta da un opercolo mobile che si chiude quando il polipide viene retratto (Fig. 10). L'apparato digerente ha una caratteristica conformazione a U, con l'ano situato all'esterno della corona tentacolare, mentre sono assenti apparati respiratorio, circolatorio ed escretore (Ryland, 2005) (Fig. 9).

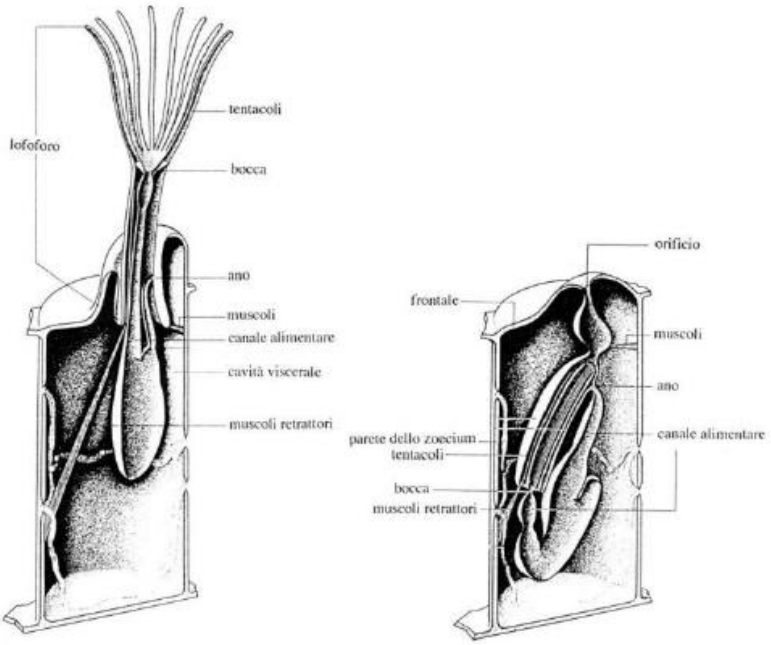


Fig. 10. *Caratteristiche morfologiche di un briozoo vivente in sezione longitudinale: a sinistra un polipide estroflesso e a destra un polipide retratto.*

All'interno della colonia, gli zooidi possono essere specializzati nello svolgimento di differenti funzioni, dando origine al cosiddetto polimorfismo zooidale. Oltre agli autozooidi, responsabili dell'alimentazione, possono infatti essere presenti aviculari, responsabili della difesa della colonia, ma anche vibraculari, deputati alla funzione di pulizia e prevenzione dell'insediamento di epibionti (Ryland, 2005).

Dal punto di vista riproduttivo, la maggior parte dei briozoi è ermafrodita e le colonie possono presentare ermafroditismo zooidale oppure gonocorismo zooidale, con zooidi maschili e

femminili distinti. Nelle specie che presentano polimorfismo riproduttivo sono presenti i gonozooidi, zooidi specializzati nella funzione riproduttiva (Ciavatta et al., 2020).

Il ciclo vitale è caratterizzato sia da una fase di riproduzione sessuale sia da una fase di riproduzione asessuata. Ogni colonia ha infatti origine da una larva planctonica formatasi attraverso riproduzione sessuale che, dopo essersi insediata su un substrato idoneo, va incontro a metamorfosi, trasformandosi nello zoide fondatore, detto ancestrula. Da quest'ultimo, mediante gemmazione asessuata, si sviluppano nuovi zooidi che permettono lo sviluppo della colonia (Fig. 11) (Ciavatta et al., 2020).

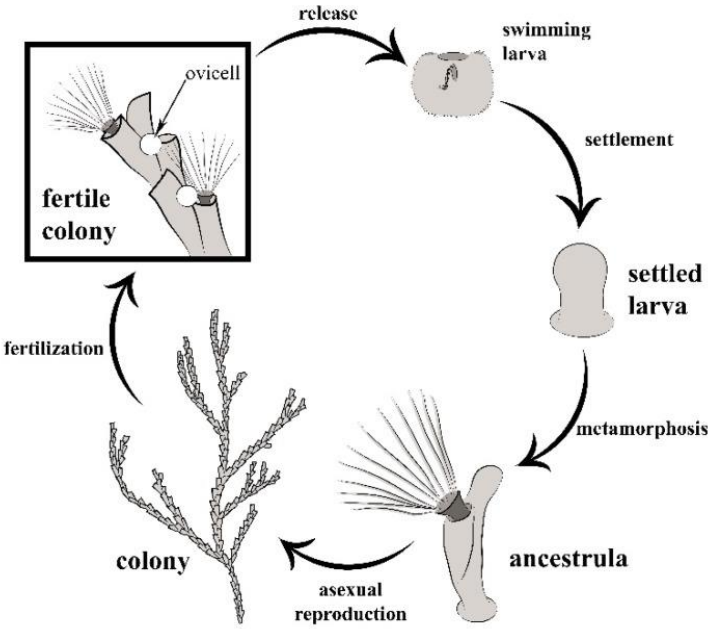


Fig. 11. *Rappresentazione schematica del ciclo vitale di* Bugula neritina *(Ciavatta et al., 2020).*

La struttura modulare delle colonie consente ai briozoi di sviluppare differenti modalità di accrescimento e morfologie, strettamente correlate alle condizioni ambientali in cui si insediano. In particolare, l'architettura coloniale rappresenta un adattamento alle caratteristiche dell'habitat, consentendo alle colonie di resistere ad ambienti caratterizzati da elevata energia idrodinamica, dovuta a correnti e moto ondoso, o da rapidi tassi di sedimentazione (Fig. 12 A – B). Le colonie possono presentare scheletri rigidi costituiti da zooidi contigui, strutture articolate prive di punti di flessione oppure segmenti rigidi collegati da giunti flessibili di natura chitinosa (Fig. 12 A). In altre specie, invece, la colonia risulta flessibile come conseguenza di una calcificazione ridotta o incompleta, mentre alcune forme sono completamente prive di scheletro calcificato e possono fungere da substrato per l'insediamento di briozoi epibionti calcificati (Fig. 12 A). Inoltre, l'orientamento della colonia rispetto il substrato dipende dall'esposizione della superficie filtrante per ottimizzare la cattura del cibo. Si possono infatti distinguere colonie incrostanti (mono o pluristratificate) (Fig. 12 B – 13 A), mentre su superfici levigate tendono a formarsi colonie unilaminari (Fig. 12 B). In alcuni casi le colonie incrostanti, sovrapponendo più strati, riescono a incorporare altri organismi, formando per esempio colonie perennanti/erette

(Fig. 12 B – 13 B), forme che favoriscono l'accesso al cibo nella colonna d'acqua e diminuiscono la competizione per il substrato. Alcune colonie erette possono presentare una struttura a peduncolo, mentre alcuni briozoi fossili presentavano una struttura "fungiforme" (Fig. 12 B) (Cocito, 2009).

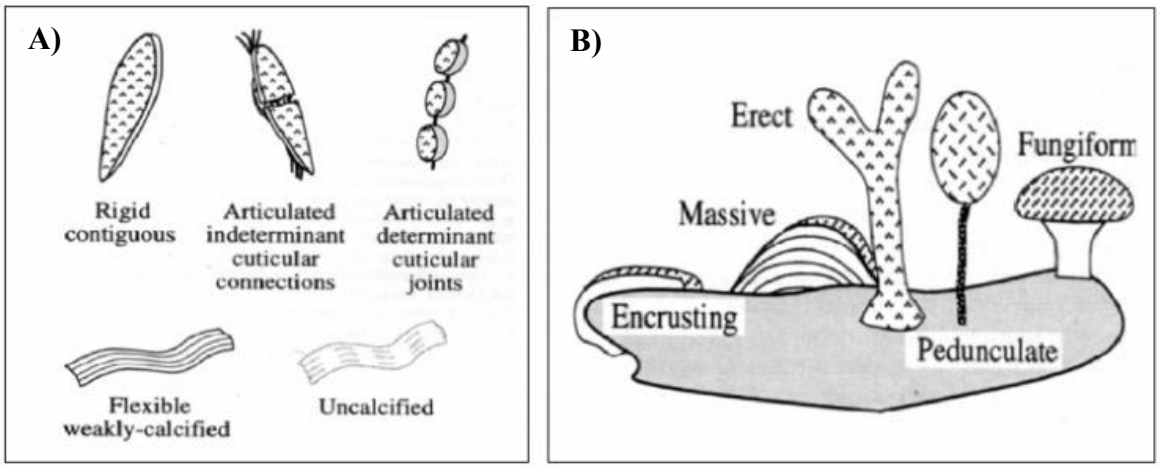


Fig. 12 A). *Modalità di costruzione (a sinistra) e* **B)** *di orientamento della colonia rispetto al substrato (destra)* (Cocito, 2009).

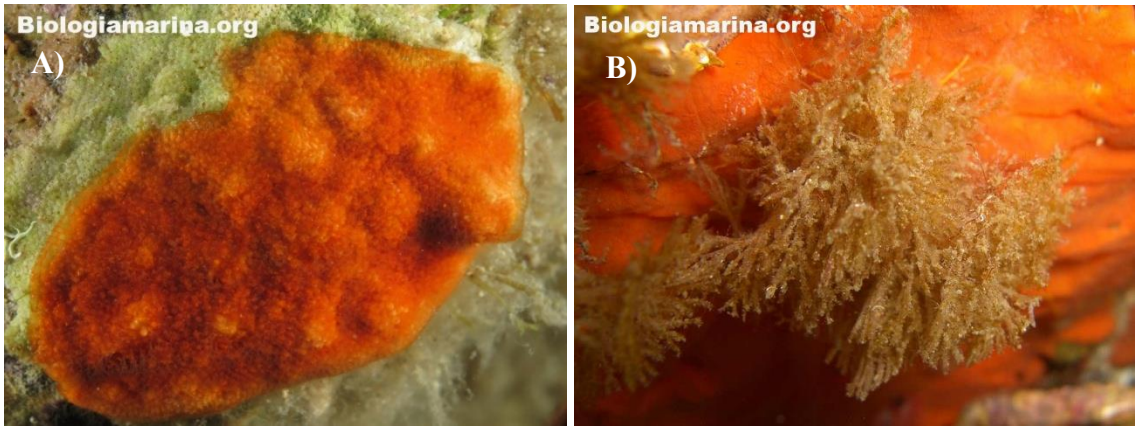


Fig. 13 *Esempi di differenti morfologie coloniali nei briozoi:* **A)** *forma incrostante (*Schizoporella dunkeri*) e* **B)** *forma eretta arborescente (*Bugula neritina*).*

Dal punto di vista ecologico, i briozoi sono organismi fondamentali in quanto filtratori presenti in ambienti marini, salmastri e di acqua dolce; inoltre, rappresentano una fonte di nutrimento per vari predatori, come nudibranchi, ma forniscono anche un habitat per altri organismi, come nematodi, giovani bivalvi e piccoli crostacei (Ciavatta et al., 2020).

In conclusione, le caratteristiche biologiche e strutturali dei briozoi, unite alla persistenza delle loro biocostruzioni calcaree nel tempo, li rendono organismi di particolare interesse

nella biologia marina forense, con potenziali applicazioni nello sviluppo di protocolli standardizzati per la stima del tempo di permanenza di reperti sommersi.

2. SCOPO

Le scienze forensi comprendono discipline scientifiche che permettono di integrare conoscenze provenienti da biologia, chimica e fisica, al fine di analizzare tracce e reperti utili in ambito legale e investigativo, ponendosi come obiettivo la ricostruzione di eventi e l'accertamento di fatti avvenuti.

Nell'ambito delle scienze forensi, la biologia e le relative metodologie assumono un ruolo chiave nell'analisi di tracce organiche e, in tale contesto, la biologia forense applicata all'ambiente marino estende le suddette analisi a ecosistemi acquatici di varia tipologia, permettendo di interpretare tracce ed evidenze in uno scenario complesso.

Infatti, l'ambiente marino è sempre più frequentemente soggetto di indagini giudiziarie di natura eterogenea, tuttavia, nonostante l'elevata attività antropica, risulta essere un ecosistema colonizzato in modo notevolmente minore rispetto alla terraferma, consentendo un più agevole impiego dell'ambiente marino in dinamiche di interesse investigativo.

La biologia marina forense rappresenta quindi un ambito emergente delle scienze forensi e il presente lavoro si pone l'obiettivo di approfondire metodologie e potenzialità inerenti alla datazione di reperti rinvenuti in ambiente marino, attraverso lo studio di organismi sessili in grado di colonizzare la superficie di diversi materiali posti a profondità differenti, rispettivamente a 0,5 m, 7,5 m e 15 m.

Vengono inoltre considerate le temperature misurate mediante Data-logger, registrate durante il periodo dei campionamenti (maggio 2025 – marzo 2026).

Lo studio è quindi finalizzato a ottenere strumenti utili per future indagini basate su tracce e reperti rinvenuti in contesto marino.

3. MATERIALI E METODI

3.1. Materiali

La fase preliminare dello studio ha avuto come obiettivo la selezione dei materiali su cui è stata condotta la ricerca. Pertanto, sulla base di una revisione sistematica della letteratura, sono stati individuati materiali di uso comune e compatibili con potenziali reperti di interesse giudiziario.

3.1.1. Preparazione dei materiali rigidi

Nonostante l'ampia varietà di tipologie di materiali che potrebbero costituire un reperto esposto in ambiente marino, la selezione è stata limitata a quattro materiali, al fine di focalizzare l'analisi della presente ricerca su:

- compensato multistrato di legno
- acciaio INOX
- PVC
- pellame

Sono quindi stati ricavati, per ogni materiale selezionato, 36 repliche di forma quadrata con dimensione pari a 80x80 mm; successivamente ognuno di essi è stato forato in corrispondenza di ciascun vertice per consentire di fissarlo tramite fascette stringi-cavo all'apposito supporto per l'esposizione nominato "frame" (Fig. 14).

Sono stati utilizzati in totale 3 frame, costituiti da telai pre-forati in PVC con dimensione pari a 120x80 cm. Quindi, sono state preparate 3 repliche per ciascun materiale per ogni stagione, rispettivamente estate, autunno, inverno e primavera. I diversi campioni sono quindi stati suddivisi e fissati, mediante fascette da elettricista, ai 3 telai, successivamente posizionati alle profondità di 0,5 m, 7,5 m e 15 m, così da ottenere 3 repliche di ciascun materiale su ogni telaio. In particolare, le repliche sono state distribuite casualmente, così da escludere in modo da escludere il bias legato alla posizione dei campioni all'interno del frame.



Fig. 14. *Preparazione dei campioni*

3.1.2. Preparazione dei tessuti

Sono stati inoltre esposti tessuti di diversa produzione e tipologia, successivamente impiegati per l'analisi molecolare finalizzata all'identificazione delle specie. Sono quindi stati selezionati i seguenti materiali:

- cotone (elasticizzato e non elasticizzato)
- jeans
- pile
- lana
- tessuto simil giacca nautica (trama con strato in PVC)

Per ogni materiale sono quindi state ottenute strisce di lunghezza pari a 12 cm e larghezza pari a 1 cm (Fig. 15 A), fissate ai telai precedentemente descritti mediante l'utilizzo di fascette da elettricista (Fig. 15 B). In particolare, è stata fissata una replica per ciascuna tipologia di tessuto su ogni pannello di supporto, quindi su ogni telaio sono stati fissati 5 campioni, per un totale di 15 campioni.



Fig. 15 A. *Preparazione dei tessuti (cotone, jeans, pile, lana, tessuto simil giacca*



Fig. 15 B. *Metodo di fissaggio dei tessuti sui pannelli.*

3.1.3. Preparazione frame da esposizione

Prima dell'immersione in mare, i frame sono stati forati in numerosi punti per consentire la corretto posizionamento dei campioni mediante fascette da elettricista (Fig 16). Sono inoltre stati effettuati alcuni fori per fissare le cime, precedentemente tagliate di lunghezza adeguata, per consentire il corretto posizionamento dei 3 telai alle rispettive profondità di 0,5 m, 7,5 m e 15 m.

Su ciascun telaio è stato inoltre applicato un data-logger, solo dopo termosaldatura all'interno di 3 strati di sacchetti di plastica, al fine di registrare la temperatura (Fig 17 – 18 – 19).



Fig. 16. *Preparazione dei pannelli.*

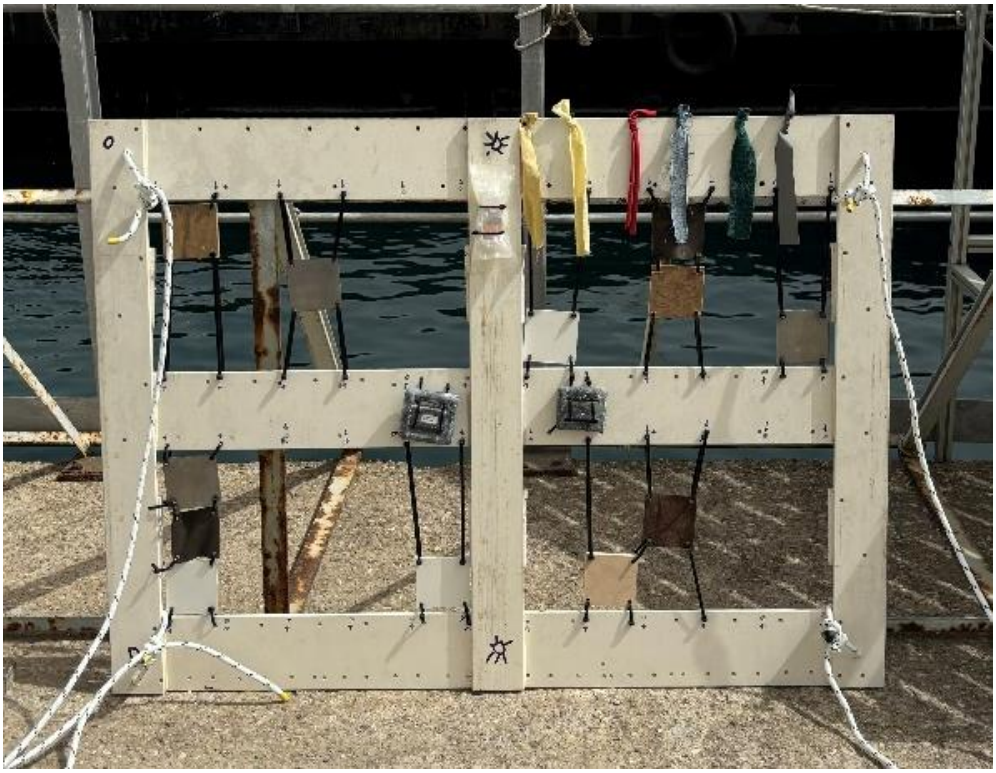


Fig. 17. *Pannello 0,5 m completo alla prima immersione.*



Fig. 18. *Pannello 7,5 m completo alla prima immersione.*



Fig. 19. *Pannello 15 m completo alla prima immersione.*

3.2. Metodi

3.2.1 Esposizione in mare

Il disegno sperimentale prevede di immergere 3 frame a differenti valori di profondità, rispettivamente 0,5 m, 7,5 m e 15 m. Come precedentemente descritto, ogni frame alloggia 3 repliche per ognuno dei 4 materiali utilizzati, per un totale di 12 repliche al momento della prima immersione; quindi, per ogni stagione (estate, autunno, inverno e primavera), sono state immerse 3 repliche per ogni materiale per ciascuna profondità, rispettivamente 0,5 m, 7,5 m e 15 m, per un intervallo di tempo pari a un anno. Inoltre, in ogni frame è presente una replica per ogni tipologia di tessuto, per un totale di 5 tessuti per ciascun pannello (Fig. 17 – 18 – 19).

Una volta avvenuta l'immersione dei pannelli, questi sono stati estratti ogni 45 giorni per essere osservati, fotografati e campionati; mentre ogni 90 giorni, dopo documentazione fotografica e campionamento, sono stati rimossi i campioni relativi alla stagione in esame, essendo trascorso un anno dalla loro immersione (Fig. 20).

In corrispondenza di ciascun campionamento, sono stati scaricati i dati raccolti dai data-logger, per poi essere nuovamente sigillati e immersi; mentre i tessuti sono stati aggiunti esclusivamente all'inizio dell'esperimento.

L'esposizione in mare di ogni materiale immerso in ogni stagione ha una durata totale di un anno, quindi, essendo che i materiali sono stati immersi in differenti stagioni, la durata complessiva del test è quasi due anni (Fig 20). In questa tesi vengono riportati e trattati i dati relativi gli ultimi undici mesi del periodo di esposizione (maggio 2025 – marzo 2026).

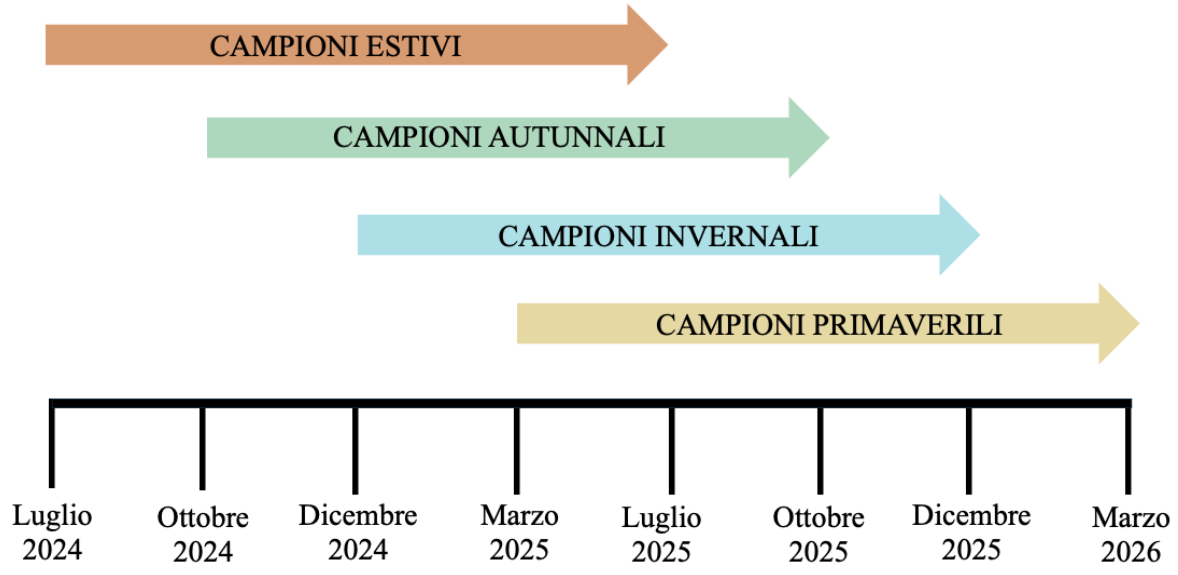


Fig. 20. *Time-line esposizione e successivi campionamenti*

3.2.1.1 Immersione frame

Sono state effettuate diverse prove per verificare l'efficacia sia delle zone di immersione dei pannelli sia delle modalità utilizzate per sigillare i data-logger; in particolare, questi sono stati rivestiti con quattro pellicole in plastica, termosaldate tra loro.

Quindi, è stato inizialmente posizionato un pannello di prova alla profondità di 0 m, mentre è stato immerso un data-logger alla profondità di 10 m, per poi essere mantenuti in acqua per una settimana.

Durante la fase preparatoria sono stati ottenuti risultati positivi, pertanto, in data 19 giugno 2024 (Fig. 21 – 22 – 23), sono stati immersi i 3 pannelli precedentemente descritti, ciascuno completo di data-logger, 4 materiali, 6 tessuti, pesi e cime per il corretto mantenimento in acqua.

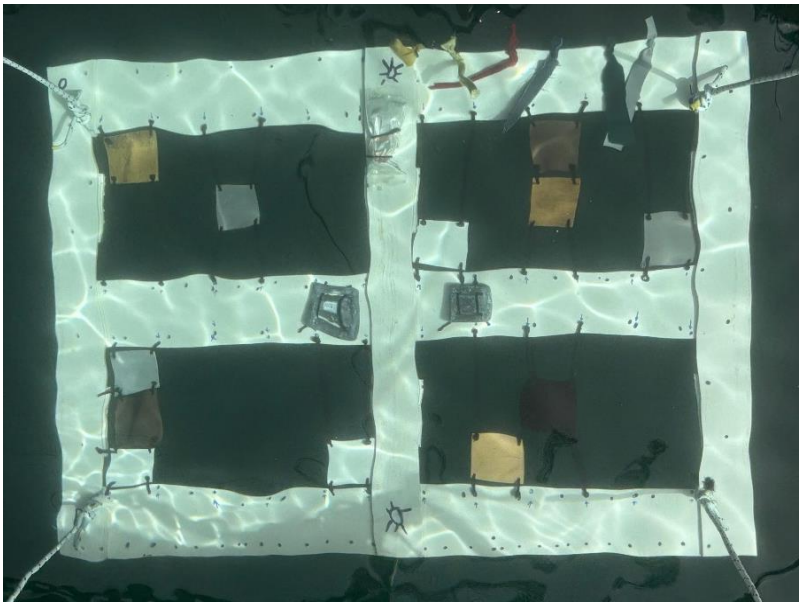


Fig. 21. *Pannello 0,5 m in acqua.*

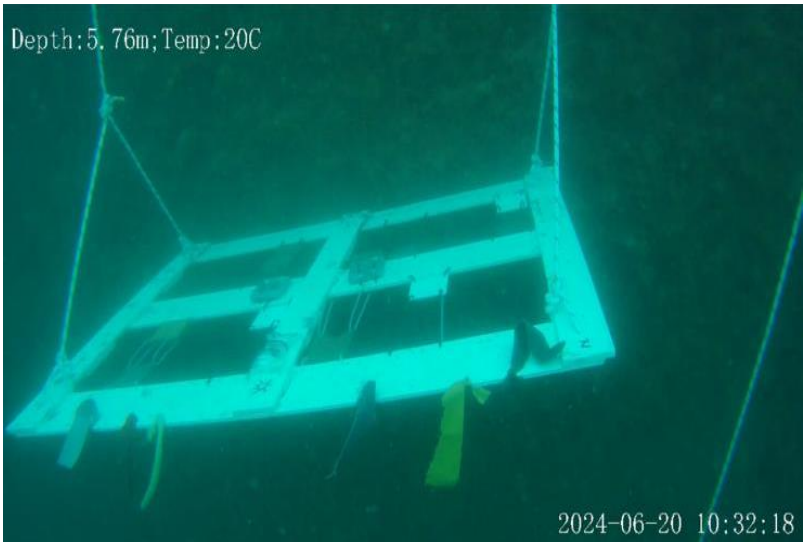


Fig. 22. *Pannello 7,5 m in acqua.*

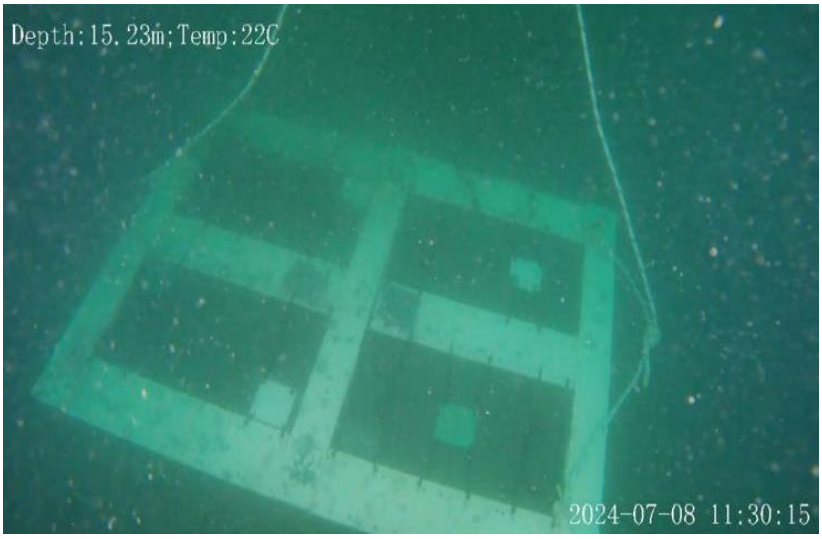
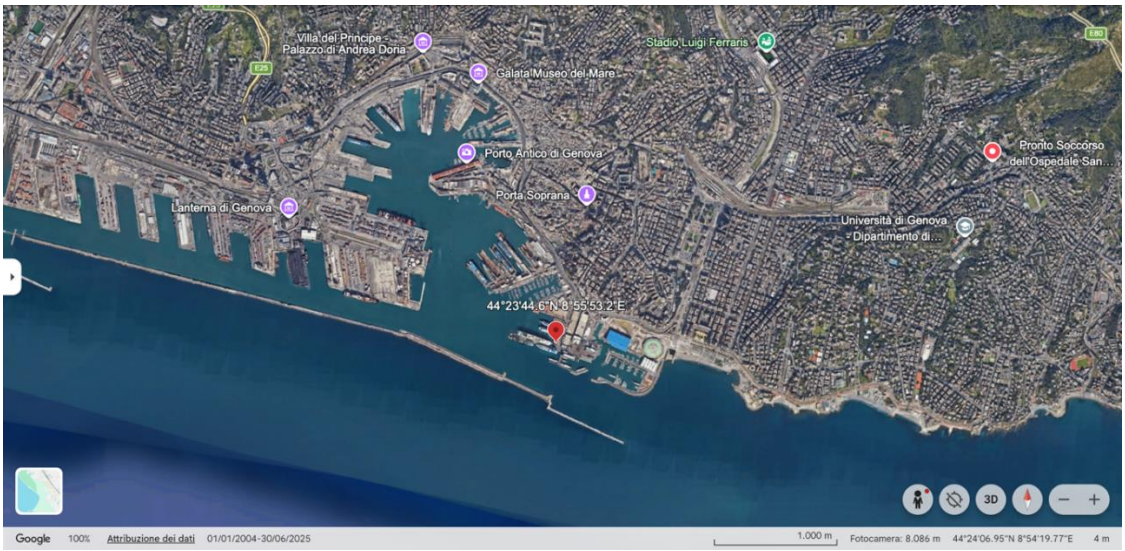


Fig. 23. *Pannello 15 m in acqua.*

Per ogni pannello viene mantenuta una posizione in direzione orizzontale e parallela sia alla superficie dell'acqua sia al fondale marino. In particolare, viene scelto questo orientamento in quanto confermato da diversi studi sperimentali, infatti sostengono che il reclutamento di organismi bentonici sia maggiore su superfici con questa specifica inclinazione rispetto a strutture disposte in posizione verticale (Glasby, 1999a); (Connell, 1985a). Nonostante questo fenomeno non sia ancora stato completamente chiarito, l'ipotesi più plausibile sostiene dipenda dall'interazione tra fattori biotici e abiotici.

I pannelli sono quindi stati immersi nel porto di Genova presso la Stazione Marina Sperimentale dell'Istituto per lo Studio degli Impatti Antropici e della Sostenibilità in Ambiente Marino del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IAS) (Fig. 24 – 25).



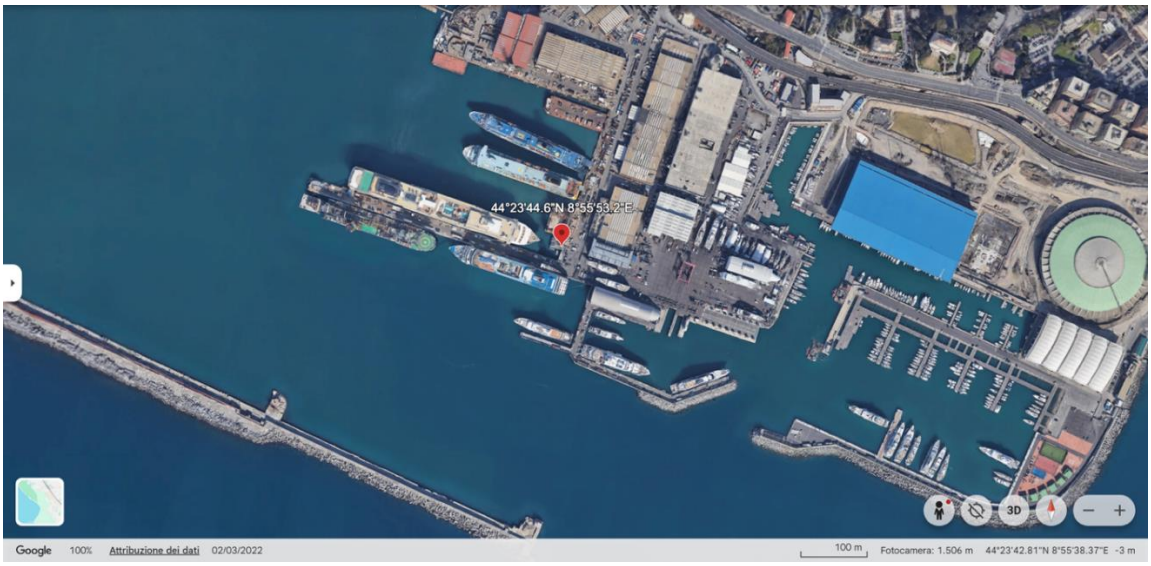


Fig. 24 – 25. *Luogo di esposizione dei pannelli (Stazione Marina CNR-Genova).*

3.2.1.2 Campionamento

In data 27 maggio 2025, 30 giugno 2025, 30 luglio 2025, 30 settembre 2025, 25 novembre 2025, 19 dicembre 2025, 21 gennaio 2026 e 23 marzo 2026, tutti i frame sono stati estratti stati estratti dall'acqua, per essere fotografati e campionati (Fig. 26).

Per ogni pannello, le repliche di ciascun materiale sono state fotografate distinguendo il lato esposto alla luce e il lato non esposto; inoltre, sono stati prelevati campioni mediante l'utilizzo di tamponi sterili, successivamente trasferiti in provette da 50 mL, etichettate riportando data del campionamento, profondità, materiale e stagione, per poi essere congelati a una temperatura di -20°C.

Per quanto riguarda i campioni di tessuto, sono stati prelevati provini di circa 1 cm, successivamente trasferiti in provette da 50 mL, etichettate come per i materiali rigidi, per poi essere congelati a -20°C.

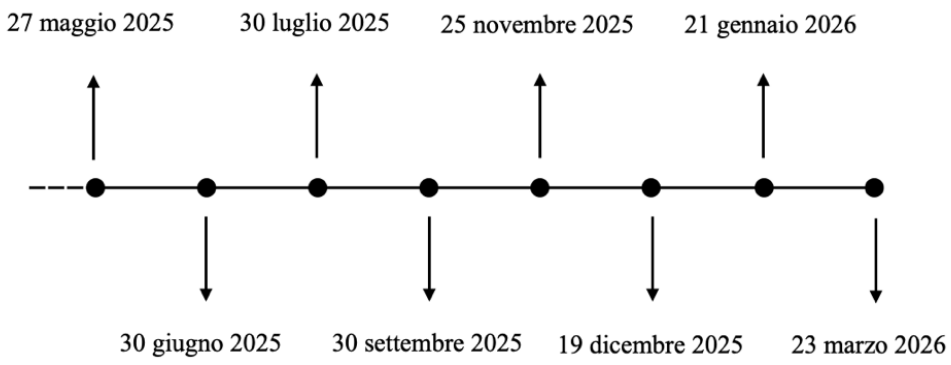


Fig. 26. *Time-line estrazione pannelli e relativi campionamenti*

3.2.2. Caratterizzazione

3.2.2.1. Osservazione macroscopica

Ogni 45 giorni, i pannelli sono stati estratti dall'ambiente marino e le repliche di ciascun materiale rigido sono state osservate, commentate e fotografate singolarmente, differenziando, per ciascun campione, il lato esposto alla luce e il lato in ombra.

Sono quindi stati annotati gli organismi maggiormente presenti e i materiali che, a livello macroscopico, risultano essere più informativi. È stato inoltre osservato il diverso grado di ricoprimento e di crescita dei vari organismi in base alla tipologia di substrato. Infine, è stata annotata l'eventuale perdita di repliche di materiali rigidi.

Esattamente come per i materiali rigidi, anche i tessuti sono stati osservati, riportando un eventuale strappo del materiale o una sua decomposizione.

3.2.2.2. Valutazione grado di ricoprimento

Durante la fase di osservazione macroscopica sono state effettuate fotografie al fine di valutare la condizione generale di ciascun pannello e campione, per quanto riguarda i materiali rigidi. Sono quindi state scattate in totale più di mille fotografie, comprendendo sia foto dei pannelli interi sia dei singoli campioni, differenziando tra lato esposto alla luce e lato in ombra.

Le fotografie sono state scattate utilizzando una fotocamera con una risoluzione di 12 MP, successivamente le immagini sono state scaricate e suddivise in diverse cartelle, raggruppandole per data di campionamento e profondità.

Il grado di ricoprimento di ciascun campione è stato valutato utilizzando il software PhotoQuad (Trygonis & Sini, 2012), un programma che consente di stimare la percentuale di ricoprimento di un campione da parte di diverse classi di organismi di interesse, distribuendo in modo casuale 100 punti sull'area del campione, successivamente classificati ed etichettati dall'operatore.

Per ottenere il grado di ricoprimento è stata creata, mediante Excel2016, una libreria contenente le famiglie degli organismi osservati a livello macroscopico sulle repliche di ciascun materiale (Tab. 1).

Per ciascuna immagine, relativa a uno specifico materiale, è stato applicato il seguente procedimento: una volta caricata sia la fotografia sia la libreria nel software PhotoQuad, si seleziona l'area di interesse, ovvero l'area del campione di materiale rigido, per poi distribuirvi 100 punti in modo casuale (Fig. 27). Quindi, a ciascun punto viene assegnata la famiglia di appartenenza.

Terminata la nomenclatura di tutti i punti (Fig. 28 – 29), sono state riportate le percentuali di ricoprimento di ciascuna popolazione in un file Excel, suddivisi per data di campionamento, profondità e lato luce/buio, indicando inoltre il materiale e la relativa stagione.

SPECIES NAME	SPECIES ID	GROUP NAME	GROUP ID
Briozoi incrostanti	6	Bryozoa	3
Briozoi arborescenti	8	Bryozoa	3
Alghe verdi	9	Algae	1
Alghe rosse	11	Algae	1
Amphibalanus	12	*Amphibalanus*	4
Serpulidae	13	Serpulidae	5
Slime	14	Slime	6
Sedimento	15	Sedimento	7
Non ricoperto	16	Non ricoperto	9
Ophiuroidae	17	Ophiuroidae	10
Bivalvia	18	Bivalvia	11
Ossidato	19	Ossidato	12
Teredinidae	20	Teredinidae	13
Ascidiacea	21	Ascidiacea	14

Tab. 1. *Tabella utilizzata su PhotoQuad per valutare il grado di ricoprimento.*



Fig. 27. *Distribuzione casuale di 100 punti su campione PVC a 0,5 m di profondità (Software PhotoQuad).*

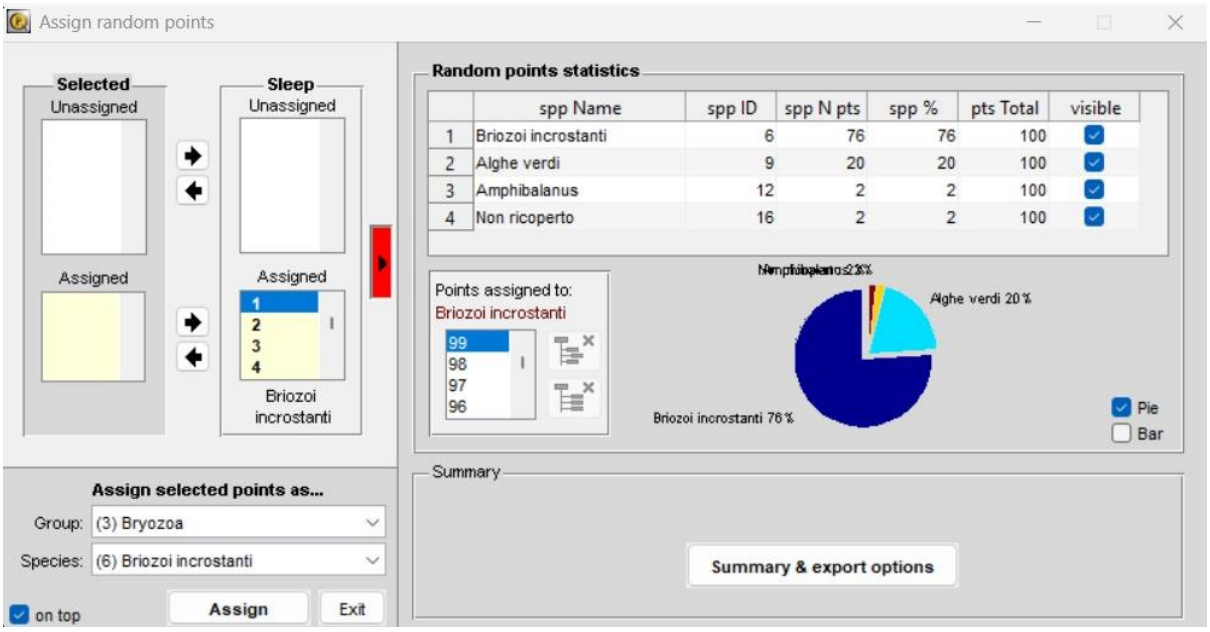


Fig. 28. *Grafico a torta inerente nomenclatura di 100 punti casuali su campione PVC a 0,5 m di profondità (Software PhotoQuad).*

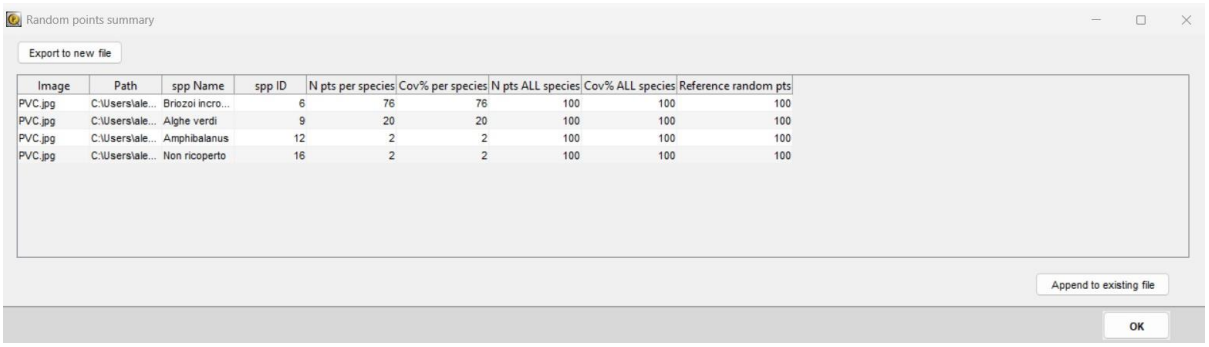


Fig. 29. *Tabella riassuntiva dati campione PVC a 0,5 m di profondità (Software PhotoQuad).*

3.2.2.3. Misura organismi

Il software PhotoQuad permette inoltre di misurare il diametro degli organismi di maggior interesse, presenti su ciascuna replica di ogni materiale. In particolare, sono stati misurati i diametri, espressi in cm, di diversi esemplari di *Amphibalanus* sp., presenti su ogni materiale a ogni profondità per poterne valutare la crescita nel tempo.

Si procede quindi caricando l'immagine di un campione nel software PhotoQuad e, dopo un'adeguata calibrazione dello strumento, si seleziona l'area di interesse mediante la funzione *"detect"*. Come precedentemente descritto, ciascun campione ha una dimensione pari a 8x8 cm, quindi, mediante la funzione *"calibrate"* del software, è stato possibile convertire i pixel in cm al fine di stimare correttamente le dimensioni degli organismi di interesse.

Questo procedimento è stato ripetuto per tutti i campioni che presentassero esemplari di cui sia stato possibile osservare la crescita nel tempo, durante il periodo di campionamento (maggio 2025 – marzo 2026).

Quindi, sono state confrontate le misure degli organismi ottenute dall'analisi delle immagini del primo campionamento con le misure determinate nei campionamenti successivi, con l'obiettivo di valutare la variazione di crescita degli esemplari di interesse, ma al tempo stesso anche la densità di crescita/dimensione delle varie popolazioni sui diversi materiali e alle diverse profondità.

Concludendo, sono stati considerati esclusivamente gli organismi che sono risultati viventi negli 8 campionamenti svolti durante il periodo maggio 2025 – marzo 2026.

3.2.2.4 Analisi molecolare

Ogni replica di ciascun materiale è stata campionata mediante l'utilizzo di tamponi sterili, per poi essere congelati a temperatura pari a -20°C in apposite provette, etichettate accuratamente con data di campionamento, materiale, stagione e profondità (Fig. 30).

Sono stati inoltre prelevati campioni di dimensione pari a 1 cm^2 di ciascun tessuto, successivamente conservati a -20°C in provette accuratamente etichettate (Fig. 30).

I campioni raccolti sono stati trasferiti presso l'Università di Trieste per successive analisi molecolari al fine di ottenere una corretta identificazione degli organismi sviluppatesi sui diversi materiali e tessuti.



Fig. 30. *Campioni raccolti mediante tamponi e conservati in provette etichettate.*

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1. Osservazione macroscopica e Valutazione grado di ricoprimento

4.1.1. Materiali rigidi

Come illustrato nei capitoli precedenti, il biofouling è influenzato da numerosi fattori abiotici, tra cui temperatura, profondità, disponibilità di luce, salinità, correnti marine e tipologia di substrato. L'influenza di tali parametri è stata valutata sia mediante osservazioni macroscopiche effettuate in campo sia mediante analisi della documentazione fotografica acquisita durante i campionamenti, consentendo di evidenziarne gli effetti sui materiali esposti nel presente studio. Al fine di facilitare l'analisi e il confronto dei risultati, i dati sono stati suddivisi in funzione della profondità di esposizione. Per ciascun campionamento vengono quindi riportati separatamente i risultati relativi le tre profondità analizzate, rispettivamente 0,5 m, 7,5 m e 15 m.

Per quanto riguarda la valutazione del grado di ricoprimento, vengono analizzati i principali organismi coinvolti nel biofouling (Tab. 1), i cui grafici a barre vengono riportati nella sezione Appendice.

In ogni campionamento è inoltre possibile osservare specifiche differenze nel ricoprimento tra lato esposto alla luce e lato non esposto.

4.1.1.1. Osservazione macroscopica

4.1.1.1.1 Frame 0,5 m

Primo campionamento (27 maggio 2025)

Per quanto riguarda il legno, sono stati persi i provini relativi le immersioni estive e invernali, probabilmente a causa del deterioramento del materiale consumato dai borers. I campioni immersi in autunno presentano prevalentemente alghe verdi e alghe rosse sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra è caratterizzato da un notevole aumento di balani, serpulidi e briozoi arborescenti, con contemporanea riduzione di alghe rosse; inoltre, si osservano slime e zone non ricoperte su entrambi i lati (Fig. 31 – 32). I provini immersi in primavera sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, con aumento di zone non ricoperte e comparsa di balani, serpulidi e slime sul lato in ombra (Fig. 31 – 32).

I provini di PVC immersi in autunno esposti alla luce presentano briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, alghe verdi, alghe rosse e, in misura minore, balani e serpulidi; si osserva inoltre un ricoprimento analogo nei provini immersi in inverno esposti alla luce (Fig. 31 – 32). Nei provini autunnali in ombra si osserva un aumento di briozoi arborescenti, mantenendo un

ricoprimento simile per quanto riguarda alghe verdi e alghe rosse; mentre i provini immersi in inverno e non esposti alla luce sono ricoperti prevalentemente da balani (Fig. 31 – 32). I provini immersi in primavera, sia sul lato esposto alla luce sia sul lato in ombra, sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi e alghe rosse, con comparsa di balani e serpulidi sul lato non esposto alla luce (Fig. 31 – 32). Nei provini immersi in estate si osservano prevalentemente briozoi incrostanti su entrambi i lati, con un'elevata presenza di briozoi arborescenti sul lato esposto alla luce (Fig. 31 – 32).

I campioni di pellame immersi in autunno presentano alghe verdi e alghe rosse, senza sostanziali differenze tra i due lati, fatta eccezione per un aumento di serpulidi sul lato in ombra (Fig. 31 – 32). Si osserva un ricoprimento analogo nei provini immersi in inverno, con un aumento di zone non ricoperte sul lato in ombra (Fig. 31 – 32). Nei campioni immersi in primavera, esposti alla luce, prevalgono alghe verdi e alghe rosse che diminuiscono notevolmente sul lato in ombra, caratterizzato dalla comparsa di serpulidi e balani (Fig. 31 – 32). I provini immersi in estate presentano prevalentemente alghe verdi e alghe rosse, con ridotta presenza di balani, briozoi arborescenti e briozoi incrostanti, senza particolari differenze tra i due lati (Fig. 31 – 32).

I provini di acciaio immersi in autunno sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi e alghe rosse, con un notevole aumento di balani, serpulidi e zone non ricoperte sul lato in ombra; inoltre, si osserva un ricoprimento analogo nei campioni immersi in inverno (Fig. 31 – 32). Nei provini immersi in primavera, esposti alla luce, prevalgono alghe verdi e alghe rosse, mentre il lato in ombra è caratterizzato da un notevole aumento di balani, serpulidi e zone non ricoperte, con alcuni esemplari di bivalvi (Fig. 31 – 32). I provini immersi in estate ed esposti alla luce presentano briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, alghe verdi, alghe rosse e, in misura minore, serpulidi e balani, mentre sul lato in ombra prevalgono i briozoi incrostanti (Fig. 31 – 32).



Fig. 31. *Pannello 0,5 m esposto alla luce*



Fig. 32. *Pannello 0,5 m non esposto alla luce*

Secondo campionamento (30 giugno 2025)

I provini di legno immersi in autunno e in primavera, sia sul lato esposto sia sul lato non esposto alla luce, sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi e alghe rosse, con presenza di slime (Fig. 33 – 34).

Per quanto riguarda i provini di PVC immersi in autunno si osservano prevalentemente alghe verdi, alghe rosse, balani, briozoi incrostanti e alcuni esemplari di bivalvi, senza sostanziali differenze tra lato esposto alla luce e lato in ombra; inoltre sono presenti zone non ricoperte su entrambi i lati (Fig. 33 – 34). Un ricoprimento simile riguarda inoltre i provini di PVC immersi in inverno, con elevate zone non ricoperte sul lato esposto alla luce (Fig. 33 – 34). I provini di PVC immersi in primavera sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi e alghe rosse, con serpulidi e balani maggiormente presenti sul lato in ombra (Fig. 33 – 34). I provini di PVC immersi in estate sono caratterizzati da alghe vedi, alghe rosse, briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, balani e serpulidi, con ricoprimento simile sia sul lato esposto alla luce sia sul lato in ombra; in particolare, quest'ultimo è caratterizzato dalla prevalenza di briozoi incrostanti (Fig. 33 – 34).

I provini di pellame immersi in autunno presentano prevalentemente alghe verdi e alghe rosse, sia sul lato esposto alla luce sia sul lato in ombra, su cui si osserva un aumento di slime e zone non ricoperte; inoltre, i campioni immersi in inverno sono caratterizzati da un ricoprimento sostanzialmente analogo (Fig. 33 – 34). I provini immersi in primavera sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi su entrambi i lati, con elevata presenza di alghe rosse, slime, serpulidi e zone non ricoperte sul lato in ombra; si osserva inoltre un ricoprimento simile nei provini immersi in estate, su entrambi i lati (Fig. 33 – 34).

Per quanto riguarda l'acciaio, i provini immersi in autunno sono caratterizzati, su entrambi i lati, da alghe verdi, alghe rosse, serpulidi, balani e slime, con comparsa di bivalvi sul lato in ombra (Fig. 33 – 34). I provini immersi in inverno presentano invece prevalenza di zone non ricoperte sul lato esposto e di alghe verdi e balani sul lato in ombra (Fig. 33 – 34). I provini immersi in primavera presentano prevalentemente alghe verdi su entrambi i lati, con minor ricoprimento di alghe rosse sul lato in ombra, su cui compaiono inoltre balani e serpulidi (Fig. 33 – 34). I campioni immersi in estate sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi, alghe rosse e balani su entrambi i lati; inoltre compaiono serpulidi sul lato in ombra (Fig. 33 – 34).



Fig. 33. *Pannello 0,5 m esposto alla luce*



Fig. 34. *Pannello 0,5 m non esposto alla luce*

Terzo campionamento (30 luglio 2025)

Rispetto il precedente campionamento, sono stati rimossi i provini relativi la stagione estiva, essendo trascorso un anno dalla loro immersione.

Sono stati persi alcuni provini di legno; risultano ancora presenti i campioni immersi durante le stagioni autunnale e primaverile. I primi presentano un ricoprimento costituito prevalentemente da alghe verdi e alghe rosse, con serpulidi e balani, senza evidenti differenze tra il lato esposto alla luce e il lato in ombra (Fig. 35 – 36). I secondi sono invece caratterizzati dalla dominanza di alghe verdi, cui si accompagnano alghe rosse, serpulidi e balani (Fig. 35 – 36).

Per quanto riguarda i provini di PVC autunnali esposti alla luce si osservano prevalentemente alghe verdi e alghe rosse, con elevata presenza di balani e serpulidi in misura minore, con alcune zone non ricoperte; mentre sul lato in ombra prevalgono balani e serpulidi, con riduzione di alghe verdi e rosse (Fig. 35 – 36). I provini immersi in inverno esposti alla luce sono caratterizzati prevalentemente da alghe rosse, con minore presenza di alghe verdi, balani e serpulidi; mentre il lato in ombra è caratterizzato dalla presenza di un'elevata abbondanza di balani (Fig. 35 – 36). I provini immersi in primavera presentano prevalentemente alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, con elevata abbondanza di briozoi incrostanti e briozoi arborescenti sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra è caratterizzato da un notevole aumento di balani e serpulidi; inoltre, si osservano zone non ricoperte su entrambi i lati (Fig. 35 – 36).

I provini di pellame immersi in autunno, sia sul lato esposto alla luce sia sul lato in ombra, presentano alghe verdi, alghe rosse e, in misura minore, briozoi arborescenti, serpulidi e bivalvi (Fig. 35 – 36). Inoltre, si osserva un ricoprimento analogo nei provini di pellame immersi in inverno e in primavera, sia sul lato esposto sia sul lato non esposto (Fig. 35 – 36).

I provini di acciaio immersi in autunno esposti alla luce presentano prevalentemente alghe verdi, alghe rosse, balani e serpulidi, con contemporanea presenza di briozoi incrostanti, bivalvi e zone non ricoperte; mentre i campioni in ombra sono caratterizzati prevalentemente da balani e serpulidi (Fig. 35 – 36). I provini immersi in inverno presentano un ricoprimento simile ai campioni autunnali, ma con prevalenza di alghe rosse sul lato esposto alla luce e di balani sul lato in ombra (Fig. 35 – 36). I provini immersi in primavera sono caratterizzati prevalentemente da alghe verdi e alghe rosse mentre si osserva un minor ricoprimento di balani e zone non ricoperte; per quanto riguarda il lato in ombra, è analogo il ricoprimento di alghe verdi e alghe rosse, mentre si osserva un notevole aumento di balani (Fig. 35 – 36).



Fig. 35. *Pannello 0,5 m esposto alla luce*



Fig. 36. *Pannello 0,5 m non esposto alla luce*

Quarto campionamento (30 settembre 2025)

Rispetto il precedente campionamento, sono stati persi i provini di legno immersi in autunno, quindi permangono esclusivamente i campioni primaverili. Questi presentano alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, con aumento di serpulidi e slime sul lato in ombra (Fig. 37 – 38).

Per quanto riguarda i provini di PVC immersi in autunno si osserva prevalenza di alghe verdi e alghe rosse sul lato esposto alla luce, caratterizzato inoltre dalla presenza di serpulidi e balani; in particolare, questi ultimi rappresentano il maggior ricoprimento sul lato in ombra (Fig. 37 – 38). Si osserva, inoltre, un ricoprimento analogo nei provini immersi in inverno, con aumento delle zone non ricoperte sul lato esposto alla luce (Fig. 37 – 38). I provini immersi in primavera sono caratterizzati dalla presenza di alghe verdi e, in misura minore, alghe rosse, slime e balani sul lato esposto; mentre sul lato in ombra prevalgono balani e alghe verdi (Fig. 37 – 38).

I provini di pellame immersi in autunno presentano prevalentemente alghe verdi, alghe rosse, serpulidi e slime, senza sostanziali differenze tra i due lati; mentre i campioni immersi in inverno presentano prevalentemente alghe verdi, alghe rosse e slime su entrambi i lati (Fig. 37 – 38). Infine, i campioni immersi in primavera sono caratterizzati da alghe verdi e in misura minore da alghe rosse su entrambi i lati, con aumento di zone non ricoperte sul lato in ombra (Fig. 37 – 38).

I campioni di acciaio immersi in autunno esposti alla luce sono caratterizzati da un ridotto ricoprimento di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti e slime, mentre sono più abbondanti alghe verdi, alghe rosse e balani; il lato in ombra è invece prevalentemente caratterizzato da balani, con riduzione di alghe verdi e alghe rosse (Fig. 37 – 38). I provini immersi in inverno presentano un ricoprimento simile ai campioni autunnali, con comparsa di serpulidi sul lato esposto alla luce; mentre sul lato in ombra si osserva una netta prevalenza di balani (Fig. 37 – 38). Infine, i provini immersi in primavera presentano alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, con aumento di serpulidi sul lato in ombra (Fig. 37 – 38).



Fig. 37. *Pannello 0,5 m esposto alla luce*



Fig. 38. *Pannello 0,5 m non esposto alla luce*

Quinto campionamento (25 novembre 2025)

Rispetto il precedente campionamento, sono stati rimossi i provini relativi la stagione autunnale, essendo trascorso un anno dalla loro immersione; quindi, permangono i provini relativi alle stagioni invernali e primaverili.

In particolare, per quanto riguarda il legno, permangono esclusivamente i campioni immersi in primavera, caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati; inoltre, sul lato in ombra si osserva un importante aumento di balani e serpulidi (Fig. 39 – 40).

I provini di PVC immersi in inverno presentano prevalentemente alghe rosse e alghe verdi sul lato esposto alla luce, con minor ricoprimento costituito da briozoi incrostanti, balani e serpulidi, mentre sul lato in ombra si osserva una riduzione di alghe verdi e un aumento di slime; inoltre sono presenti zone non ricoperte su entrambi i lati (Fig. 39 – 40). I provini immersi in primavera presentano prevalentemente alghe rosse sul lato esposto alla luce e alghe verdi sul lato in ombra; sono inoltre presenti briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, balani e serpulidi su entrambi i lati (Fig. 39 – 40).

I provini di pellame immersi in inverno presentano prevalentemente alghe rosse, alghe verdi e slime, senza sostanziali differenze tra lato esposto alla luce e lato in ombra, su cui si osservano tuttavia alcuni esemplari di bivalvi (Fig. 39 – 40). I provini immersi in primavera sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi su entrambi i lati, mentre diminuiscono le alghe rosse sul lato in ombra, su cui si osservano inoltre serpulidi e zone non ricoperte (Fig. 39 – 40).

Per quanto riguarda l'acciaio, i provini immersi in inverno presentano alghe verdi, alghe rosse, balani e serpulidi, con comparsa di bivalvi e presenza di zone non ricoperte, senza particolari differenze tra i due lati (Fig. 39 – 40). I provini immersi in primavera sono caratterizzati dalla presenza di briozoi incrostanti e briozoi arborescenti su entrambi i lati, tuttavia, predominano alghe verdi e alghe rosse; inoltre, sul lato in ombra si osservano balani e serpulidi (Fig. 39 – 40).



Fig. 39. *Pannello 0,5 esposto alla luce*



Fig. 40. *Pannello 0,5 m non esposto alla luce*

Sesto campionamento (19 dicembre 2025)

Rispetto il precedente campionamento, sono stati persi i rimanenti provini di legno, pertanto non si hanno dati sul suddetto materiale.

I provini di PVC immersi in inverno esposti alla luce presentano prevalentemente alghe rosse e, in misura minore, alghe verdi, briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, balani e serpulidi; inoltre, il lato in ombra presenta un ricoprimento analogo in termini di organismi presenti, tuttavia risultano prevalenti i balani (Fig. 41 – 42). I provini immersi in primavera sono caratterizzati dalla presenza di alghe verdi, alghe rosse e briozoi incrostanti, con presenza di zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra è caratterizzato dalla prevalenza di balani, alghe verdi, alghe rosse e briozoi incrostanti (Fig. 41 – 42).

Per quanto riguarda i campioni di pellame immersi in inverno si osservano alghe verdi e alghe rosse con presenza di slime, senza sostanziali differenze tra lato esposto e lato non esposto alla luce (Fig. 41 – 42). Permane un unico provino di pellame immerso in primavera, caratterizzato dalla prevalenza di alghe verdi e alghe rosse, con aumento di serpulidi e comparsa di ascidie sul lato in ombra (Fig. 41 – 42).

I provini di acciaio esposti in inverno presentano briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati senza particolari differenze; tuttavia, sul lato in ombra compaiono alcuni esemplari di bivalvi (Fig. 41 – 42). I provini immersi in primavera presentano un ricoprimento simile ai precedenti campioni, ma si osserva un maggior numero di balani e serpulidi su entrambi i lati (Fig. 41 – 42).



Fig. 41. *Pannello 0,5 m esposto alla luce*



Fig. 42. *Pannello 0,5 m non esposto alla luce*

Settimo campionamento (21 gennaio 2026)

Rispetto il precedente campionamento, sono stati rimossi i provini relativi la stagione invernale, essendo trascorso un anno dalla loro immersione; quindi, permangono esclusivamente i provini relativi la stagione primaverile (Fig. 43 – 44).

Per quanto riguarda i provini di PVC, si osservano alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, senza sostanziali differenze; tuttavia, il lato in ombra è caratterizzato da un notevole aumento di briozoi incrostanti e dalla comparsa di balani e serpulidi (Fig. 43 – 44).

Permane un unico provino di pellame, caratterizzato dalla presenza di alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, con comparsa di serpulidi sul lato in ombra (Fig. 43 – 44).

Infine, il rimanente provino di acciaio è caratterizzato dalla prevalenza di alghe verdi e alghe rosse, con presenza di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti e serpulidi sul lato esposto alla luce; mentre sul lato in ombra prevalgono i briozoi incrostanti (Fig. 43 – 44).



Fig. 43. *Pannello 0,5 m esposto alla luce*



Fig. 44. *Pannello 0,5 m non esposto alla luce*

Ottavo campionamento (23 marzo 2026)

Rispetto il precedente campionamento, permane un unico provino di PVC, caratterizzato dalla presenza di briozoi incrostanti, alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati senza sostanziali differenze; tuttavia, sul lato non esposto si osservano inoltre balani e serpulidi (Fig. 45 – 46).

Il provino di pellame presenta prevalentemente alghe verdi e alghe rosse senza particolari differenze tra i due lati, con presenza di balani sul lato esposto e briozoi arborescenti, serpulidi e slime sul lato non esposto alla luce (Fig. 45 – 46).

Il campione di acciaio è caratterizzato dalla prevalenza di alghe verdi, alghe rosse, serpulidi e balani sul lato esposto, mentre sul lato non esposto prevalgono i briozoi incrostanti (Fig. 45 – 46).



Fig. 45. *Pannello 0,5 m esposto alla luce*



Fig. 46. *Pannello 0,5 m non esposto alla luce*

4.1.1.1.2. Frame 7,5 m

Primo campionamento (27 maggio 2025)

I campioni di legno immersi in autunno esposti alla luce sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi e, in misura minore, dalla presenza di alghe rosse; inoltre compaiono serpulidi, bivalvi e slime, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, alghe verdi e serpulidi, con zone non ricoperte (Fig. 47 – 48). I provini immersi in inverno presentano, su entrambi i lati, un ricoprimento simile ai campioni autunnali precedentemente descritti (Fig. 47 – 48). I campioni immersi in primavera sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente serpulidi, briozoi arborescenti, slime e zone non ricoperte (Fig. 47 – 48).

Per quanto riguarda il PVC, i provini immersi in autunno ed esposti alla luce presentano prevalentemente alghe verdi e zone non ricoperte, inoltre, si osservano briozoi incrostanti, briozoi arborescenti e bivalvi; mentre il lato in ombra è caratterizzato dalla prevalenza di serpulidi, con presenza di briozoi arborescenti e briozoi incrostanti (Fig. 47 – 48). I campioni immersi in inverno presentano un ricoprimento quasi analogo ai provini autunnali, sia sul lato esposto alla luce sia sul lato in ombra (Fig. 47 – 48). I provini immersi in primavera esposti alla luce sono caratterizzati prevalentemente da alghe verdi e zone non ricoperte, prevalenti inoltre sul lato in ombra insieme ad alghe rosse; inoltre, si osservano alghe verdi, alghe rosse e briozoi incrostanti in misura minore sul lato in ombra (Fig. 47 – 48). I campioni immersi in estate,

esposti alla luce, presentano prevalentemente alghe verdi e, in misura minore, briozoi incrostanti, alghe rosse, briozoi arborescenti e bivalvi; invece, il lato in ombra è dominato da briozoi incrostanti e serpulidi. Infine, tutti i provini presentano slime sul lato esposto (Fig. 47 – 48).

I provini dii pellame immersi in autunno esposti alla luce presentano prevalentemente alghe verdi e alghe rosse, con comparsa di bivalvi, mentre il lato in ombra è dominato da briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, serpulidi e zone ricoperte, inoltre, si osserva una riduzione sia di alghe verdi sia di alghe rosse (Fig. 47 – 48). Si osserva un ricoprimento analogo nei provini immersi in inverno, senza particolari differenze tra i due lati rispetto i precedenti (Fig. 47 – 48). I provini immersi in primavera presentano quasi esclusivamente alghe verdi, con alcuni esemplari di bivalvi e briozoi incrostanti sul lato esposto, mentre il lato in ombra è dominato prevalentemente da serpulidi, con alghe verdi e zone non ricoperte (Fig. 47 – 48). I campioni immersi in estate presentano, sul lato esposto alla luce, alghe verdi e alghe rosse, ma si osservano in misura minore briozoi arborescenti e bivalvi, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente serpulidi; inoltre, si osserva un aumento di briozoi arborescenti rispetto al lato esposto e comparsa di briozoi incrostanti (Fig. 47 – 48).

I campioni di acciaio immersi in autunno, esposti alla luce, presentano prevalentemente alghe rosse e alghe verdi, ma si osservano anche briozoi incrostanti, serpulidi e alcuni esemplari sia di balani sia di bivalvi, mentre il lato in ombra è caratterizzato dalla prevalenza di serpulidi, briozoi incrostanti e, in misura minore, briozoi arborescenti, alghe verdi e bivalvi (Fig. 47 – 48). I provini immersi in inverno presentano un ricoprimento sostanzialmente analogo ai campioni autunnali, ma il lato esposto è caratterizzato da un aumento di bivalvi e zone non ricoperte rispetto ai precedenti; mentre il lato in ombra presenta prevalentemente serpulidi, briozoi incrostanti e briozoi arborescenti (Fig. 47 – 48). I provini immersi in primavera esposti alla luce sono caratterizzati dalla prevalenza di zone non ricoperte, con ricoprimento dato da alghe verdi, alghe rosse e comparsa di bivalvi; mentre il lato in ombra presenta prevalentemente serpulidi e zone non ricoperte (Fig. 47 – 48). I campioni immersi in estate presentano, sul lato esposto alla luce, alghe verdi, alghe rosse, briozoi incrostanti, serpulidi e bivalvi, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente briozoi incrostanti e serpulidi (Fig. 47 – 48).



Fig. 47. *Pannello 7,5 m esposto alla luce*



Fig. 48. *Pannello 7,5 m non esposto alla luce*

Secondo campionamento (30 giugno 2025)

Per quanto riguarda il legno, sono stati persi i provini relativi le immersioni estive. I provini di legno immersi in autunno presentano prevalentemente alghe rosse e alghe verdi su entrambi i lati senza particolari differenze, con alcuni esemplari di serpulidi e bivalvi sul lato esposto, mentre il lato in ombra presenta briozoi incrostanti, briozoi arborescenti e serpulidi (Fig. 49 – 50). Inoltre, si osserva un ricoprimento analogo per quanto riguarda i provini immersi in inverno, senza particolari differenze tra i due lati rispetto i precedenti (Fig. 49 – 50). I campioni immersi in primavera presentano prevalentemente alghe verdi, con minor ricoprimento correlato ad alghe rosse e slime sul lato esposto, mentre il lato in ombra presenta alghe verdi, briozoi arborescenti, serpulidi e bivalvi (Fig. 49 – 50).

I provini di PVC immersi in autunno esposti alla luce presentano alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente serpulidi; inoltre, si osserva un ricoprimento analogo nei provini invernali, senza particolari differenze rispetto i campioni autunnali (Fig. 49 – 50). I campioni immersi in primavera presentano prevalentemente alghe verdi e zone non ricoperte sul lato esposto, ma si osservano anche alghe rosse, serpulidi e bivalvi; il lato in ombra presenta invece prevalentemente serpulidi, con riduzione di alghe verdi e aumento di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, alghe rosse e balani (Fig. 49 – 50). I provini immersi in estate sono caratterizzati, sul lato esposto, dalla prevalenza di alghe verdi che diminuiscono sul lato in ombra, a sua volta dominato da briozoi incrostanti; inoltre, si osserva un ricoprimento sostanzialmente analogo su entrambi i lati per quanto riguarda briozoi arborescenti, alghe rosse e bivalvi, mentre si osserva un aumento di serpulidi sul lato in ombra (Fig. 49 – 50).

I campioni di pellame immersi in autunno presentano prevalentemente alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, inoltre il lato in ombra è caratterizzato dalla presenza di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, serpulidi, slime e zone non ricoperte (Fig. 49 – 50). Si osserva un ricoprimento analogo nei provini immersi in inverno, senza sostanziali differenze rispetto i precedenti (Fig. 49 – 50). I provini immersi in primavera sono caratterizzati prevalentemente da alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati; inoltre, il lato in ombra è caratterizzato dalla presenza di briozoi arborescenti, serpulidi, bivalvi e zone non ricoperte (Fig. 49 – 50). I campioni immersi in estate presentano prevalentemente alghe verdi sul lato esposto, con alcuni esemplari di bivalvi, mentre il lato in ombra è dominato da serpulidi, con presenza di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti e zone non ricoperte (Fig. 49 – 50).

I provini di acciaio immersi in autunno, esposti alla luce, presentano alghe verdi e alghe rosse, con minor abbondanza di balani, serpulidi e briozoi incrostanti, mentre il lato in ombra è dominato da serpulidi e briozoi incrostanti (Fig. 49 – 50). I campioni immersi in inverno esposti alla luce presentano prevalentemente alghe verdi, ma si possono osservare anche alghe rosse, bivalvi e zone non ricoperte, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente briozoi incrostanti, briozoi arborescenti e serpulidi, con contestuale presenza di alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte (Fig. 49 – 50). I provini di acciaio immersi in primavera sono caratterizzati prevalentemente da alghe verdi e alghe rosse, con bivalvi, serpulidi e zone non ricoperte, mentre il lato in ombra è dominato da serpulidi e zone non ricoperte, con presenza di alghe verdi, alghe rosse, briozoi arborescenti, briozoi incrostanti e balani (Fig. 49 – 50). I campioni immersi in estate presentano prevalentemente alghe verdi e alghe rosse sul lato esposto, mentre il lato in ombra è dominato da serpulidi e briozoi incrostanti; inoltre, entrambi i lati sono caratterizzati da bivalvi e zone non ricoperte (Fig. 49 – 50).



Fig. 49. *Pannello 7,5 m esposto alla luce*



Fig. 50. *Pannello 7,5 m non esposto alla luce*

Terzo campionamento (30 luglio 2025)

Rispetto il precedente campionamento, sono stati rimossi i provini relativi la stagione estiva, essendo trascorso un anno dalla loro immersione.

Per quanto riguarda il legno, è stato perso un campione immerso in autunno; i due provini rimanenti presentano alghe verdi e alghe rosse, con bivalvi sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra è caratterizzato da briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, ridotte alghe verdi e balani (Fig. 51 – 52). I campioni immersi in inverno, esposti alla luce, presentano un ricoprimento analogo ai provini autunnali, con presenza di bivalvi, mentre il lato non esposto alla luce è caratterizzato dalla prevalenza di briozoi incrostanti, con presenza di briozoi arborescenti, ridotte alghe verdi e alghe rosse, balani e infine serpulidi (Fig. 51 – 52). I provini immersi in primavera presentano alghe verdi, alghe rosse, serpulidi e bivalvi sul lato esposto, mentre il lato in ombra è caratterizzato prevalentemente da alghe verdi, con minori alghe rosse, briozoi arborescenti, balani e serpulidi (Fig. 51 – 52).

I provini di PVC immersi in autunno sono caratterizzati prevalentemente, sul lato esposto alla luce, da alghe verdi e bivalvi, con ridotta presenza di alghe rosse, briozoi incrostanti e serpulidi mentre si osservano diverse zone non ricoperte; il lato in ombra è invece caratterizzato dalla prevalenza di briozoi incrostanti e serpulidi, con alghe verdi, alghe rosse e briozoi arborescenti (Fig. 51 – 52). I provini immersi in inverno sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi e alghe rosse sul lato esposto, mentre il lato in ombra presenta serpulidi e briozoi incrostanti, e sono presenti, in misura minore, alghe verdi, alghe rosse e briozoi arborescenti (Fig. 51 – 52). I campioni immersi in primavera presentano, sul lato esposto, alghe verdi, alghe rosse e bivalvi, con zone non ricoperte, mentre il lato in ombra è caratterizzato da alghe verdi, alghe rosse, serpulidi e balani (Fig. 51 – 52).

I provini di pellame immersi in autunno, esposti alla luce, presentano alghe verdi e alghe rosse, con esemplari di bivalvi, mentre il lato in ombra è caratterizzato da briozoi incrostanti, serpulidi, balani, alghe verdi e alghe rosse (Fig. 51 – 52). I campioni immersi in inverno, sul lato esposto, presentano alghe verdi, alghe rosse e bivalvi, mentre il lato in ombra presenta briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, alghe verdi, alghe rosse e serpulidi (Fig. 51 – 52). I provini immersi in primavera presentano alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, con presenza di serpulidi sul lato in ombra (Fig. 51 – 52).

I campioni di acciaio immersi in autunno presentano, sul lato esposto, alghe verdi, alghe rosse, briozoi incrostanti e bivalvi, mentre il lato in ombra è caratterizzato prevalentemente da briozoi incrostanti e serpulidi, con presenza di alghe verdi e alghe rosse (Fig. 51 – 52). I provini immersi in inverno presentano alghe verdi, alghe rosse, bivalvi, slime e zone non ricoperte sul lato esposto, mentre il lato in ombra è caratterizzato dalla prevalenza di serpulidi, con presenza di briozoi arborescenti, alghe verdi, alghe rosse e balani (Fig. 51 – 52). I campioni immersi in primavera presentano, sul lato esposto, alghe verdi e alghe rosse con presenza di bivalvi; infine, il lato in ombra è caratterizzato prevalentemente da briozoi incrostanti, alghe verdi, alghe rosse, balani e serpulidi, con zone non ricoperte (Fig. 51 – 52).



Fig. 51. *Pannello 7,5 m esposto alla luce*



Fig. 52. *Pannello 7,5 m non esposto alla luce*

Quarto campionamento (30 settembre 2025)

I provini di legno immersi in autunno, esposti alla luce, sono caratterizzati da alghe verdi e alghe rosse, con ridotta presenza di briozoi incrostanti, serpulidi, slime e zone non ricoperte, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente briozoi incrostanti e balani, con alcuni esemplari di serpulidi e riduzione sia di alghe verdi sia di alghe rosse (Fig. 53 – 54). I campioni immersi in inverno presentano, sul lato esposto alla luce, alghe verdi e alghe rosse, con briozoi incrostanti, serpulidi e zone non ricoperte, mentre il lato in ombra è caratterizzato dalla prevalenza di briozoi incrostanti, e si osserva una riduzione sia di alghe verdi sia di alghe rosse; inoltre, sono presenti balani, serpulidi e slime (Fig. 53 – 54). I provini immersi in primavera presentano alghe verdi e alghe rosse senza sostanziali differenze tra i due lati, ma si osserva un importante aumento di balani, serpulidi, slime e zone non ricoperte sul lato in ombra (Fig. 53 – 54).

I campioni di PVC immersi in autunno presentano alghe verdi, alghe rosse, briozoi incrostanti, slime e zone non ricoperte su entrambi i lati, ma sul lato in ombra si osserva un aumento di

balani e serpulidi rispetto al lato esposto alla luce (Fig. 53 – 54). I provini immersi in inverno presentano briozoi incrostanti, alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte su entrambi i lati, con comparsa importante di serpulidi e balani sul lato in ombra (Fig. 53 – 54). I campioni immersi in primavera sono invece caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte, con presenza di slime e briozoi incrostanti; inoltre, il lato in ombra non presenta sostanziali differenze se non un aumento di briozoi incrostanti e comparsa di balani e serpulidi (Fig. 53 – 54).

I provini di pellame immersi in autunno, esposti alla luce, sono caratterizzati da alghe verdi e alghe rosse, con presenza di briozoi incrostanti e slime; mentre il lato in ombra presenta prevalentemente briozoi incrostanti, alghe verdi, alghe rosse, serpulidi e balani in misura minore (Fig. 53 – 54). I provini di pellame immersi in inverno, esposti alla luce, non presentano sostanziali differenze rispetto ai campioni autunnali, ma in generale il lato in ombra presenta un aumento di zone non ricoperte e slime (Fig. 53 – 54). I provini immersi in primavera esposti alla luce sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi e alghe rosse che diminuiscono sul lato in ombra, su cui si osserva un aumento di serpulidi e zone non ricoperte (Fig. 53 – 54).

I campioni di acciaio immersi in autunno presentano, sul lato esposto alla luce, da alghe verdi, e alghe rosse che diminuiscono sul lato in ombra, caratterizzato invece da un aumento di briozoi incrostanti e comparsa di balani e serpulidi; inoltre, si osserva slime su entrambi i lati (Fig. 53 – 54). I provini immersi in inverno presentano alghe verdi, alghe rosse e serpulidi; inoltre, si osservano slime e zone non ricoperte sul lato esposto, mentre il lato in ombra è caratterizzato da briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, alghe verdi, alghe rosse, balani e serpulidi, con aumento di slime e zone non ricoperte (Fig. 53 – 54). I provini immersi in primavera presentano prevalentemente alghe verdi e alghe rosse sul lato esposto, mentre il lato in ombra è dominato da briozoi incrostanti e serpulidi, con aumento di zone non ricoperte e riduzione di alghe verdi e alghe rosse (Fig. 53 – 54).



Fig. 53. *Pannello7,5 m esposto alla luce*



Fig. 54. *Pannello 7,5 m non esposto alla luce*

Quinto campionamento (25 novembre 2025)

Rispetto il precedente campionamento, sono stati rimossi i provini relativi la stagione autunnale, essendo trascorso un anno dalla loro immersione; quindi, permangono i provini relativi a inverno e primavera.

I campioni di legno immersi in inverno presentano, sul lato esposto alla luce, alghe verdi, briozoi incrostanti e briozoi arborescenti, mentre sul lato in ombra si osservano prevalentemente briozoi incrostanti e alghe verdi, con presenza di balani e zone non ricoperte; inoltre, parte del ricoprimento di entrambi i lati è attribuibile a slime (Fig. 55 – 56). I provini di legno immersi in primavera presentano prevalentemente alghe verdi e, in misura minore, alghe rosse, slime e zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra è caratterizzato da un ricoprimento simile per quanto riguarda alghe verdi e alghe rosse; inoltre, si osserva un aumento di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, balani, serpulidi e slime sul lato in ombra (Fig. 55 – 56).

I provini di PVC immersi in inverno presentano prevalentemente alghe verdi, con minor abbondanza di alghe rosse e briozoi incrostanti che invece aumentano sul lato in ombra; inoltre, quest' ultimo è caratterizzato da un'elevata presenza di serpulidi. Infine, sono presenti zone non ricoperte su entrambi i lati e si osservano esemplari di ascidie sul lato in ombra di uno dei provini (Fig. 55 – 56). I campioni di PVC immersi in primavera presentano prevalentemente alghe verdi, con ridotta presenza di briozoi incrostanti, alghe rosse, balani, bivalvi, slime e zone non ricoperte, mentre il lato in ombra presenta un ricoprimento simile per quanto riguarda alghe verdi e alghe rosse, con aumento di briozoi incrostanti, balani e serpulidi (Fig. 55 – 56).

I campioni di pellame immersi in inverno presentano alghe verdi, alghe rosse, slime e zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, mentre sul lato in ombra compaiono briozoi incrostanti, balani, serpulidi e bivalvi (Fig. 55 – 56). I provini immersi in primavera presentano, sul lato esposto, un ricoprimento analogo ai provini invernali, mentre il lato non esposto è caratterizzato dall'aumento di briozoi incrostanti, serpulidi e zone non ricoperte (Fig. 55 – 56).

I provini di acciaio immersi in inverno presentano prevalentemente alghe verdi sul lato esposto alla luce, caratterizzato inoltre da un minor ricoprimento di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, balani, serpulidi e slime, mentre il lato in ombra è caratterizzato da un aumento di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, balani e serpulidi; inoltre, sono presenti zone non ricoperte su entrambi i lati (Fig. 55 – 56). I campioni immersi in primavera presentano un ricoprimento simile ai provini invernali per quanto riguarda il lato esposto, mentre il lato in ombra è dominato da briozoi incrostanti e alghe verdi (Fig. 55 – 56).



Fig. 55. *Pannello 7,5 m esposto alla luce*



Fig. 56. *Pannello 7,5 m non esposto alla luce*

Sesto campionamento (19 dicembre 2025)

I provini di legno immersi in inverno sono caratterizzati dalla prevalenza di briozoi incrostanti, alghe verdi e alghe rosse, con presenza di briozoi arborescenti, slime e zone non ricoperte; mentre il lato in ombra presenta prevalentemente briozoi incrostanti, con aumento di balani e serpulidi ma contemporanea riduzione di alghe verdi e alghe rosse (Fig. 57 – 58). I provini immersi in primavera presentano un ricoprimento analogo per quanto riguarda alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati; inoltre, il lato in ombra è caratterizzato da un aumento di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, balani, serpulidi e bivalvi (Fig. 57 – 58).

I campioni di PVC immersi in inverno sono caratterizzati da un ricoprimento sostanzialmente analogo di alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, inoltre, il lato in ombra è caratterizzato dalla presenza di briozoi incrostanti e serpulidi (Fig. 57 – 58). I provini immersi in primavera presentano prevalentemente, sul lato esposto alla luce, alghe verdi, alghe rosse e briozoi incrostanti, ma si osservano anche balani, serpulidi, bivalvi e zone non ricoperte, mentre si osserva un aumento di briozoi incrostanti, balani e serpulidi e una riduzione sia di alghe verdi sia di alghe rosse sul lato in ombra (Fig. 57 – 58). Infine, tutti i provini presentano slime su entrambi i lati (Fig. 57 – 58).

I provini di pellame presentano un ricoprimento sostanzialmente analogo per quanto riguarda alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, ma il lato in ombra è caratterizzato dalla presenza di briozoi incrostanti, balani e serpulidi (Fig. 57 – 58). I campioni immersi in primavera presentano un ricoprimento simile sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra è caratterizzato, rispetto al precedente, da una riduzione di alghe rosse e un aumento di briozoi incrostanti e serpulidi. Infine, tutti i campioni presentano, su entrambi i lati, briozoi arborescenti e slime (Fig. 57 – 58).

I campioni di acciaio immersi in inverno presentano un ricoprimento simile per quanto riguarda le alghe verdi su entrambi i lati, mentre il lato in ombra presenta un aumento di alghe rosse, briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, balani e serpulidi rispetto al lato esposto alla luce (Fig. 57 – 58). I provini immersi in primavera presentano prevalentemente alghe verdi e alghe rosse sul lato esposto alla luce, mentre diminuiscono notevolmente sul lato in ombra; su quest'ultimo si osserva invece un aumento di briozoi incrostanti, balani e serpulidi. Infine, tutti i campioni presentano slime su entrambi i lati (Fig. 57 – 58).



Fig. 57. *Pannello 7,5 m esposto alla luce*



Fig. 58. *Pannello 7,5 m non esposto alla luce*

Settimo campionamento (21 gennaio 2026)

Rispetto il precedente campionamento, sono stati rimossi i provini relativi la stagione invernale, essendo trascorso un anno dalla loro immersione; quindi, permangono esclusivamente i provini relativi la stagione primaverile.

È stato perso un campione di legno, di conseguenza ne permangono soltanto due e sono caratterizzati, su entrambi i lati, da un ricoprimento simile di alghe verdi, mentre si osserva una riduzione di alghe rosse e un aumento di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, balani e serpulidi sul lato non esposto alla luce (Fig. 59 – 60).

I provini di PVC presentano alghe verdi e alghe rosse con ricoprimento analogo su entrambi i lati, mentre il lato in ombra è caratterizzato dall'aumento di briozoi incrostanti e balani, dalla riduzione di alghe rose e dalla comparsa di serpulidi (Fig. 59 – 60).

I campioni di pellame presentano un ricoprimento simile per quanto riguarda alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati; tuttavia, il lato in ombra è caratterizzato dalla presenza di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti e slime, ma anche da un importante aumento di serpulidi e una riduzione di balani rispetto al lato esposto alla luce (Fig. 59 – 60).

I provini di acciaio sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi sul lato esposto alla luce, con presenza di briozoi incrostanti, alghe rosse, balani e serpulidi, mentre il lato in ombra è dominato da briozoi incrostanti; inoltre, si osserva, sul lato non esposto alla luce, una riduzione sia di alghe verdi sia di alghe rosse e un contestuale aumento di serpulidi e balani (Fig. 59 – 60).



Fig. 59. *Pannello 7,5 m esposto alla luce*



Fig. 60. *Pannello 7,5 m non esposto alla luce*

Ottavo campionamento (23 marzo 2026)

I campioni di legno presentano un ricoprimento analogo per quanto riguarda alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, mentre il lato in ombra è caratterizzato dall'aumento sia di briozoi arborescenti sia di balani e dalla comparsa di briozoi incrostanti e serpulidi (Fig. 61 – 62).

I provini di PVC sono caratterizzati da un ricoprimento simile di alghe verdi, alghe rosse e balani su entrambi i lati, con comparsa di serpulidi e aumento di briozoi incrostanti sul lato in ombra (Fig. 61 – 62). Infine, si osservano zone non ricoperte su entrambi i lati senza particolari differenze (Fig. 61 – 62).

I provini di pellame presentano alghe verdi e alghe rosse con un grado di ricoprimento analogo su entrambi i lati; inoltre, il lato in ombra presenta un importante ricoprimento di briozoi incrostanti e serpulidi, mentre compare un minor numero di briozoi arborescenti (Fig. 61 – 62)

I campioni di acciaio sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra è dominato da briozoi incrostanti (Fig. 61 – 62). Inoltre, su entrambi i lati si osservano briozoi incrostanti, alghe rosse, serpulidi e balani (Fig. 61 – 62).



Fig. 61. *Pannello 7,5 m esposto alla luce*



Fig. 62. *Pannello 7,5 m non esposto alla luce*

4.1.1.1.3. Frame 15 m

Primo campionamento (27 maggio 2025)

I provini di legno immersi in autunno presentano prevalentemente, su entrambi i lati, zone non ricoperte e alghe verdi, con presenza nettamente maggiore di serpulidi sul lato esposto alla luce; inoltre, il lato in ombra è caratterizzato dalla presenza di alghe rosse e ascidie (Fig. 63 – 64).I campioni immersi in inverno presentano prevalentemente zone non ricoperte su entrambi i lati,

con un ridotto ricoprimento dato da alghe verdi, serpulidi, briozoi arborescenti e slime (Fig. 63 – 64). I provini immersi in primavera sono caratterizzati prevalentemente da zone non ricoperte su entrambi i lati, con una maggior presenza di alghe verdi sul lato esposto alla luce; inoltre, si osservano serpulidi su entrambi i lati (Fig. 63 – 64). Per quanto riguarda i campioni immersi in estate, è stato perso un provino, pertanto ne permangono soltanto due: questi presentano prevalentemente alghe verdi e zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra è dominato da alghe verdi e alghe rosse, con presenza di serpulidi e ascidie (Fig. 63 – 64).

I provini di PVC immersi in autunno presentano prevalentemente, su entrambi i lati, zone non ricoperte, con aumento di serpulidi e comparsa di briozoi incrostanti sul lato in ombra (Fig. 63 – 64). I provini immersi in inverno sono caratterizzati da un ricoprimento sostanzialmente analogo ai precedenti (Fig. 63 – 64). I provini immersi in primavera e in estate presentano prevalentemente zone non ricoperte su entrambi i lati, con aumento di briozoi incrostanti, serpulidi, alghe verdi e alghe rosse sul lato in ombra (Fig. 63 – 64). Infine, tutti i campioni sono caratterizzati dalla presenza di slime su entrambi i lati, senza particolari differenze (Fig. 63 – 64).

Per quanto riguarda il pellame, è stato perso un provino immerso in autunno, pertanto ne rimangono esclusivamente due, caratterizzati dalla prevalenza di zone non ricoperte e alghe verdi su entrambi i lati, su cui si osservano inoltre serpulidi e slime (Fig. 63 – 64). I provini immersi in inverno presentano un ricoprimento simile i campioni autunnali, con maggior presenza di serpulidi e zone non ricoperte su entrambi i lati (Fig. 63 – 64). I provini immersi in primavera presentano prevalentemente zone non ricoperte sul lato esposto alla luce e alghe verdi sul lato in ombra (Fig. 63 – 64). Infine, i provini immersi in estate sono caratterizzati dalla presenza di alghe verdi, serpulidi e zone non ricoperte, senza particolari differenze tra i due lati (Fig. 63 – 64).

I provini di acciaio immersi in autunno sono caratterizzati dalla prevalenza di zone ossidate su entrambi i lati, con presenza di zone non ricoperte, alghe verdi e serpulidi (Fig. 63 – 64). I provini immersi in inverno presentano un ricoprimento sostanzialmente analogo, caratterizzato tuttavia da una maggiore presenza di zone non ricoperte (Fig. 63 – 64). I provini immersi in primavera presentano prevalentemente zone ossidate sul lato esposto alla luce, con zone non ricoperte e serpulidi, mentre il lato in ombra è caratterizzato dalla prevalenza di zone non

ricoperte (Fig. 63 – 64). I provini immersi in estate presentano prevalentemente zone ossidate su entrambi i lati, con una maggiore presenza di serpulidi sul lato non esposto alla luce (Fig. 63 – 64).



Fig. 63. *Pannello 15 m esposto alla luce*



Fig. 64. *Pannello 15 m non esposto alla luce*

Secondo campionamento (30 giugno 2025)

I provini di legno immersi in autunno presentano prevalentemente alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte su entrambi i lati senza particolari differenze, con comparsa di serpulidi sul lato non esposto alla luce (Fig. 65 – 66). I provini immersi in inverno presentano prevalentemente zone non ricoperte e alghe verdi, con presenza di briozoi arborescenti e serpulidi sul lato in ombra (Fig. 65 – 66). I provini immersi in primavera sono caratterizzati dalla prevalenza di zone non ricoperte su entrambi i lati, con presenza di alghe verdi, alghe rosse e serpulidi (Fig. 65 – 66). Per quanto riguarda i provini immersi in estate, ne è stato perso uno, pertanto ne rimangono soltanto due, caratterizzati dalla prevalenza di zone non ricoperte e alghe verdi, con presenza di serpulidi sul lato esposto alla luce. Infine, tutti i campioni presentano slime su entrambi i lati (Fig. 65 – 66).

I provini di PVC immersi in autunno sono caratterizzati dalla prevalenza di zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, con presenza di abbondanti alghe verdi e un minor ricoprimento di alghe rosse e serpulidi, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente alghe rosse, con riduzione di alghe verdi, aumento di slime e comparsa sia di briozoi incrostanti sia di briozoi arborescenti (Fig. 65 – 66). I provini immersi in inverno presentano prevalentemente zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, con alghe verdi, alghe rosse e serpulidi, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente alghe rosse, con aumento di serpulidi e riduzione sia di alghe verdi sia di zone non ricoperte (Fig. 65 – 66). I campioni immersi in primavera presentano

prevalentemente zone non ricoperte su entrambi i lati, con presenza di alghe verdi, più numerose sul lato esposto alla luce, e alghe rosse; inoltre, il lato esposto alla luce è caratterizzato dalla presenza di serpulidi, mentre il lato in ombra da briozoi incrostanti e briozoi arborescenti (Fig. 65 – 66). I provini immersi in estate sono caratterizzati prevalentemente da zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, con importante presenza di alghe verdi, alghe rosse e serpulidi; mentre il lato in ombra è caratterizzato da un aumento di alghe rosse e serpulidi, con presenza di balani e briozoi incrostanti (Fig. 65 – 66). Infine, tutti i provini presentano slime che risulta essere abbondante su entrambi i lati (Fig. 65 – 66).

I provini di pellame immersi in autunno presentano prevalentemente alghe verdi, con zone non ricoperte su entrambi i lati; inoltre, il lato esposto alla luce è caratterizzato dalla presenza di esemplari di bivalvi e briozoi arborescenti, mentre il lato in ombra dalla comparsa di serpulidi (Fig. 65 – 66). I campioni immersi in inverno presentano un ricoprimento simile ai campioni autunnali, con aumento di zone non ricoperte sul lato esposto alla luce (Fig. 65 – 66). I provini immersi in primavera sono caratterizzati da un'abbondante presenza di alghe verdi su entrambi i lati, con numerose zone non ricoperte sul lato esposto alla luce; inoltre, si osservano briozoi arborescenti, alghe rosse serpulidi su entrambi i lati, senza particolari differenze (Fig. 65 – 66). I campioni immersi in estate sono caratterizzati prevalentemente da alghe verdi e alghe rosse, con presenza di briozoi arborescenti, alghe rosse, bivalvi e zone non ricoperte e su entrambi i lati. Infine, tutti i campioni presentano slime su entrambi i lati (Fig. 65 – 66).

I campioni di acciaio immersi in autunno sono caratterizzati prevalentemente da zone ossidate e zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, con presenza di alghe verdi, alghe rosse e un minor numero di serpulidi che, invece, risultano abbondanti sul lato in ombra, caratterizzato dalla prevalenza di alghe rosse e alghe verdi, con abbondanti zone ossidate e non ricoperte (Fig. 65 – 66). I campioni immersi in inverno presentano prevalentemente zone ossidate sul lato esposto alla luce, con abbondanti zone non ricoperte e presenza di ridotte alghe verdi e alghe rosse, mentre il lato in ombra presenta alghe rosse e alghe verdi, con comparsa di briozoi arborescenti e abbondanti serpulidi, mentre si osserva una riduzione delle zone ossidate (Fig. 65 – 66). I provini immersi in primavera presentano prevalentemente zone ossidate e zone non ricoperte, con minor presenza di alghe verdi e alghe rosse sul lato esposto, mentre il lato in ombra è dominato da zone non ricoperte, con riduzione delle zone ossidate e un ricoprimento simile al lato esposto per quanto riguarda alghe verdi e alghe rosse (Fig. 65 – 66). I provini immersi in estate presentano, sul lato esposto alla luce, un ricoprimento sostanzialmente analogo

ai provini primaverili con riduzione delle zone non ricoperte, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente serpulidi, alghe rosse e alghe verdi, con comparsa di briozoi incrostanti (Fig. 65 – 66). Infine, sia il lato esposto sia il lato in ombra di ciascun campione sono caratterizzati dalla presenza di slime (Fig. 65 – 66).



Fig. 65. *Pannello 15 m esposto alla luce*



Fig. 66. *Pannello 15 m non esposto alla luce*

Terzo campionamento (30 luglio 2025)

Rispetto il precedente campionamento, sono stati rimossi i provini relativi la stagione estiva, essendo trascorso un anno dalla loro immersione.

I provini di legno immersi in autunno presentano prevalentemente alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte su entrambi i lati, con aumento di slime e serpulidi sul lato in ombra; inoltre, si osserva un ricoprimento sostanzialmente analogo nei provini immersi in inverno (Fig. 67 – 68). I provini immersi in primavera sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi, con presenza di slime, alghe rosse, zone non ricoperte e serpulidi, più abbondanti sul lato in ombra (Fig. 67 – 68).

I campioni di PVC immersi in autunno sono caratterizzati dalla prevalenza di alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, mentre sul lato in ombra diminuiscono alghe rosse e alghe verdi e aumentano serpulidi e slime (Fig. 67 – 68). I provini immersi in inverno presentano prevalentemente alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte su entrambi i lati, con comparsa di serpulidi sul lato in ombra, mentre su entrambi si osservano slime e briozoi incrostanti (Fig. 67 – 68). I provini immersi in primavera presentano alghe verdi, alghe rosse, briozoi incrostanti, slime e zone non ricoperte su entrambi i lati, con comparsa di serpulidi sul lato in ombra (Fig. 67 – 68).

I provini di pellame immersi in autunno presentano prevalentemente, su entrambi i lati, alghe verdi e zone non ricoperte, più abbondanti sul lato in ombra, su cui si osserva inoltre un aumento di serpulidi (Fig. 67 – 68). I provini immersi in inverno presentano un ricoprimento simile ai campioni autunnali, senza particolari differenze sui due lati rispetto i precedenti (Fig. 67 – 68). Infine, i provini immersi in primavera presentano prevalentemente alghe verdi su entrambi i lati, con briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, alghe rosse, serpulidi e slime; inoltre, si osservano zone non ricoperte più abbondanti sul lato esposto alla luce rispetto al lato in ombra (Fig. 67 – 68).

I provini di acciaio immersi in autunno presentano prevalentemente zone ossidate su entrambi i lati, su cui si osservano inoltre alghe verdi, serpulidi e zone non ricoperte (Fig. 67 – 68). I campioni immersi in inverno sono caratterizzati da un ricoprimento sostanzialmente analogo ai provini autunnali, con aumento delle zone non ricoperte sul lato non esposto alla luce (Fig. 67 – 68). I provini immersi in primavera presentano prevalentemente zone ossidate e zone non ricoperte, rispettivamente più abbondanti sul lato esposto alla luce e sul lato in ombra; inoltre, su entrambi i lati si osservano alghe verdi, alghe rosse e serpulidi (Fig. 67 – 68). Infine, tutti i provini presentano slime sia sul lato esposto alla luce sia sul lato in ombra (Fig. 67 – 68).



Fig. 67. *Pannello 15 m esposto alla luce*



Fig. 68. *Pannello 15 m non esposto alla luce*

Quarto campionamento (30 settembre 2025)

Per quanto riguarda il legno, è stato perso un provino autunnale, pertanto ne rimangono solamente due, caratterizzati dalla prevalenza di alghe vedi e alghe rosse sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente briozoi incrostanti; inoltre, si osservano serpulidi su entrambi i lati e balani sul lato in ombra (Fig. 69 – 70). I campioni immersi in

inverno presentano un ricoprimento sostanzialmente analogo ai provini autunnali (Fig. 69 – 70). Infine, i provini immersi in primavera sono caratterizzati prevalentemente da alghe verdi e alghe rosse sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra presenta alghe verdi e alghe rosse in abbondanza simile al lato esposto alla luce, con aumento di zone non ricoperte, balani, serpulidi e sedimento (Fig. 69 – 70). Inoltre, tutti i campioni sono caratterizzati dalla presenza di slime, sia sul lato esposto alla luce sia sul lato in ombra (Fig. 69 – 70).

I campioni di PVC immersi in autunno presentano prevalentemente alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, con presenza di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, slime e zone non ricoperte; inoltre, si osserva aumento di serpulidi e comparsa di balani sul lato in ombra, con presenza di sedimento (Fig. 69 – 70). I provini immersi in inverno presentano un ricoprimento analogo ai provini autunnali sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra è caratterizzato da un aumento di zone non ricoperte, con presenza di briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, alghe verdi e alghe rosse, e comparsa sia di serpulidi sia di balani (Fig. 69 – 70). I provini immersi in primavera presentano prevalentemente alghe verdi, alghe rosse, slime e zone non ricoperte su entrambi i lati, con aumento di briozoi incrostanti e comparsa sia di balani sia di serpulidi sul lato in ombra (Fig. 69 – 70).

I provini di pellame immersi in autunno sono caratterizzati prevalentemente da alghe verdi e in misura minore da alghe rosse, con presenza di zone non ricoperte che aumentano sul lato non esposto alla luce, caratterizzato inoltre da una riduzione di alghe verdi e alghe rosse; inoltre sono presenti serpulidi su entrambi i lati e ascidie sul lato in ombra (Fig. 69 – 70). I provini immersi in inverno presentano un ricoprimento analogo ai provini precedenti, con aumento di slime e zone non ricoperte sul lato in ombra (Fig. 69 – 70). I campioni immersi in primavera presentano infine un grado di ricoprimento simile per quanto riguarda alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, con più abbondanti serpulidi e zone non ricoperte sul lato esposto alla luce (Fig. 69 – 70).

I campioni di acciaio immersi in autunno sono prevalentemente caratterizzati da zone ossidate su entrambi i lati, con ridotte alghe verdi e alghe rosse sia sul lato esposto alla luce sia sul lato in ombra; inoltre, si osserva un aumento di serpulidi sul lato in ombra, su cui compaiono alcuni esemplari di ascidie (Fig. 69 – 70). I provini invernali presentano un ricoprimento simile ai provini autunnali sul lato esposto, su cui sono tuttavia più abbondanti le zone non ricoperte e, infine, il lato in ombra è caratterizzato dalla comparsa di briozoi incrostanti (Fig. 69 – 70). I provini primaverili presentano prevalentemente zone ossidate su entrambi i lati, con una

maggior presenza di serpulidi, alghe verdi e alghe rosse sul lato in ombra (Fig. 69 – 70). Inoltre, tutti i campioni sono caratterizzati dalla presenza di slime (Fig. 69 – 70).



Fig. 69. *Pannello 15 m esposto alla luce*



Fig. 70. *Pannello 15 m non esposto alla luce*

Quinto campionamento (25 novembre 2025)

Rispetto il precedente campionamento, sono stati rimossi i provini relativi la stagione autunnale, essendo trascorso un anno dalla loro immersione.

Per quanto riguarda il legno, è stato perso un provino invernale, pertanto ne rimane soltanto uno, caratterizzato dalla prevalenza di alghe verdi e zone non ricoperte su entrambi i lati, con presenza di alghe rosse, serpulidi e briozoi arborescenti sul lato esposto alla luce (Fig. 71 – 72). I campioni primaverili presentano prevalentemente, sul lato esposto alla luce, alghe verdi che diminuiscono sul lato in ombra, caratterizzato dalla presenza di alghe rosse, briozoi incrostanti, briozoi arborescenti, abbondanti serpulidi e alcuni esemplari di ascidie; inoltre, sono presenti zone non ricoperte su entrambi i lati (Fig. 71 – 72). Infine, tutti i provini sono caratterizzati dalla presenza di slime (Fig. 71 – 72).

I provini di PVC immersi in inverno presentano prevalentemente alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra è caratterizzato prevalentemente da briozoi incrostanti, alghe verdi e alghe rosse, con un'importante presenza di slime, serpulidi, sedimento e zone non ricoperte (Fig. 71 – 72). I provini immersi in primavera presentano un ricoprimento sostanzialmente analogo ai campioni invernali, con aumento di serpulidi sul lato esposto alla luce e presenza di briozoi arborescenti, balani e sedimento sul lato in ombra (Fig. 71 – 72).

I campioni di pellame immersi in inverno presentano prevalentemente alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte su entrambi i lati; inoltre, si osserva un aumento di briozoi arborescenti e serpulidi sul lato in ombra rispetto al lato esposto alla luce (Fig. 71 – 72). I campioni immersi in primavera presentano prevalentemente alghe verdi e zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, con serpulidi, briozoi arborescenti e alghe rosse, mentre il lato in ombra è caratterizzato principalmente da alghe verdi e in misura minore da alghe rosse, briozoi incrostanti, briozoi arborescenti e serpulidi; inoltre, su entrambi i lati è presente slime (Fig. 71 – 72).

I provini di acciaio immersi in inverno sono caratterizzati prevalentemente da zone ossidate su entrambi i lati, con presenza di alghe verdi, serpulidi, slime e zone non ricoperte; inoltre, il lato in ombra è caratterizzato dalla presenza di briozoi arborescenti (Fig. 71 – 72). I campioni immersi in primavera presentano prevalentemente zone ossidate su entrambi i lati, con ricoprimento simile di alghe verdi e serpulidi; inoltre, si osserva aumento di briozoi incrostanti, riduzione di alghe rosse e comparsa di bivalvi sul lato in ombra (Fig. 71 – 72).



Fig. 71. *Pannello 15 m esposto alla luce*



Fig. 72. *Pannello 15 m non esposto alla luce*

Sesto campionamento (19 dicembre 2025)

Il campione di legno immerso in inverno presenta prevalentemente zone non ricoperte, con presenza di alghe verdi e, in misura minore, alghe rosse, briozoi arborescenti e slime sul lato esposto alla luce, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente alghe verdi e alghe rosse, con alcune zone non ricoperte (Fig. 73 – 74). I provini immersi in primavera presentano alghe verdi e alghe rosse su entrambi i lati, con zone non ricoperte; inoltre, sul lato in ombra si osservano briozoi arborescenti e slime (Fig. 73 – 74).

I campioni di PVC sono caratterizzati da un ricoprimento in cui prevalgono alghe rosse e alghe verdi sul lato esposto alla luce, con presenza di serpulidi e zone non ricoperte, mentre il lato in ombra è prevalentemente caratterizzato da alghe rosse e briozoi incrostanti, con riduzione di alghe verdi rispetto al lato esposto alla luce, e comparsa di balani (Fig. 73 – 74). I provini immersi in primavera presentano un ricoprimento sostanzialmente analogo ai campioni invernali per quanto riguarda il lato esposto alla luce, con importante presenza di serpulidi; mentre il lato in ombra è prevalentemente caratterizzato da briozoi incrostanti e alghe rosse, inoltre su entrambi i lati si osservano zone non ricoperte (Fig. 73 – 74).

I campioni di pellame immersi in inverno presentano prevalentemente alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte su entrambi i lati, con aumento di serpulidi e slime sul lato in ombra (Fig. 73 – 74). I provini immersi in primavera sono caratterizzati da abbondanti alghe verdi, alghe rosse e zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, più abbondanti rispetto ai campioni invernali, con presenza di serpulidi e slime su entrambi i lati; mentre il lato in ombra è prevalentemente caratterizzato da alghe verdi e alghe rosse (Fig. 73 – 74).

I campioni di acciaio immersi in inverno presentano prevalentemente zone di ossidato sul lato esposto alla luce, con ridotta presenza di alghe verdi, alghe rosse, serpulidi e briozoi incrostanti, ma si osservano zone non ricoperte; mentre il lato in ombra è caratterizzato da abbondanti alghe rosse, serpulidi, briozoi incrostanti, e in misura minore da alghe verdi e zone non ricoperte (Fig. 73 – 74).



Fig. 73. *Pannello 15 m esposto alla luce.*

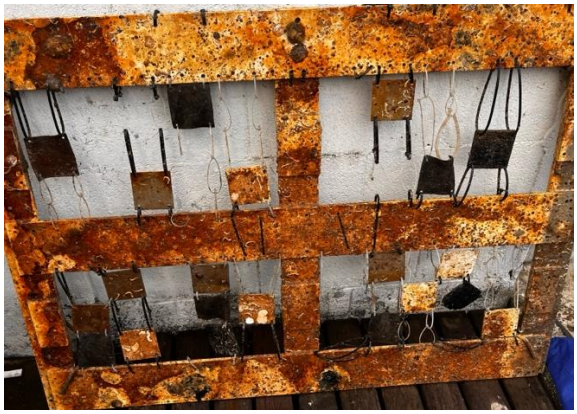


Fig. 74. *Pannello 15 m non esposto alla luce.*

Settimo campionamento (21 gennaio 2026)

Rispetto il precedente campionamento, sono stati rimossi i provini relativi la stagione invernale, essendo trascorso un anno dalla loro immersione.

Per quanto riguarda il legno, si osservano prevalentemente alghe verdi e, in misura minore, alghe rosse, serpulidi e zone non ricoperte su entrambi i lati (Fig. 75 – 76).

I campioni di PVC sono caratterizzati prevalentemente da alghe verdi sul lato esposto alla luce e in misura minore da alghe rosse, serpulidi e zone non ricoperte, mentre sul lato in ombra si osservano prevalentemente briozoi incrostanti, alghe verdi e alghe rosse, con presenza di zone non ricoperte e serpulidi (Fig. 75 – 76).

I campioni di pellame sono caratterizzati da un'elevata abbondanza di alghe verdi su entrambi i lati, con presenza di zone non ricoperte e serpulidi sul lato esposto alla luce, mentre sul lato in ombra si osserva un aumento di alghe rosse e una riduzione di serpulidi rispetto al lato esposto alla luce; inoltre, su entrambi i lati è presente una componente di slime (Fig. 75 – 76).

I provini di acciaio sono caratterizzati dalla prevalenza di zone ossidate su entrambi i lati, con un ricoprimento simile per quanto riguarda le alghe verdi; inoltre, si si osserva un aumento di alghe rosse, serpulidi, balani e zone non ricoperte sul lato in ombra (Fig. 75 – 76).



Fig. 75. *Pannello 15 m esposto alla luce.*



Fig. 76. *Pannello 15 m non esposto alla luce.*

<u>Ottavo campionamento</u> (23 marzo 2025)

Tutti i provini di legno sono stati persi, pertanto permangono i campioni di PVC, pellame e acciaio immersi in primavera.

I campioni di PVC sono prevalentemente caratterizzati da alghe verdi e zone non ricoperte sul lato esposto alla luce, con ridotta presenza di alghe rosse e serpulidi; mentre il lato in ombra

presenta prevalentemente alghe verdi e si osserva aumento di alghe rosse e serpulidi, comparsa di briozoi incrostanti e riduzione di zone non ricoperte (Fig. 77 – 78).

I provini di pellame presentano prevalentemente zone non ricoperte sul lato esposto con ridotti briozoi arborescenti, alghe rosse e serpulidi, mentre il lato in ombra presenta prevalentemente alghe verdi, con presenza di alghe rosse, briozoi arborescenti e serpulidi (Fig. 77 – 78).

I campioni di acciaio presentano prevalentemente zone di ossidato su entrambi i lati, con ricoprimento sostanzialmente analogo per quanto riguarda alghe verdi, serpulidi e zone non ricoperte (Fig. 77 – 78).



Fig. 77. *Pannello 15 m esposto alla luce.*



Fig. 78. *Pannello 15 m non esposto alla luce.*

4.1.1.2. Valutazione grado di ricoprimento

Per quanto riguarda la valutazione del grado di ricoprimento, viene analizzata la percentuale di superficie occupata dai diversi gruppi di organismi sui campioni dei vari materiali. In particolare, viene riportato l'esempio di un campione di legno invernale immerso alla profondità di 7,5 m, confrontando le condizioni di luce e di buio, in corrispondenza del 3° campionamento. In condizioni di luce, la colonizzazione è caratterizzata soprattutto dalla presenza di alghe verdi e alghe rosse, che rappresentano i gruppi con i maggiori valori di ricoprimento. Le alghe verdi raggiungono circa il 50%, mentre le alghe rosse raggiungono circa il 45%. È inoltre presente una colonizzazione più limitata da parte dei Bivalvia, con valori compresi indicativamente tra il 5 e il 15%, mentre *Amphibalanus* e slime mostrano percentuali molto basse. I Bryozoa incrostanti e arborescenti compaiono solo marginalmente. Nel complesso, quindi, in condizioni di luce il ricoprimento del legno in inverno è dominato principalmente dalle componenti algali, con una presenza secondaria di Bivalvia.

In condizioni di buio, il pattern di colonizzazione cambia, infatti i Bryozoa incrostanti diventano il gruppo maggiormente rappresentato, raggiungendo circa il 60%. Sono inoltre presenti Bryozoa arborescenti, con valori fino a circa il 35%, mentre le alghe verdi mostrano valori più contenuti rispetto alla condizione di luce. Si osservano anche alghe rosse, *Amphibalanus* sp. e Serpulidae, generalmente con percentuali inferiori al 20%. Compaiono inoltre slime e sedimento, seppur con valori ridotti.

Il confronto tra le due condizioni permette quindi di evidenziare una differenziazione nella composizione della comunità: sul lato esposto alla luce prevalgono soprattutto alghe verdi e alghe rosse, mentre sul lato in ombra aumenta nettamente l'importanza dei Bryozoa, in particolare dei Bryozoa incrostanti. Questo suggerisce un effetto della disponibilità di luce sulla tipologia di organismi che colonizzano il legno, e in generale i vari materiali, durante il periodo di immersione.

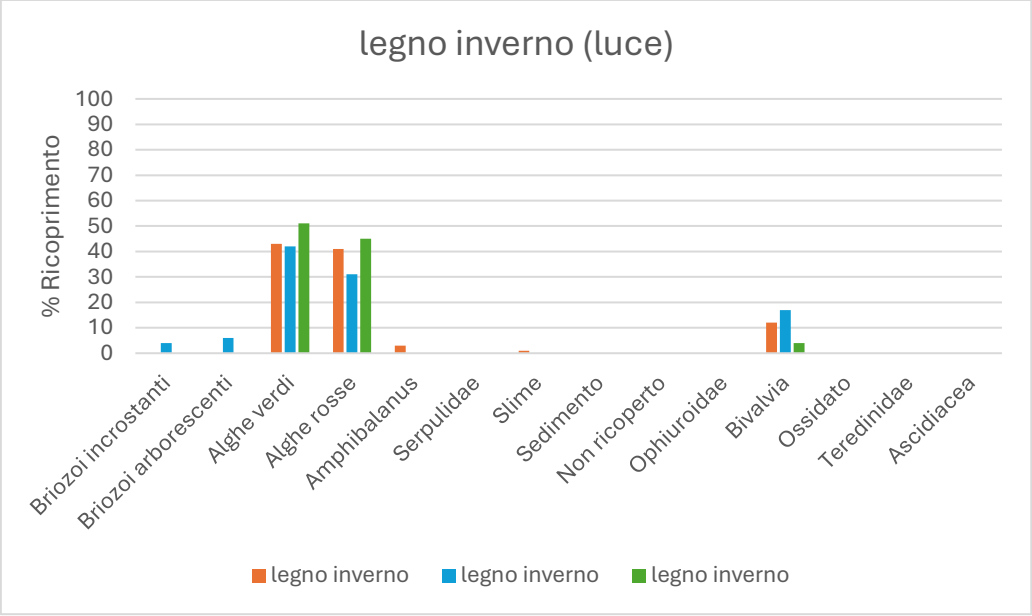


Fig. 79. Percentuale di ricoprimento dei principali gruppi di organismi su un campione di legno invernale, in condizioni di luce alla profondità di 7,5 m, al terzo campionamento, ottenuta mediante analisi delle immagini con PhotoQuad.

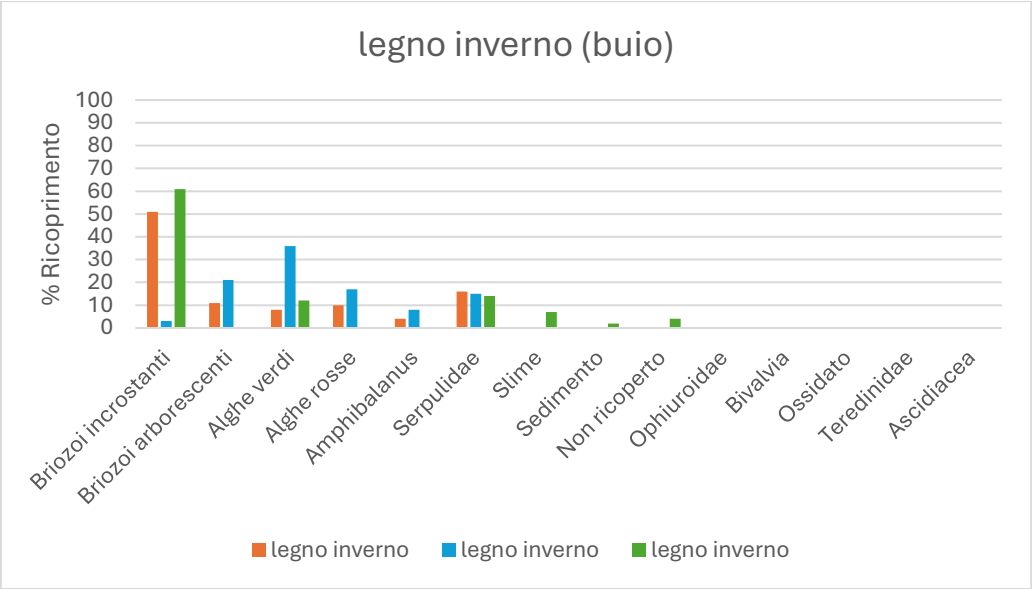


Fig. 80. Percentuale di ricoprimento dei principali gruppi di organismi su un campione di legno invernale, in condizioni di luce alla profondità di 7,5 m, al terzo campionamento, ottenuta mediante analisi delle immagini con PhotoQuad.

4.1.2. Tessuti

4.1.2.1. Osservazione macroscopica

4.1.2.1.1. Frame a 0,5 m

Per quanto riguarda i tessuti, permangono un provino di pile e uno di tessuto simil giacca nautica (Fig. 81 – 82). Nel corso dei diversi campionamenti è stata osservata l'assenza di organismi quali balani e serpulidi, che risulterebbero particolarmente informativi in un ipotetico contesto forense grazie alla loro capacità di formare secrezioni calcaree, permanenti anche dopo la scomparsa dell'organismo. Il ricoprimento osservato è attribuibile prevalentemente alla presenza di slime, sedimento, alghe verdi, briozoi arborescenti e briozoi incrostanti (Fig. 81 – 82).



Fig. 81. *Campione di tessuto simil giacca nautica fissato a 0,5 m lato luce.*



Fig. 82. *Campione di pile fissato a 0,5 m lato luce.*

4.1.2.1.2. Frame a 7,5 m

Analogamente a quanto osservato per il frame a 0,5 m, permangono esclusivamente un provino di pile e uno di tessuto simil giacca nautica, mentre gli altri tessuti risultano persi. Anche in questo caso non si osserva la presenza di organismi quali serpulidi, balani o briozoi; il ricoprimento è costituito esclusivamente da slime, sedimento e alghe verdi, senza evidenti differenze tra i diversi campionamenti (Fig. 83 – 84).



Fig. 83. *Campione di tessuto simil giacca nautica fissato a 7,5 m lato luce.*



Fig. 84. *Campione di pile fissato a 7,5 m lato luce.*

4.1.2.1.3. Frame a 15 m

Anche a questa profondità permangono un campione di pile e uno di tessuto simil giacca nautica. Rispetto ai provini collocati a 0,5 m e 7,5 m, si osserva un grado di ricoprimento inferiore. Tuttavia, anche in questo caso risultano assenti organismi quali serpulidi, balani e briozoi, mentre il ricoprimento è attribuibile alla presenza di slime, sedimento e ridotte alghe verdi (Fig. 85 – 86).



Fig. 85. *Campione di tessuto simil giacca nautica fissato a 15 m lato luce.*



Fig. 86. *Campione di pile fissato a 15 m lato luce.*

4.2. Misura organismi – *Amphibalanus* sp.

Nel presente paragrafo sono riportati i dati inerenti agli intervalli di crescita relativi il diametro dei balani presenti sui campioni immersi.

I risultati sono pertanto presentati e discussi in funzione della profondità e della data di campionamento.

Da una prima analisi emerge che i substrati in acciaio INOX e in PVC risultino essere i più intensamente colonizzati, mentre esemplari del genere *Amphibalanus* sono stati osservati con minore frequenza su provini in pellame e in legno, coerentemente con i dati riportati nella sezione Appendice.

Infine, sono stati progressivamente esclusi gli esemplari di *Amphibalanus* sp. non vitali in ciascun campionamento mediante analisi fotografica, pertanto i dati riportati in Fig.87, Fig. 89, Fig. 90, Fig. 91) fanno riferimento a esemplari vitali dal primo campionamento (27 maggio 2025) all'ultimo (23 marzo 2026), coerentemente con le stagionalità dei campioni e il relativo tempo di immersione.

4.2.1. Frame 0,5 m

4.2.1.1. Lato esposto alla luce

Per quanto riguarda il frame immerso alla profondità di 0,5 m si osservano, sul lato esposto alla luce, esemplari di *Amphibalanus* sp. esclusivamente su campioni di PVC, relativi la stagione estiva e autunnale. Vengono esclusi esemplari non vitali o eccessivamente ricoperti da organismi, quali serpulidi e briozoi incrostanti, per non includere misurazioni poco accurate. Vengono riportate le medie dei diametri Ø per ciascun campionamento, con relativa deviazione standard σ, su un campione di PVC estivo e su uno autunnale (Fig.87).

Per quanto riguarda il PVC esposto alla luce, rispettivamente per la stagione estiva e la stagione autunnale, i diametri Ø medi e le relative deviazioni standard sono stati ottenuti a partire dalla misurazione di due e tre esemplari vitali per il corrispondente periodo di campionamento (Fig. 87).

Nel caso del campione estivo, si ottiene un diametro Ø medio pari a 0,70 cm al momento del primo campionamento, con conseguente aumento fino al valore medio di 1,35 cm durante il secondo campionamento (Fig. 87); successivamente, il campione viene rimosso dal frame, e quindi dall'analisi, essendo trascorso un anno dalla sua immersione.

Per quanto concerne il campione autunnale, si ottiene un diametro Ø medio di 0,70 cm con il primo campionamento, per poi raggiungere il valore di 1,30 cm al momento del secondo campionamento, e si mantiene invariato al momento del terzo campionamento (Fig. 87). Infine, si ottiene un diametro Ø medio di 1,50 cm in corrispondenza del quarto campionamento (Fig. 87); successivamente il campione viene rimosso dal frame, e quindi dall'analisi, essendo trascorso un anno dalla sua immersione.

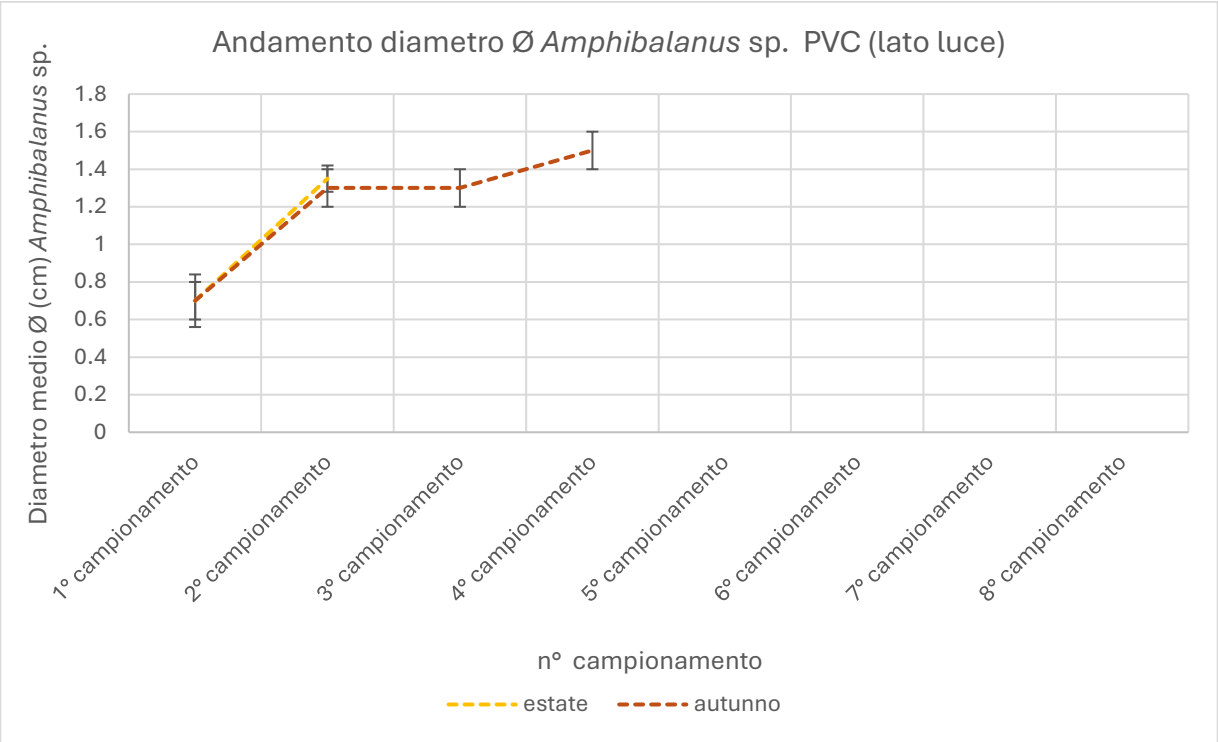


Fig. 87. *Andamento del diametro medio di esemplari di Amphibalanus sp. su campioni di PVC estivi e autunnali esposti alla luce alla profondità di 0,5 m.*

4.4.1.2. Lato in ombra

Per quanto concerne il frame immerso alla profondità di 0,5 m non esposto alla luce, vengono rilevati esemplari di *Amphibalanus* sp. su campioni di PVC, INOX e legno, mentre non sono presenti su campioni di pellame. Si riporta quindi il diametro Ø medio ottenuto in ciascun campionamento (Fig. 88, Fig. 90, Fig. 91) con le relative deviazioni standard σ.

Relativamente il materiale PVC sul lato in ombra, vengono valutati un campione sia per la stagione estiva sia per la stagione autunnale, e due campioni sia per la stagione invernale sia per la stagione primaverile. Inoltre, per il periodo estivo, il diametro Ø medio e la relativa deviazione standard sono stati calcolati su tre esemplari, risultati vitali per tutto il tempo intercorso tra i

campionamenti (Fig. 88). Per i periodi autunnale e invernale, il calcolo è stato effettuato considerando solo su due esemplari, mentre per il periodo primaverile sono stati considerati in totale sei esemplari (Fig. 88).

Per la stagione estiva, si ottiene un diametro Ø medio di 0,80 cm al momento del primo campionamento, con successivo aumento fino al valore di 1,07 cm durante il secondo campionamento (Fig. 88). Tale campione viene poi rimosso dal frame, e quindi dall'analisi, essendo trascorso un anno dalla sua immersione.

Nel caso del campione autunnale, si ottiene un diametro Ø medio di 1,15 cm con il primo campionamento e successivo aumento al valore di 1,20 cm al momento del secondo campionamento; in corrispondenza del terzo campionamento, si raggiunge un valore medio pari a 1,25 cm e, infine, al quarto campionamento, si ottiene un valore medio di 1,35 cm (Fig. 88). In corrispondenza di tale campionamento, il provino viene rimosso dal frame, e conseguentemente dall'analisi, essendo trascorso un anno dalla sua immersione.

Per quanto concerne la stagione invernale, si ottiene un diametro Ø medio di 0,85 cm al momento del primo campionamento e, al secondo campionamento, si riscontra un aumento fino al valore di 1,08 cm, mentre, con il terzo campionamento, si ottiene un valore pari a 1,22 cm (Fig. 88). Tuttavia, gli esemplari di *Amphibalanus* sp. risultano non vitali su uno dei due provini di PVC relativi la stagione invernale; pertanto, vengono esclusi dall'analisi e i dati fanno quindi riferimento a un solo campione, causa dell'assenza di deviazione standard nei risultati a partire dal quarto campionamento. In particolare, in corrispondenza del quarto campionamento si ottiene un diametro Ø medio di 1,30 cm che aumenta al momento del quinto campionamento, , raggiungendo il valore di 1,40 cm, e quest'ultimo si mantiene costante con il sesto campionamento (Fig. 88). Gli esemplari di *Amphibalanus* sp. risultano tuttavia non vitali anche sul secondo provino al momento del settimo campionamento, pertanto, vengono esclusi dall'analisi e non vengono riportati dati relativi.

Nel caso della stagione primaverile si ottiene un diametro Ø medio di 0,70 cm al momento del primo campionamento (Fig. 89 A), mentre, in corrispondenza del secondo campionamento, si ottiene un valore rispettivamente di 1,17 cm (Fig. 88, Fig. 89 B). Con il terzo campionamento si ottiene un diametro Ø medio di 1,33 cm (Fig. 89 C), con successivo aumento fino al valore di 1,52 cm in corrispondenza del quarto campionamento (Fig. 88, Fig. 89 D). Al momento del quinto campionamento (Fig. 89 E), si registra un diametro Ø medio di 1,60 cm e, al sesto campionamento, si registra un aumento fino al valore di 1,62 cm (Fig. 89 F) che aumenta ulteriormente fino a raggiungere il valore di 1,72 cm con il settimo campionamento (Fig. 88, Fig. 89 G). Infine, nel caso del primo provino di PVC gli organismi risultano non essere vitali

al momento dell'ottavo e ultimo campionamento, e vengono pertanto esclusi dall'analisi; di conseguenza si riportano esclusivamente i dati del secondo provino, con cui si ottiene un valore medio pari a 1.80 cm (Fig. 88, Fig. 89 H).

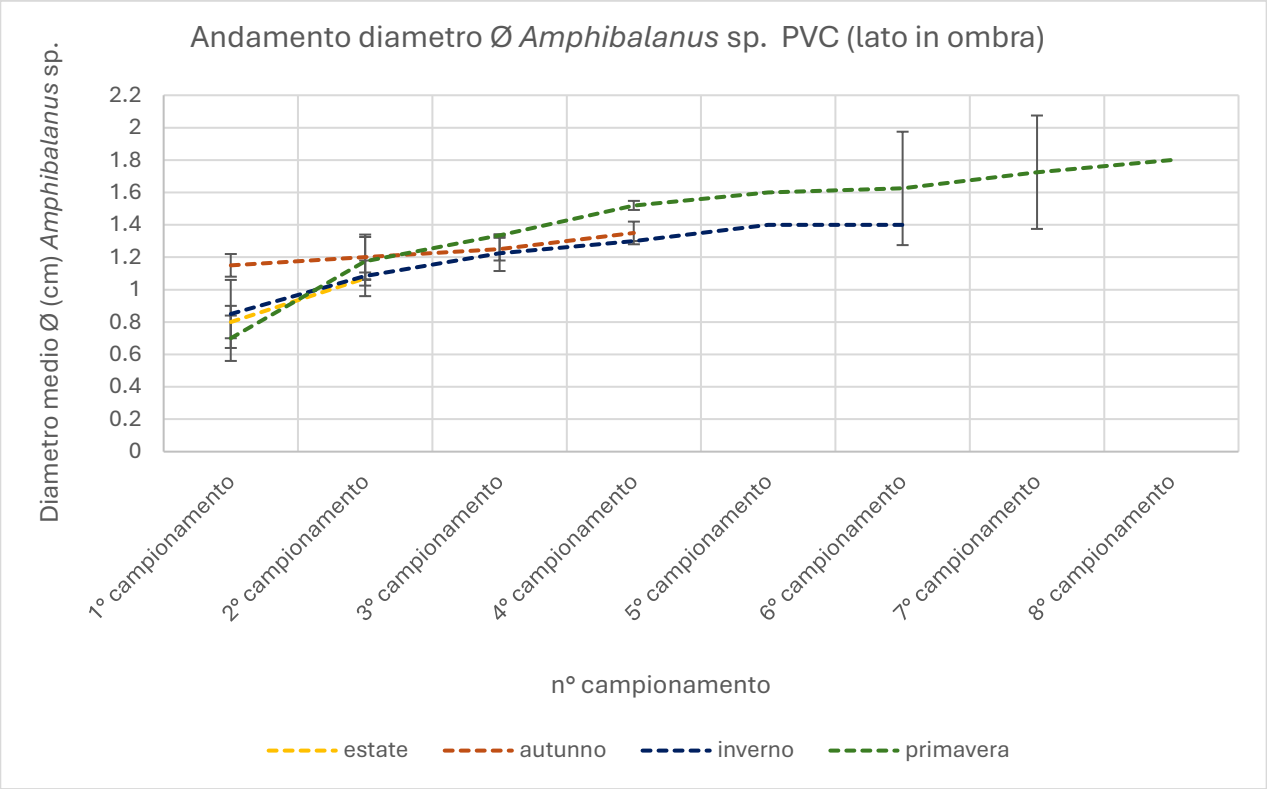
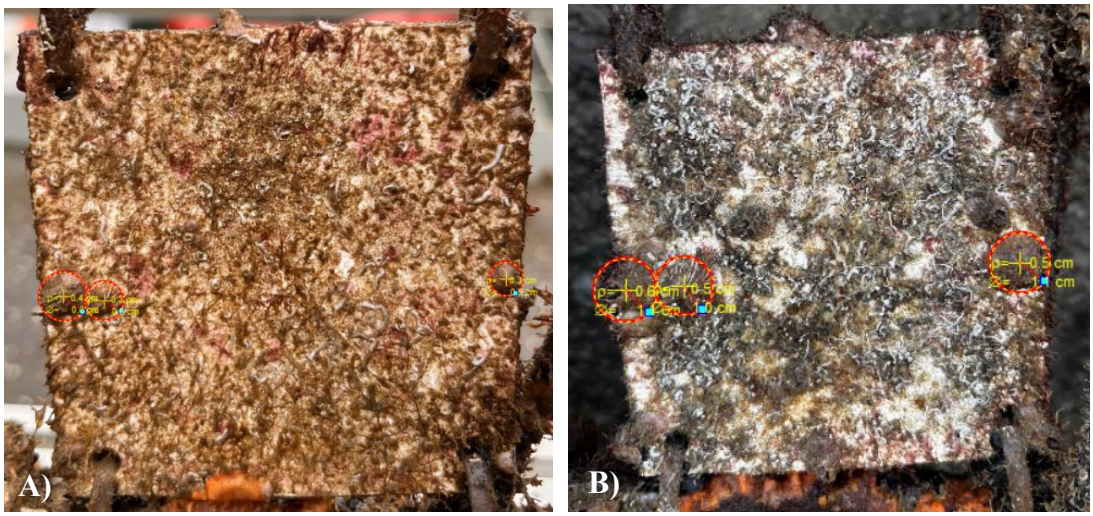


Fig. 88. *Andamento del diametro medio di esemplari di Amphibalanus sp. su campioni di PVC estivi, autunnali, invernali e primaverili non esposti alla luce alla profondità di 0,5 m.*



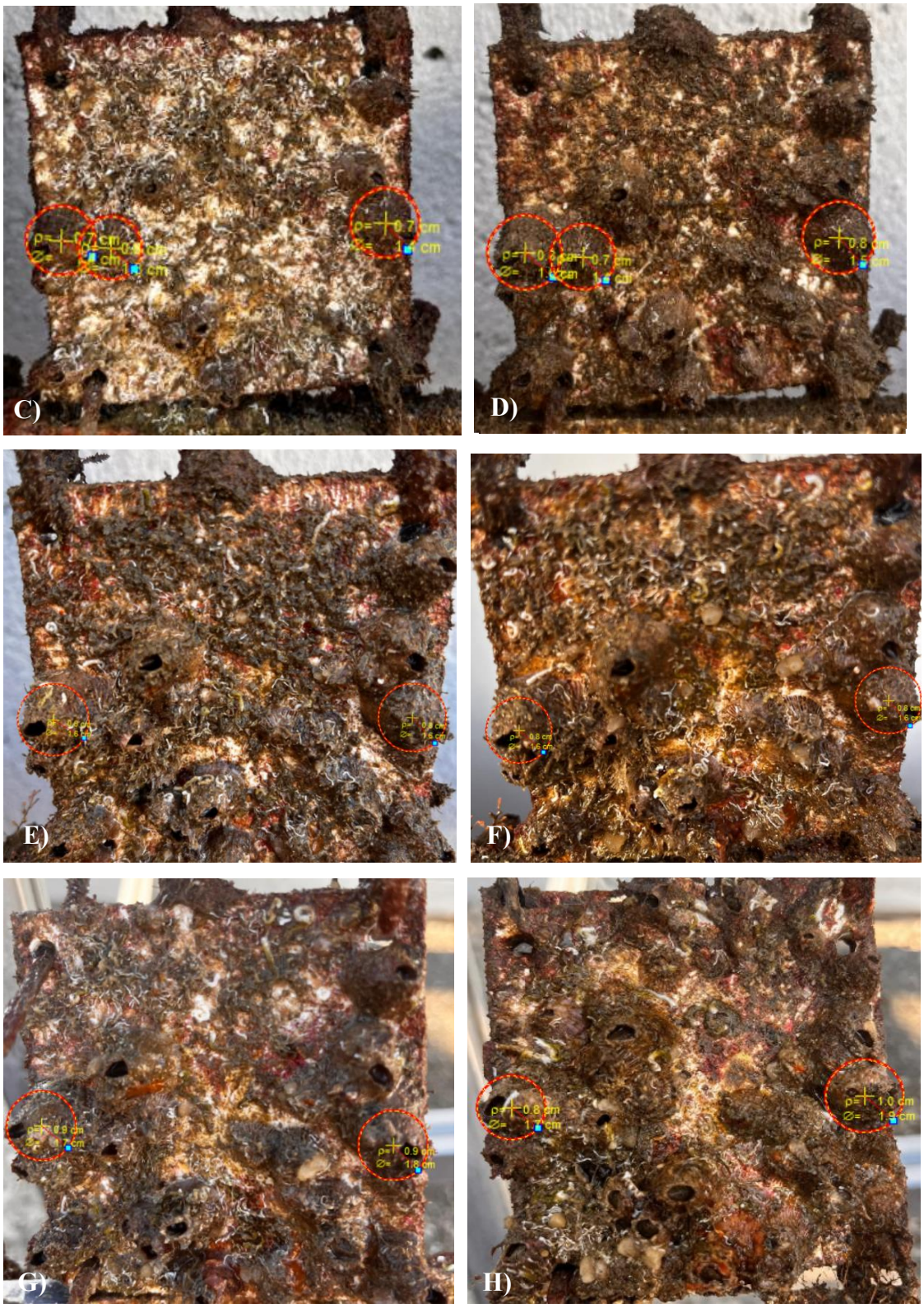


Fig. 89. A) *PVC lato buio 0,5 m primo campionamento* **B)** *PVC buio lato 0,5m primo campionamento* **C)** *PVC lato buio 0,5m terzo campionamento* **D)** *PVC lato buio 0,5m quarto campionamento* **E)** *PVC lato buio 0,5m quinto campionamento* **F)** *PVC lato buio 0,5 m sesto campionamento* **G)** *PVC lato buio 0,5 m settimo campionamento* **H)** *PVC lato buio 0,5 m settimo campionamento.*

Per quanto concerne il frame immerso alla profondità di 0,5 m non esposto alla luce, relativamente il materiale INOX, vengono valutati un campione per la stagione estiva e due campioni per la stagione autunnale, invernale e primaverile (Fig. 90).
Nel caso dei campioni di INOX sul lato in ombra, relativamente la stagione estiva, il diametro Ø medio e la relativa deviazione standard σ è stata calcolata sulla base di quattro esemplari vitali, mentre per quanto riguarda i campioni di INOX, relativamente la stagione autunnale, sono stati considerati due esemplari e, infine, nel caso dei campioni di INOX invernali e primaverili, sono stati rispettivamente considerati quattro e due esemplari.

Per quanto concerne la stagione estiva, si ottiene un diametro Ø medio di 1,20 cm al momento del primo campionamento e, al secondo campionamento, viene invece calcolato un diametro Ø medio pari a 1,42 cm, indicando quindi un aumento delle dimensioni degli esemplari presenti (Fig. 90).
Per quanto riguarda la stagione autunnale, si ottiene un diametro Ø medio di 1,05 cm al momento del primo campionamento; in corrispondenza del secondo campionamento si registra invece un aumento del valore medio, pari a 1,15 cm (Fig. 90). Infine, in corrispondenza del terzo campionamento, si ottiene un valore di 1,20 cm (Fig. 90). Tuttavia, al quarto campionamento. gli esemplari presenti su entrambi i campioni risultano non essere vitali, di conseguenza vengono rimossi dall'analisi e non vengono riportati dati relativi (Fig. 90).
Per quanto riguarda i campioni invernali, si registra un diametro Ø medio di 0,80 cm per entrambi i provini al momento del primo campionamento, con successivo aumento fino al raggiungimento di un valore pari a 0,99 cm al secondo campionamento (Fig. 90). Inoltre, al momento del terzo campionamento, gli esemplari presenti sul primo campione di INOX risultano non essere vitali e vengono quindi esclusi dall'analisi, mentre nel caso del secondo campione si ottiene un diametro Ø medio di 1,1 cm (Fig. 90). Infine, durante il quarto campionamento, anche gli esemplari presenti sul secondo campione risultano non essere vitali; pertanto, vengono esclusi dall'analisi e non vengono riportati dati relativi (Fig. 90).
Per quanto riguarda i campioni primaverili, si ottiene un diametro Ø medio di 0,82 cm al momento del primo campionamento, e al secondo campionamento un valore medio di 1,10 cm (Fig. 90). Successivamente, in corrispondenza del terzo campionamento, si registra un valore pari a 1,42 cm; tuttavia, gli esemplari presenti sul primo campione risultano non vitali al momento del quarto campionamento, mentre nel caso del secondo campione si ottiene un valore medio pari a 1,60 cm (Fig. 90). Successivamente, anche gli esemplari presenti sul secondo campione risultano non vitali, pertanto vengono esclusi dall'analisi (Fig. 90).

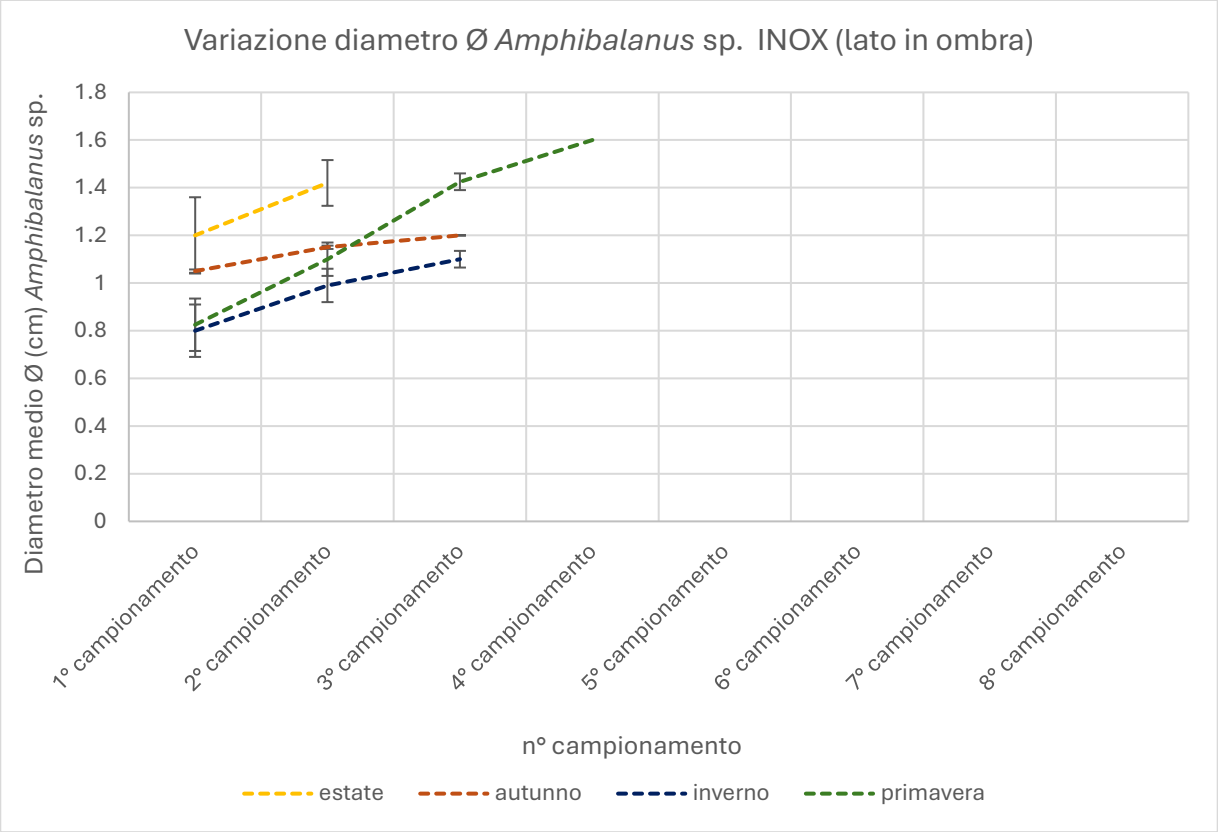


Fig. 90. *Variazione del diametro medio di esemplari di* Amphibalanus *sp. su campioni di acciaio INOX autunnali, invernali e primaverili non esposti alla luce alla profondità di 0,5 m.*

Per quanto concerne il frame immerso alla profondità di 0,5 m non esposto alla luce, relativamente il materiale legno, viene valutato un campione per la stagione primaverile (Fig. 91). In particolare, il diametro Ø medio e la relativa deviazione standard σ vengono calcolate sulla base di tre esemplari vitali per il periodo di campionamento considerato (Fig. 91).

Per quanto concerne il frame immerso alla profondità di 0,5 m non esposto alla luce, relativamente il materiale legno, vengono valutati due campioni per la stagione primaverile, mentre non sono presenti esemplari di *Amphibalanus* sp. su alcun campione estivo, autunnale e invernale (Fig. 91).

In particolare, si ottiene un diametro Ø medio pari a 1,01 cm al momento del primo campionamento, con successivo aumento a 1,26 cm in corrispondenza del secondo campionamento (Fig. 91). Si ottiene successivamente un valore medio pari a 1,55 cm nel caso del primo campione, mentre per quanto riguarda il secondo provino, gli esemplari presenti risultano non essere vitali e vengono pertanto esclusi dall'analisi al momento del terzo

campionamento (Fig. 91). Infine, anche gli esemplari presenti sul primo campione risultano non vitali al quarto campionamento, pertanto vengono esclusi dall'analisi (Fig. 91).

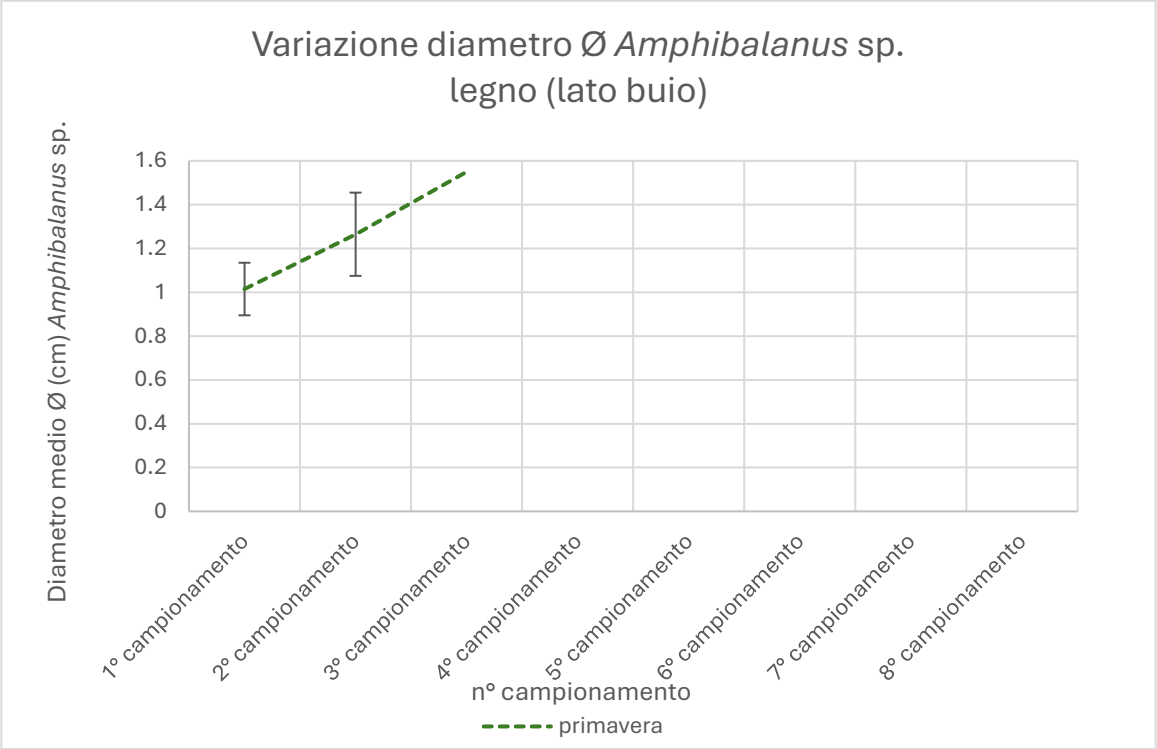


Fig. 91. *Variazione del diametro medio di esemplari di* Amphibalanus *sp. su campioni di legno primaverili non esposti alla luce alla profondità di 0,5 m.*

4.4.2. Frame 7,5 m

Per quanto riguarda la profondità di 7,5 m non si osservano esemplari di *Amphibalanus* sp. su alcun materiale esposto alla luce. Sul lato non esposto, invece, sono presenti alcuni esemplari di *Amphibalanus* sp.; tuttavia, questi risultano non vitali già dopo i primi campionamenti oppure completamente ricoperti da altri organismi, quali serpulidi e briozoi incrostanti. Di conseguenza, non è stato possibile ottenere misurazioni affidabili del diametro degli esemplari, motivo per cui sono stati esclusi dalle analisi.

4.4.3. Frame 15 m

Per quanto riguarda la profondità di 15 m non si osservano esemplari di *Amphibalanus* sp. su alcun materiale, siano essi esposti alla luce o non esposti, pertanto non sono presenti dati inerenti diametro medio e deviazione standard.

4.3. Velocità di crescita *Amphibalanus* sp.

Un ulteriore parametro considerato è la velocità di crescita (espressa in cm/gg) degli esemplari di *Amphibalanus* sp., calcolata come variazione del diametro degli organismi (espresso in centimetri) in funzione del tempo intercorso tra i campionamenti (espresso in giorni).

Vengono quindi riportate le velocità di crescita Fig. 90, Fig. 91, Fig. 92, Fig. 93 suddivisi per profondità, campionamento e materiale. In particolare, le diverse velocità di crescita ottenute sono state confrontate al fine di individuare eventuali differenze tra le diverse condizioni di immersione, quali profondità, esposizione, materiale e stagionalità.

4.3.1. Frame 0,5 m

4.3.1.1. Lato esposto alla luce

Per quanto riguarda gli esemplari di *Amphibalanus* sp. presenti su campioni di PVC esposti alla luce, relativamente la stagione estiva, si osserva un tasso di crescita 0.0144 cm/gg tra il primo e il secondo campionamento (Fig. 92); tuttavia, i campioni vengono successivamente rimossi essendo trascorso un anno dalla loro immersione. Gli esemplari presenti su campioni di PVC esposti alla luce e immersi durante la stagione autunnali mostrano un tasso di crescita pari a 0.0133 cm/gg tra il primo e il secondo campionamento, per poi assumere un valore pari a 0,0000 cm/gg tra il secondo e il terzo, indicando un'invariata dimensione degli esemplari (Fig. 92). Infine, tra il terzo e il quarto campionamento, si calcola un tasso di crescita pari a 0,00444 cm/gg, indicando una riduzione della crescita degli organismi, compatibilmente con la transizione tra stagione estiva e autunnale (Fig. 92); successivamente, i campioni vengono rimossi essendo trascorso un anno dalla loro immersione.

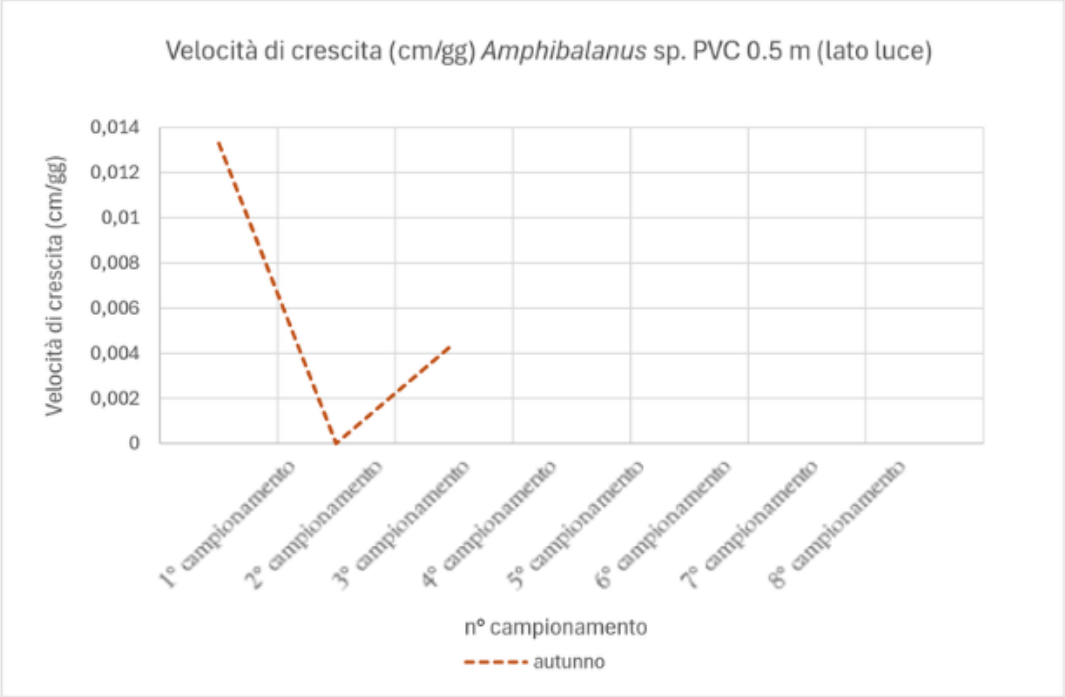


Fig. 92. *Velocità di crescita di* Amphibalanus *sp. alla profondità di 0,5 m su campioni di PVC estivi e autunnali esposti alla luce*

4.3.1.2. Lato in ombra

Per quanto riguarda gli esemplari di *Amphibalanus* sp. presenti su campioni di PVC non esposti alla luce, relativamente la stagione estiva, si osserva un tasso di crescita 0,006 cm/gg tra il primo e il secondo campionamento (Fig. 93); tuttavia, i campioni vengono successivamente rimossi essendo trascorso un anno dalla loro immersione. Gli esemplari presenti su campioni di PVC non esposti alla luce e immersi durante la stagione autunnale mostrano un tasso di crescita pari a 0,00111 cm/gg tra il primo e il secondo campionamento, e tale valore si mantiene invariato tra il secondo e il terzo, indicando un'invariata dimensione degli esemplari (Fig. 93). Infine, tra il terzo e il quarto campionamento, si calcola una velocità di crescita pari a 0,00222 cm/gg, indicando un lieve aumento delle dimensioni degli esemplari (Fig. 93); successivamente, i campioni vengono rimossi essendo trascorso un anno dalla loro immersione.

Per quanto riguarda i campioni immersi in inverno, si calcola una velocità di crescita pari a 0,00956 cm/gg tra il primo e il secondo campionamento, e assume successivamente un valore pari a 0,00311 cm/gg (Fig. 93). La velocità di crescita diminuisce ulteriormente, assumendo un valore pari a 0,00178 cm/gg per poi andare incontro a un lieve aumento, fino al valore di 0,00222 cm/gg (Fig. 93). Infine, si ottiene un tasso di crescita pari a 0,0000 cm/gg (Fig. 93), indicando un'interrotta crescita degli esemplari di *Amphibalanus* sp; i campioni vengono successivamente rimossi essendo trascorso un anno dalla loro immersione.

Per quanto riguarda invece i campioni immersi in primavera e non esposti alla luce, si ottiene un tasso di crescita pari a 0.0104 cm/gg tra il primo e il secondo campionamento, per poi aumentare e assumere il valore di 0,00356 cm/gg, indicando un aumento delle dimensioni degli esemplari; inoltre, si riscontra un ulteriore aumento nella velocità di crescita, con valore pari a 0,00422 cm/gg, compatibilmente con l'elevata crescita durante la stagione estiva (Fig. 93). Infatti, in corrispondenza del periodo autunnale, si registra una riduzione della velocità di crescita, con valore pari a 0,000444 cm/gg, che diminuisce ulteriormente a 0,00222 cm/gg (Fig. 93). In corrispondenza dell'ultimo campionamento si ottiene un valore pari a 0,00178 cm/gg, indicando una riduzione della velocità di crescita degli organismi, compatibilmente con il passaggio tra stagione invernale e primaverile (Fig. 93).

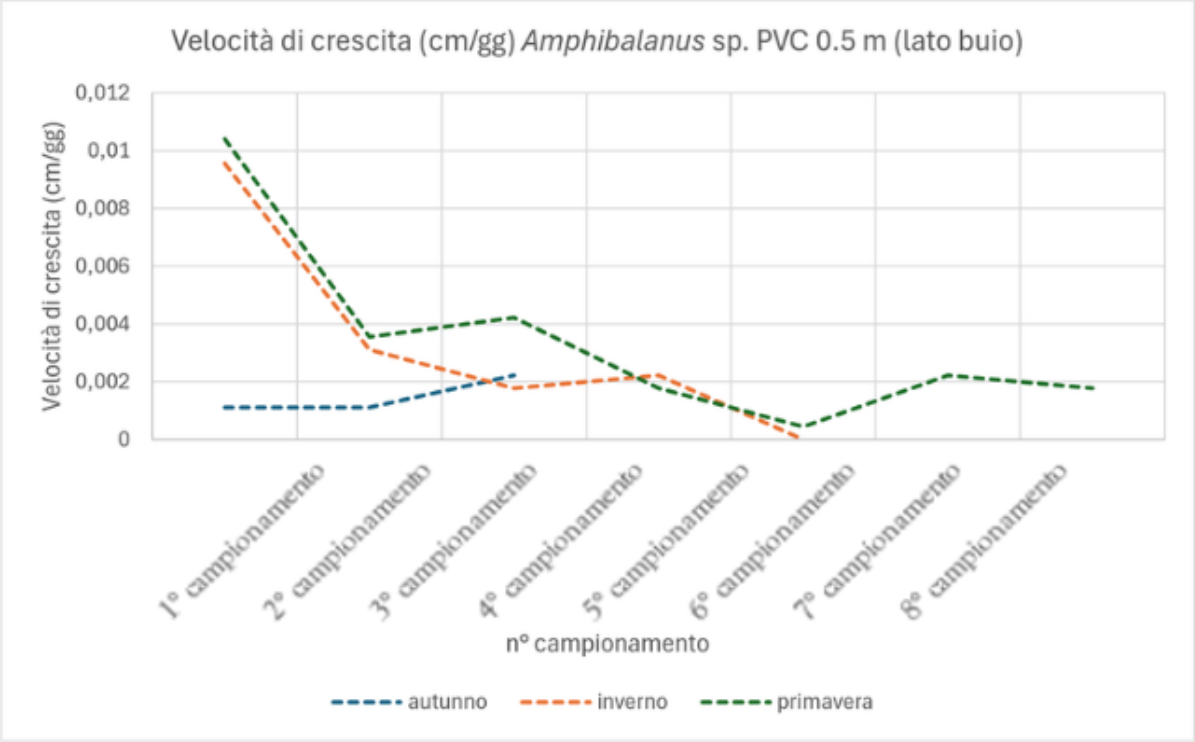


Fig. 93. *Velocità di crescita di* Amphibalanus *sp. alla profondità di 0,5 m su campioni di PVC estivi, autunnali, invernali e primaverili non esposti alla luce*

Per quanto riguarda gli esemplari di *Amphibalanus* sp. presenti su campioni di INOX non esposti alla luce, relativamente la stagione estiva, viene calcolato una velocità di crescita pari a 0,00489 cm/gg tra il primo e il secondo campionamento; per la stagione autunnale, si calcola una velocità di crescita di 0,00222 cm/gg tra il primo e il secondo campionamento, con successiva riduzione al valore di 0,00111 cm/gg, indicando una diminuzione della crescita degli esemplari di

Amphibalanus sp. (Fig. 94); tuttavia, in corrispondenza del quarto campionamento gli esemplari presenti risultano non essere vitali, pertanto vengono esclusi dall'analisi.
Nel caso dei campioni invernali si calcola una velocità di crescita pari a 0,00422 cm/gg trascorsi 45 giorni, con successiva riduzione a 0,00244 cm/gg, segnalando quindi una riduzione della crescita degli esemplari (Fig. 94); tuttavia, al quarto campionamento gli esemplari presenti risultano non essere vitali, pertanto vengono esclusi dall'analisi.
Per quanto riguarda i campioni immersi in primavera, si ottiene una velocità di crescita pari a 0,00622 cm/gg tra il primo e il secondo campionamento, con successivo aumento al valore di 0,00711 cm/gg indicando quindi un aumento delle dimensioni degli esemplari presenti (Fig. 94). Si registra successivamente una velocità di crescita pari a 0,004 cm/gg; tuttavia, trascorsi 180 giorni, gli esemplari presenti non sono vitali; pertanto, vengono esclusi dall'analisi (Fig. 94).

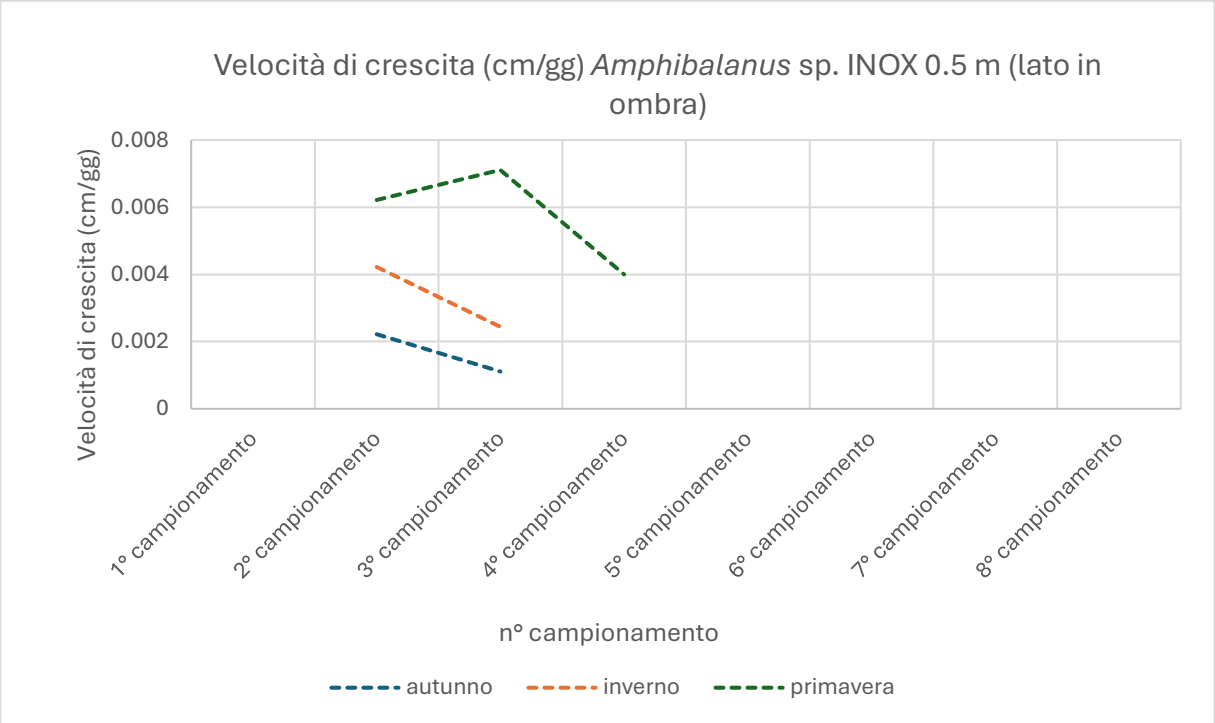


Fig. 94. *Velocità di crescita di* Amphibalanus *sp. osservata alla profondità di 0,5 m su campioni di INOX autunnali, invernali e primaverili non esposti alla luce*

Per quanto riguarda i campioni di legno non esposti alla luce, relativamente la stagione primaverile, si calcola una velocità di crescita pari a 0,00556 cm/gg tra il primo e il secondo campionamento, con successivo aumento a 0,00644 cm/gg, indicando quindi un aumento delle dimensioni degli esemplari (Fig. 95). Tuttavia, in corrispondenza del terzo campionamento, gli esemplari presenti risultano non essere vitali, pertanto vengono esclusi dall'analisi.

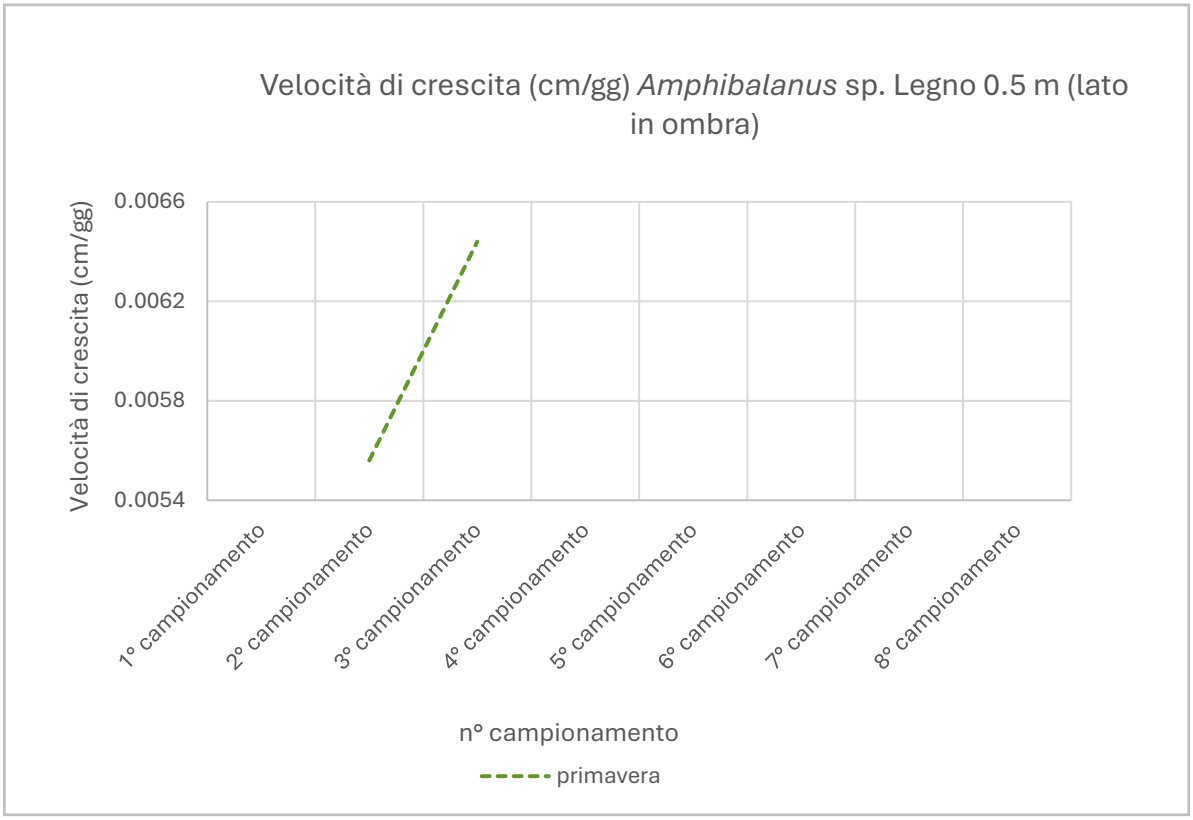


Fig. 95. *Velocità di crescita di* Amphibalanus *sp. osservata alla profondità di 0,5 m su campioni di legno primaverili non esposti alla luce*

4.3.2. Frame 7,5 m

Per il frame posizionato alla profondità di 7,5 m non è stato possibile seguire la crescita degli stessi individui nel tempo, poiché gli esemplari misurati in un campionamento risultavano non vitali al campionamento successivo e venivano frequentemente sostituiti da nuovi individui. Di conseguenza, i dati relativi a tale profondità sono stati esclusi dalle analisi del tasso di crescita.

4.3.3. Frame 15 m

Per quanto riguarda il frame immerso alla profondità di 15 m, non si osservano esemplari di *Amphibalanus* sp. su alcun materiale, sia esso esposto alla luce o non esposto; pertanto, non vengono riportanti dati inerenti tale profondità.

4.4. Crescita Serpulidae

Per quanto riguarda i Serpulidae, non è stato calcolato un tasso di crescita quantitativo; la colonizzazione e la crescita sono state infatti valutate mediante confronto fotografico e analisi del grado di ricoprimento della superficie, osservando la comparsa di nuovi individui e il progressivo aumento delle dimensioni degli esemplari presenti.

Alla profondità 0,5 m, sia sul lato esposto alla luce sia sul lato in ombra, la colonizzazione ha interessato tutti i materiali, con la presenza di esemplari di piccole dimensioni (Fig. 96 A – B). Alla profondità di 7,5 m è stata osservata un'intensa colonizzazione su PVC e INOX sul lato in ombra, mentre su pellame e legno, sempre sul lato in ombra, sono stati osservati pochi esemplari di piccole dimensioni (Fig. 97 A – B).
Alla profondità di 15 m, sono stati osservati esemplari di Serpulidae su campioni di INOX e PVC, prevalentemente sul lato in ombra (Fig. 98 A – B).

Nel complesso, dal confronto delle immagini, è emersa una crescita apparentemente più marcata durante la stagione estiva, caratterizzata da un aumento delle dimensioni degli esemplari, seguita da un rallentamento durante la stagione autunnale e invernale e da una successiva lieve ripresa nel periodo primaverile.



Fig. 96 A) *Pellame primavera buio 0,5 m 1° campionamento* **B)** *Pellame primavera buio 0,5m 2° campionamento*



Fig. 97 A) *Pellame inverno buio 7,5 m 1° campionamento* **B)** *Pellame primavera buio 0,5 2° campionamento*

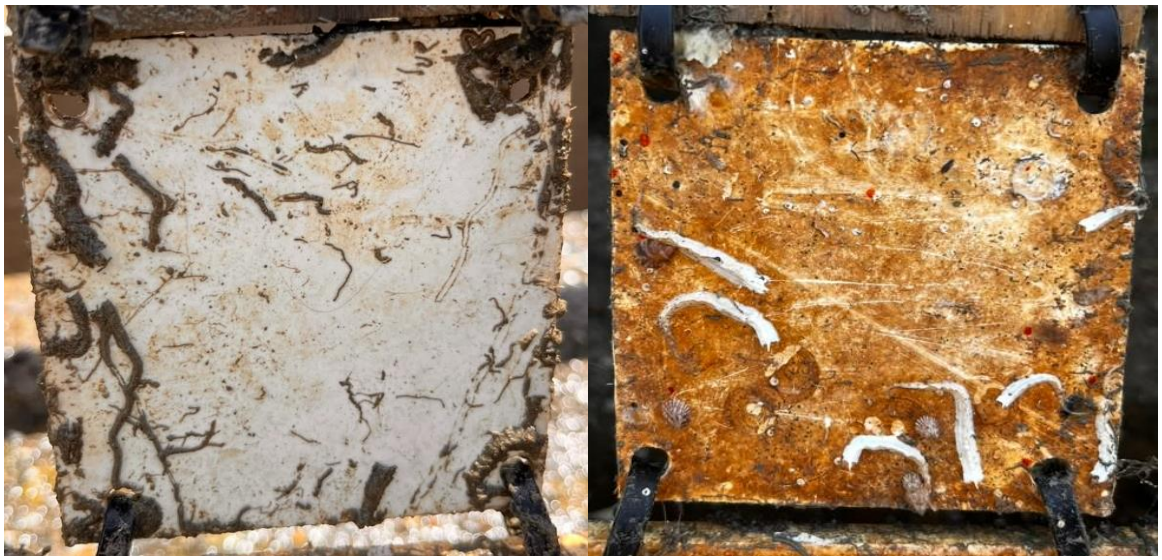


Fig. 98 A) *PVC estate buio 15 m 1° campionamento* **B)** *PVC estate buio 15 m 2° campionamento*

4.5. Crescita Bryozoa

Per quanto concerne i Bryozoa, è importante distinguere tra Bryozoa arborescenti e Bryozoa incrostanti, in quanto hanno mostrato differenti modalità e preferenze di colonizzazione dei materiali. I Bryozoa arborescenti sono stati rinvenuti preferenzialmente su materiali quali pellame e PVC, soprattutto sul lato esposto alla luce, mentre sono risultati meno abbondanti su legno e INOX. I Bryozoa incrostanti, invece, sono stati riscontrati preferenzialmente su PVC e INOX, principalmente sul lato in ombra, mentre non sono stati osservati su legno e pellame.

Alla profondità di 0,5 m, INOX e PVC sono risultati essere i materiali maggiormente ricoperti da entrambe le tipologie di Bryozoa, in particolare sul lato esposto alla luce predominano i Bryozoa arborescenti mentre sul lato in ombra i Bryozoa incrostanti (Fig. 99 A – B, Fig. 100 A – B). Il legno e il pellame sono stati prevalentemente colonizzati da Bryozoa arborescenti, su entrambi i lati dei campioni.
Alla profondità di 7,5 m è stato osservato un minor ricoprimento da parte di Bryozoa arborescenti rispetto ai campioni immersi alla profondità di 0,5 m, mentre il ricoprimento da parte di Bryozoa incrostanti sul lato esposto alla luce è risultato sostanzialmente analogo. Sul lato in ombra, PVC e INOX risultano essere colonizzati da entrambe le tipologie di Bryozoa, mentre legno e pellame sono stati prevalentemente colonizzati da Bryozoa arborescenti.
Alla profondità di 15 m, invece, i Bryozoa arborescenti sono risultati assenti su tutti i materiali, sia sul lato esposto alla luce sia sul lato in ombra, mentre sono state osservate soltanto poche colonie di Bryozoa incrostanti.

Nel complesso, il confronto delle immagini ha evidenziato una crescita apparentemente più marcata durante la stagione estiva, con aumento di dimensioni e dell'estensione delle colonie, seguita da un lieve rallentamento durante la stagione autunnale, più marcato durante la stagione invernale e primaverile.



Fig. 99 A) *INOX estate buio 0,5 m 1° campionamento* **B)** *INOX estate buio 2° campionamento*



Fig. 100 A) *INOX estate buio 7,5 m 1° campionamento* **B)** *INOX estate buio 7,5 m 2° campionamento*

4.6. Analisi statistica

Al fine di valutare l'eventuale effetto della stagionalità sulla crescita degli esemplari di *Amphibalanus* sp. è stata effettuata un'analisi statistica, mediante il software *Jamovi 2.3.28*, sui diametri misurati individualmente in corrispondenza di ciascun campionamento. Considerata la progressiva rimozione dei provini nel corso del disegno sperimentale, essendo trascorso un anno di immersione per un determinato campione, diminuiva con l'aumentare del tempo di immersione: al primo e al secondo campionamento erano infatti presenti contemporaneamente i provini appartenenti alle quattro stagioni (estate, autunno, inverno e primavera), mentre a partire da l terzo campionamento i provini estivi non erano più presenti e nei campionamenti successivi venivano progressivamente rimossi anche quelli autunnali e invernali. Per questo motivo, al fine di effettuare un confronto omogeneo tra tutte le stagioni, sono stati considerati esclusivamente i dati relativi al primo e al secondo campionamento, poiché rappresentano l'unico intervallo temporale comune a tutte e quattro le stagioni.

È stata effettuata una prima analisi sul materiale PVC alla profondità di 0,5 m non esposto alla luce, al fine di valutare se la crescita differisse tra le quattro stagioni considerate. L'ipotesi nulla (H_0) prevedeva che la crescita tra 1° e 2° campionamento fosse uguale nelle diverse stagioni, mentre l'ipotesi alternativa (H_1) prevedeva una differenza nella crescita tra almeno due stagioni; l'analisi è stata effettuata considerando un livello di significatività pari a $\alpha = 0.05$. Sono quindi state utilizzate le misurazioni individuali del diametro degli esemplari al 1° e 2° campionamento,

pertanto, è stata applicato il test ANOVA a misure ripetute, considerando il tempo di immersione (1° e 2° campionamento) come fattore entro-soggetto e la stagione (estate, autunno, inverno e primavera) come fattore tra-soggetti. L'analisi ha permesso di valutare l'effetto del tempo, della stagione e la loro interazione (Tempo x Stagione).

I risultati hanno evidenziato un effetto significativo del tempo sul diametro degli esemplari ($F = 21{,}125$; $p = 0{,}001$; $\eta^2p = 0{,}701$), indicando un incremento significativo del diametro tra 0 e 45 giorni (Tab. 10). Le medie marginali stimate hanno evidenziato un aumento del diametro in tutte le stagioni: da 0,800 a 1,067 cm in estate, da 1.150 a 1,200 cm in autunno, da 0,700 a 1,100 cm in inverno e da 0,783 a 1,233 cm in primavera (Tab. 11, Fig. 101). Pertanto, si ottiene un incremento medio pari a 0,267 cm in estate, 0.050 cm in autunno, 0,400 cm in inverno e 0,450 cm in primavera.
L'effetto della stagione, invece, non è risultato statisticamente significativo ($F = 1{,}78$; $p = 0{,}221$; $\eta^2p = 0{,}373$), indicando che, considerando complessivamente i due tempi di osservazione, non sono state rilevate differenze significative nel diametro medio degli esemplari tra le quattro stagioni (Tab. 10). Anche l'interazione Tempo × Stagione non è risultata statisticamente significativa ($F = 2.05$; $p = 0{,}178$; $\eta^2p = 0{,}406$) (Tab. 10). Pertanto, nonostante i dati descrittivi mostrino incrementi del diametro di entità diversa tra le stagioni, non è stata ottenuta evidenza statistica sufficiente per affermare che la crescita nel periodo compreso tra 0 e 45 giorni differisca significativamente tra estate, autunno, inverno e primavera; pertanto, l'ipotesi nulla non viene rifiutata.

ANOVA a Misure Ripetute

Effetti Entro i Sggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
TEMPO	0.454	1	0.4537	21.12	0.001	0.701
TEMPO ✻ stagione	0.132	3	0.0440	2.05	0.178	0.406
Residuo	0.193	9	0.0215			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

[3]

Effetti Tra Soggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
stagione	0.190	3	0.0633	1.78	0.221	0.373
Residuo	0.320	9	0.0356			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

Tab. 10. *Dati ricavati mediante ANOVA a misure ripetute (Jamovi 2.3.28) su PVC in ombra a 0,5 m*

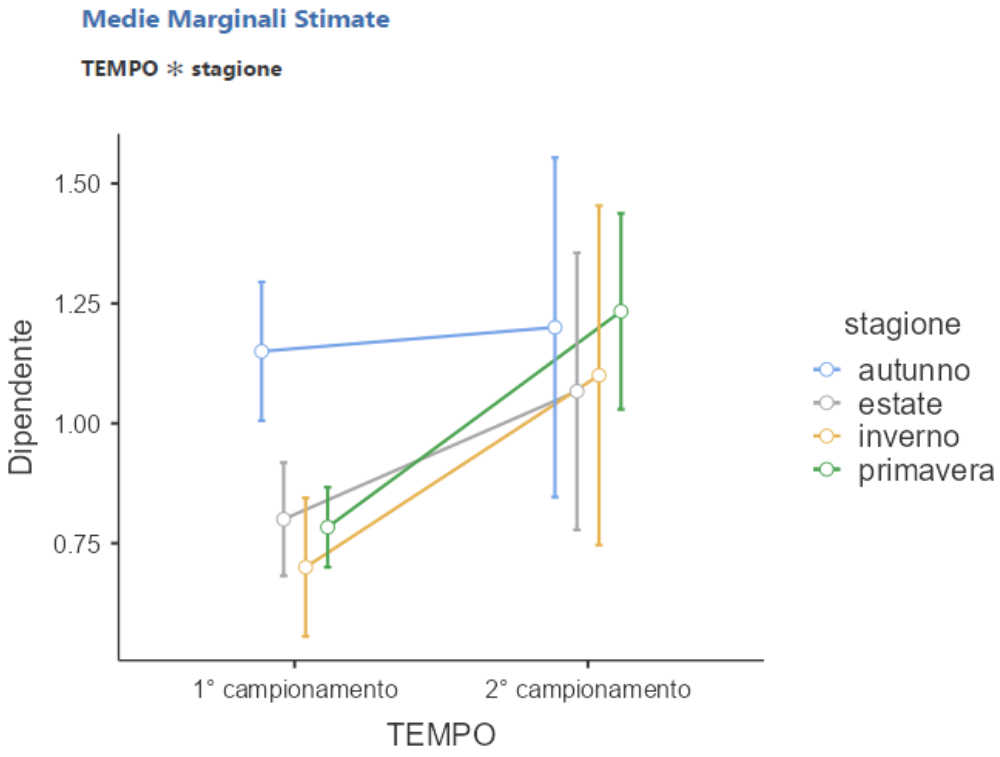


Fig. 101. *Grafico inerente le medie marginali stimate su PVC in ombra a 0,5 m*

Medie Marginali Stimate - TEMPO * stagione

				95% Intervallo di Fiducia	
stagione	TEMPO	Media	SE	Inferiore	Superiore
autunno	1° campionamento	1.150	0.0638	1.006	1.294
	2° campionamento	1.200	0.1563	0.846	1.554
estate	1° campionamento	0.800	0.0521	0.682	0.918
	2° campionamento	1.067	0.1277	0.778	1.355
inverno	1° campionamento	0.700	0.0638	0.556	0.844
	2° campionamento	1.100	0.1563	0.746	1.454
primavera	1° campionamento	0.783	0.0369	0.700	0.867
	2° campionamento	1.233	0.0903	1.029	1.438

Tab. 11. *Medie marginali stimate su PVC a 0,5 m con un intervallo di fiducia pari a 95%*

Una seconda analisi ha invece coinvolto gli esemplari di *Amphibalanus* sp. presenti sul materiale INOX, non esposto alla luce, alla profondità di 0,5 m, con l'obiettivo di valutare se la crescita differisse tra le quattro stagioni considerate. L'ipotesi nulla (H_0) prevedeva che la crescita tra 1° e 2° campionamento fosse uguale nelle diverse stagioni, mentre l'ipotesi alternativa (H_1) prevedeva una differenza nella crescita tra almeno due stagioni; inoltre, l'analisi è stata effettuata considerando un livello di significatività pari a $\alpha = 0.05$.

Sono quindi state utilizzate le misurazioni individuali del diametro degli esemplari a 0 e 45 giorni, pertanto, è stata applicato il test ANOVA a misure ripetute, considerando il tempo di immersione (1° e 2° campionamento) come fattore entro-soggetto e la stagione (estate, autunno, inverno e primavera) come fattore tra-soggetti. L'analisi ha permesso di valutare l'effetto del tempo, della stagione e la loro interazione (Tempo x Stagione).

I risultati hanno evidenziato un effetto significativo del tempo sul diametro degli esemplari ($F = 18,000$; $p = 0,002$; $\eta^2p = 0,667$), indicando un incremento significativo del diametro tra 0 e 45 giorni (Tab. 12). Le medie marginali stimate hanno mostrato un aumento del diametro in tutte le stagioni: da 1,200 a 1,425 cm in estate, da 1,067 a 1.167 cm in autunno, da 0,800 a 0,975 cm in inverno e da 0,950 a 1,050 cm in primavera (Tab. 13, Fig. 102). Quindi, l'incremento medio è risultato pari a 0,225 cm in estate, 0,100 cm in autunno, 0,175 cm in inverno e 0,100 cm in primavera.
È stato inoltre rilevato un effetto significativo della stagione sul diametro degli esemplari ($F = 12,000$; $p = 0,002$; $\eta^2p = 0,799$), indicando una differenza nei valori di diametro tra le stagioni (Tab. 14). Per individuare quindi quali stagioni differissero tra loro, è stato effettuato un test post-hoc di Tukey: i confronti hanno evidenziato differenze statisticamente significative tra estate e inverno (differenza media = 0,425 cm; $p = 0,001$) e tra estate e primavera (differenza media = 0,312 cm; $p = 0,028$), mentre non sono state rilevate differenze significative negli altri confronti tra stagioni ($p > 0.05$) (Tab. 12). Al contrario, l'interazione Tempo × Stagione non è risultata statisticamente significativa ($F = 0.795$; $p = 0,527$; $\eta^2p = 0,209$) (Tab. 12)
Nonostante siano state osservate differenze nell'incremento del diametro tra le diverse stagioni, non è stata ottenuta evidenza statistica sufficiente per affermare che la crescita nel periodo compreso tra 1° e 2° campionamento differisca significativamente tra estate, autunno, inverno e primavera; pertanto, l'ipotesi nulla non viene rifiutata.

Risultati

ANOVA a Misure Ripetute

Effetti Entro i Soggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
TEMPO	0.1350	1	0.13500	18.000	0.002	0.667
TEMPO ✻ stagione	0.0179	3	0.00596	0.795	0.527	0.209
Residuo	0.0675	9	0.00750			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

[3]

Effetti Tra Soggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
stagione	0.761	3	0.2536	12.0	0.002	0.799
Residuo	0.191	9	0.0212			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

Tab. 12. *Dati ricavati mediante ANOVA a misure ripetute (Jamovi 2.3.28) su INOX in ombra a 0,5 m*

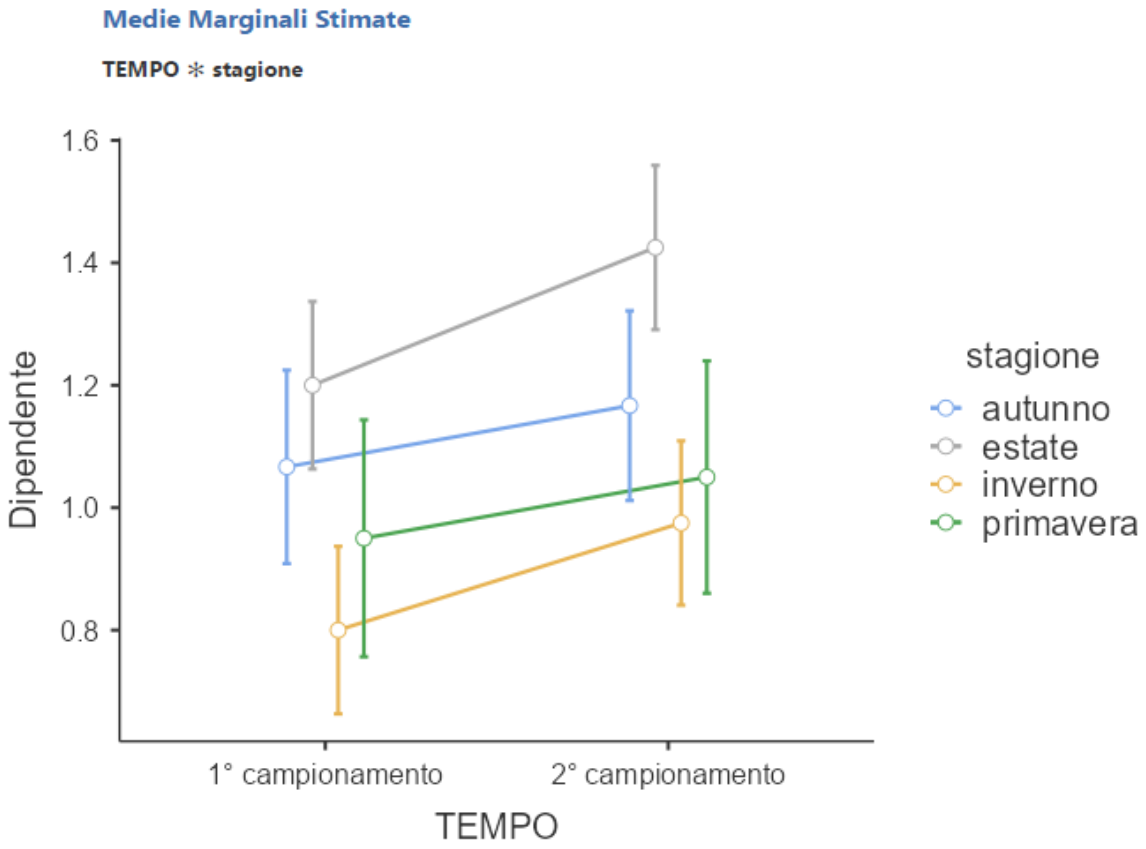


Fig. 102. *Grafico inerente le medie marginali stimate su PVC in ombra a 0,5 m*

Medie Marginali Stimate - TEMPO ✻ stagione

stagione	TEMPO	Media	SE	95% Intervallo di Fiducia	
				Inferiore	Superiore
autunno	1° campionamento	1.067	0.0698	0.909	1.225
	2° campionamento	1.167	0.0685	1.012	1.322
estate	1° campionamento	1.200	0.0605	1.063	1.337
	2° campionamento	1.425	0.0593	1.291	1.559
inverno	1° campionamento	0.800	0.0605	0.663	0.937
	2° campionamento	0.975	0.0593	0.841	1.109
primavera	1° campionamento	0.950	0.0855	0.757	1.143
	2° campionamento	1.050	0.0839	0.860	1.240

Tab. 13. *Medie marginali stimate su PVC in ombra a 0,5 m con un intervallo di fiducia pari a 95%.*

Test Post Hoc

Confronti Post Hoc - stagione

Confronto			Differenza Media	SE	gdl	t	P_{tukey}
stagione		stagione					
autunno	-	estate	-0.196	0.0786	9.00	-2.49	0.128
	-	inverno	0.229	0.0786	9.00	2.91	0.068
	-	primavera	0.117	0.0940	9.00	1.24	0.618
estate	-	inverno	0.425	0.0728	9.00	5.84	0.001
	-	primavera	0.312	0.0892	9.00	3.50	0.028
inverno	-	primavera	-0.112	0.0892	9.00	-1.26	0.607

Tab. 14. *Test Post Hoc (Tukey) (Jamovi 2.3.28) su INOX in ombra a 0,5 m.*

Successivamente, è stata svolta un'ulteriore analisi per confrontare i materiali PVC e INOX, con l'obiettivo di valutare se il materiale influenzasse la crescita degli esemplari durante il primo periodo di immersione. Sono stati quindi confrontati PVC e INOX all'interno di ciascuna stagione relativamente il periodo compreso tra 1° e 2° campionamento. Questa scelta ha permesso di valutare l'effetto del materiale mantenendo costante sia la stagione sia il periodo di immersione, evitando che le diverse durate di permanenza dei provini potessero influenzare il confronto. L'ipotesi nulla (H_0) prevedeva che l'incremento del diametro nel periodo di immersione di ciascuna stagione non differisse significativamente tra PVC e INOX, mentre l'ipotesi alternativa (H_1) prevedeva che tale incremento differisse significativamente tra i due materiali.

Quindi, sono stati confrontati i materiali PVC e INOX relativi la stagione estiva, considerando i diametri degli esemplari misurati a 1° e 2° campionamento. L'analisi è stata condotta mediante ANOVA a misure ripetute, considerando il tempo di immersione come fattore entro-soggetto e il materiale come fattore tra-soggetti.

L'analisi ha evidenziato un effetto significativo del tempo ($F = 10,671$; $p = 0,022$; $\eta^2p = 0,681$), indicando un incremento significativo del diametro degli esemplari tra 0 e 45 giorni. È stato inoltre osservato un effetto significativo del materiale ($F = 43,200$; $p = 0,001$; $\eta^2p = 0,896$), con diametri medi maggiori negli esemplari presenti su INOX rispetto a quelli presenti su PVC (Tab. 15). Le medie marginali stimate hanno mostrato, infatti, un aumento del diametro da 1,200 a 1,425 cm per INOX e da 0,800 a 1,067 cm per PVC, corrispondenti a incrementi rispettivamente di 0,225 e 0,267 cm (Tab. 16, Fig. 103).

L'interazione tra tempo e materiale non è risultata significativa ($F = 0,766$; $p = 0,793$; $\eta^2p = 0.015$), indicando che l'incremento del diametro tra 1° e 2° campionamento non differisce significativamente tra PVC e INOX (Tab. 15). Pertanto, sebbene gli esemplari presenti su INOX abbiano mostrato diametri medi significativamente maggiori rispetto a quelli presenti su PVC, l'entità della crescita nel periodo considerato è risultata comparabile tra i due materiali.

ANOVA a Misure Ripetute

Effetti Entro i Soggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
TEMPO	0.20720	1	0.20720	10.6714	0.022	0.681
TEMPO ✻ materiale	0.00149	1	0.00149	0.0766	0.793	0.015
Residuo	0.09708	5	0.01942			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

[3]

Effetti Tra Soggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
materiale	0.4929	1	0.4929	43.2	0.001	0.896
Residuo	0.0571	5	0.0114			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

Tab. 15. *Dati ricavati mediante ANOVA a misure ripetute (Jamovi 2.3.28) su INOX e PVC relativamente la stagione estiva in ombra a 0,5 m*

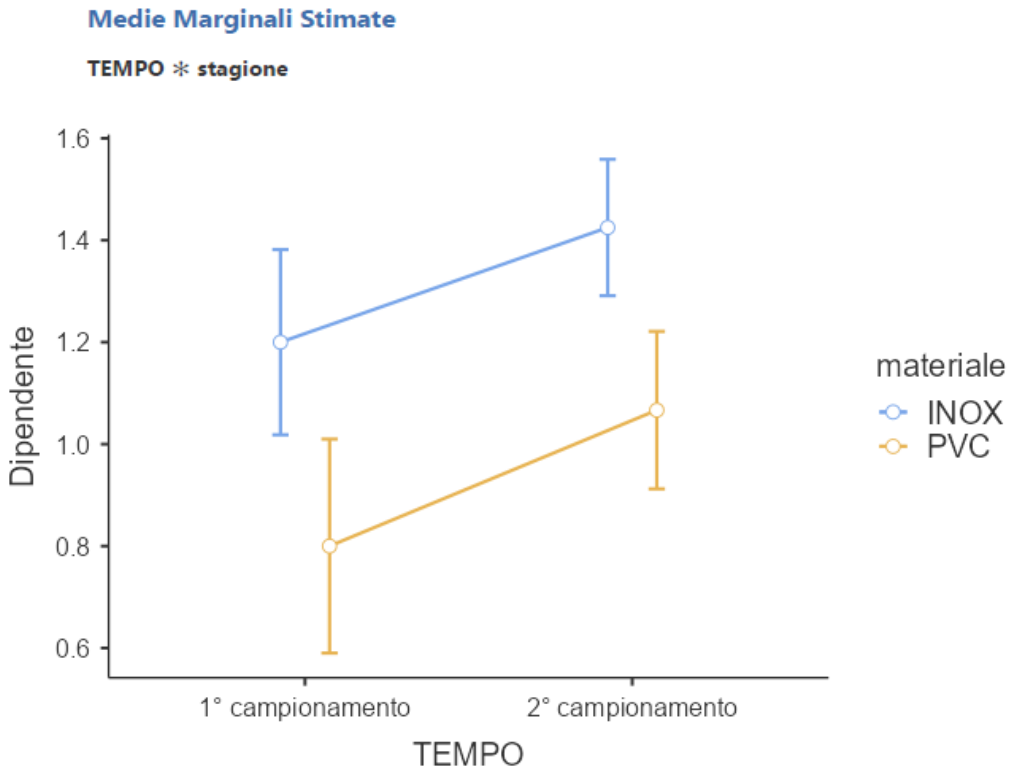


Fig. 103. *Grafico inerente le medie marginali stimate su INOX e PVC relativamente la stagione estiva in ombra a 0,5 m*

Medie Marginali Stimate - TEMPO * materiale

				95% Intervallo di Fiducia	
materiale	TEMPO	Media	SE	Inferiore	Superiore
INOX	1° campionamento	1.200	0.0707	1.018	1.38
	2° campionamento	1.425	0.0520	1.291	1.56
PVC	1° campionamento	0.800	0.0816	0.590	1.01
	2° campionamento	1.067	0.0601	0.912	1.22

Tab. 16. *Medie marginali stimate su INOX e PVC relativamente la stagione estiva in ombra a 0,5 m con un intervallo di fiducia pari a 95%*

Successivamente, sono stati confrontati i materiali PVC e INOX relativi la stagione autunnale, considerando i diametri degli esemplari misurati tra 1° e 2° campionamento. L'analisi è stata condotta mediante ANOVA a misure ripetute, considerando il tempo di immersione come fattore entro-soggetto e il materiale come fattore tra-soggetti.

Per la stagione autunnale, l'analisi non ha evidenziato un effetto significativo del tempo sul diametro degli esemplari ($F = 3.240$; $p = 0,170$; $\eta^2p = 0,519$), indicando che l'incremento osservato tra 0 e 45 giorni non è risultato statisticamente significativo (Tab. 17). Le medie

marginali stimate hanno mostrato un aumento del diametro medio da 1,07 a 1.17 cm per gli esemplari presenti su INOX e da 1.15 a 1,20 cm per quelli presenti su PVC, corrispondenti rispettivamente a incrementi di 0,10 e 0.05 cm (Tab. 18, Fig. 104).

Anche l'effetto del materiale non è risultato significativo (F = 0,195; p = 0,689; η^2p = 0,061), indicando l'assenza di differenze statisticamente significative nei diametri medi tra PVC e INOX. Infine, l'interazione tra tempo e materiale non è risultata significativa (F = 0,360; p = 0,591; η^2p = 0,107), indicando che l'incremento del diametro tra 1° e 2° campionamento non differisce significativamente tra i due materiali durante la stagione autunnale (Tab. 17).

ANOVA a Misure Ripetute

Effetti Entro i Sggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
TEMPO	0.01350	1	0.01350	3.240	0.170	0.519
TEMPO ✻ materiale	0.00150	1	0.00150	0.360	0.591	0.107
Residuo	0.01250	3	0.00417			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

[3]

Effetti Tra Soggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
materiale	0.00817	1	0.00817	0.195	0.689	0.061
Residuo	0.12583	3	0.04194			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

Tab. 17. *Dati ricavati mediante ANOVA a misure ripetute (Jamovi 2.3.28) su INOX e PVC relativamente la stagione autunnale in ombra a 0,5 m*

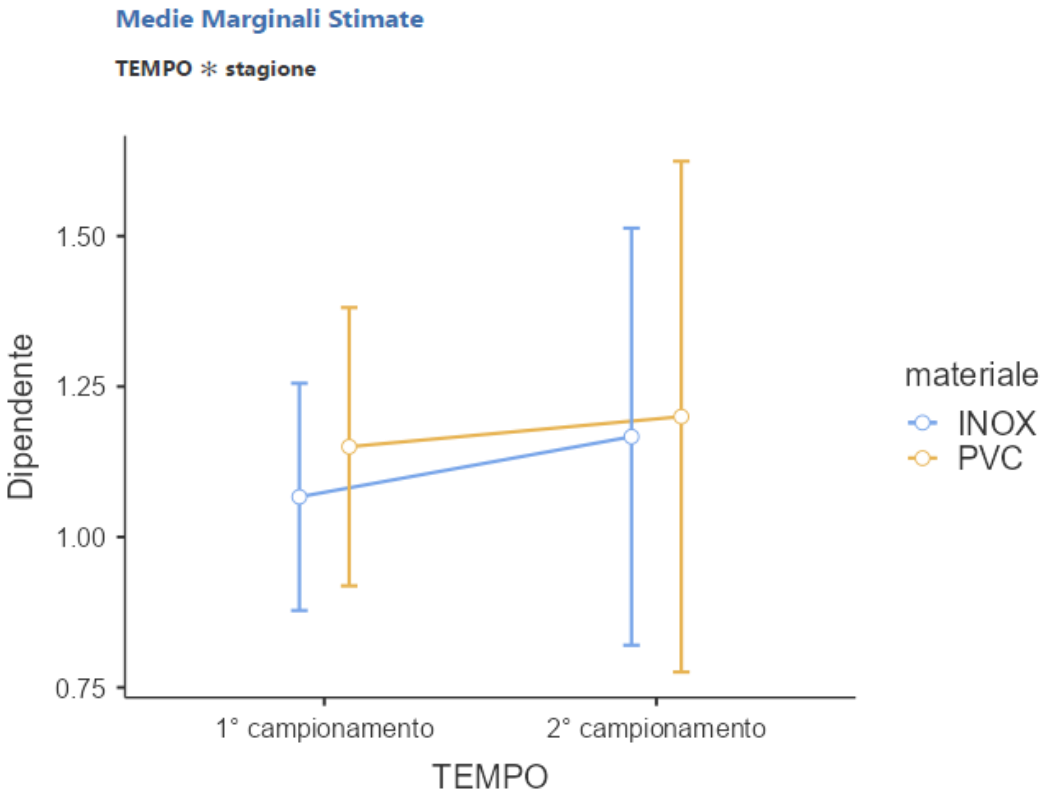


Fig. 104 *Grafico inerente le medie marginali stimate su INOX e PVC relativamente la stagione autunnale in ombra a 0,5 m*

Medie Marginali Stimate - TEMPO * materiale

				95% Intervallo di Fiducia	
materiale	TEMPO	Media	SE	Inferiore	Superiore
INOX	1° campionamento	1.07	0.0593	0.878	1.26
	2° campionamento	1.17	0.1089	0.820	1.51
PVC	1° campionamento	1.15	0.0726	0.919	1.38
	2° campionamento	1.20	0.1333	0.776	1.62

Tab. 18. *Medie marginali stimate su INOX e PVC relativamente la stagione autunnale in ombra a 0,5 m con un intervallo di fiducia pari a 95%.*

Sono quindi stati confrontati i materiali PVC e INOX relativi la stagione invernale, considerando i diametri degli esemplari misurati tra 1° e 2° campionamento. L'analisi è stata condotta mediante ANOVA a misure ripetute, considerando il tempo di immersione come fattore entro-soggetto e il materiale come fattore tra-soggetti.

Per la stagione invernale, l'analisi ha evidenziato un effetto significativo del tempo ($F = 235{,}100$; $p < 0{,}001$; $\eta^2p = 0{,}983$), indicando un incremento significativo del diametro degli

esemplari tra 0 e 45 giorni (Tab. 19). Le medie marginali stimate hanno mostrato un aumento del diametro medio da 0,800 a 0,975 cm per gli esemplari presenti su INOX, corrispondente a un incremento di 0,175 cm, e da 0,700 a 1.100 cm per quelli presenti su PVC, corrispondente a un incremento di 0,400 cm (Tab. 20, Fig. 105).

L'effetto del materiale non è risultato significativo ($F = 0,0261$; $p = 0,879$; $\eta^2p = 0,006$), indicando che, considerando complessivamente i due tempi, non sono state rilevate differenze significative nei diametri medi tra PVC e INOX (Tab. 19). Al contrario, l'interazione tra tempo e materiale è risultata significativa ($F = 36,000$; $p = 0,004$; $\eta^2p = 0,900$), evidenziando una diversa variazione del diametro tra i due materiali nel periodo considerato. In particolare, l'incremento osservato sul PVC è risultato maggiore rispetto a quello osservato sull'INOX, suggerendo una maggiore crescita degli esemplari presenti sul PVC durante il primo periodo di immersione invernale.

ANOVA a Misure Ripetute

Effetti Entro i Sggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
TEMPO	0.22042	1	0.2204	235.1	< .001	0.983
TEMPO ✻ materiale	0.03375	1	0.0337	36.0	0.004	0.900
Residuo	0.00375	4	9.38e-4			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

[3]

Effetti Tra Soggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
materiale	4.17e-4	1	4.17e-4	0.0261	0.879	0.006
Residuo	0.0637	4	0.0159			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

Tab. 18. *Dati ricavati mediante ANOVA a misure ripetute (Jamovi 2.3.28) su INOX e PVC relativamente la stagione invernale in ombra a 0,5 m.*

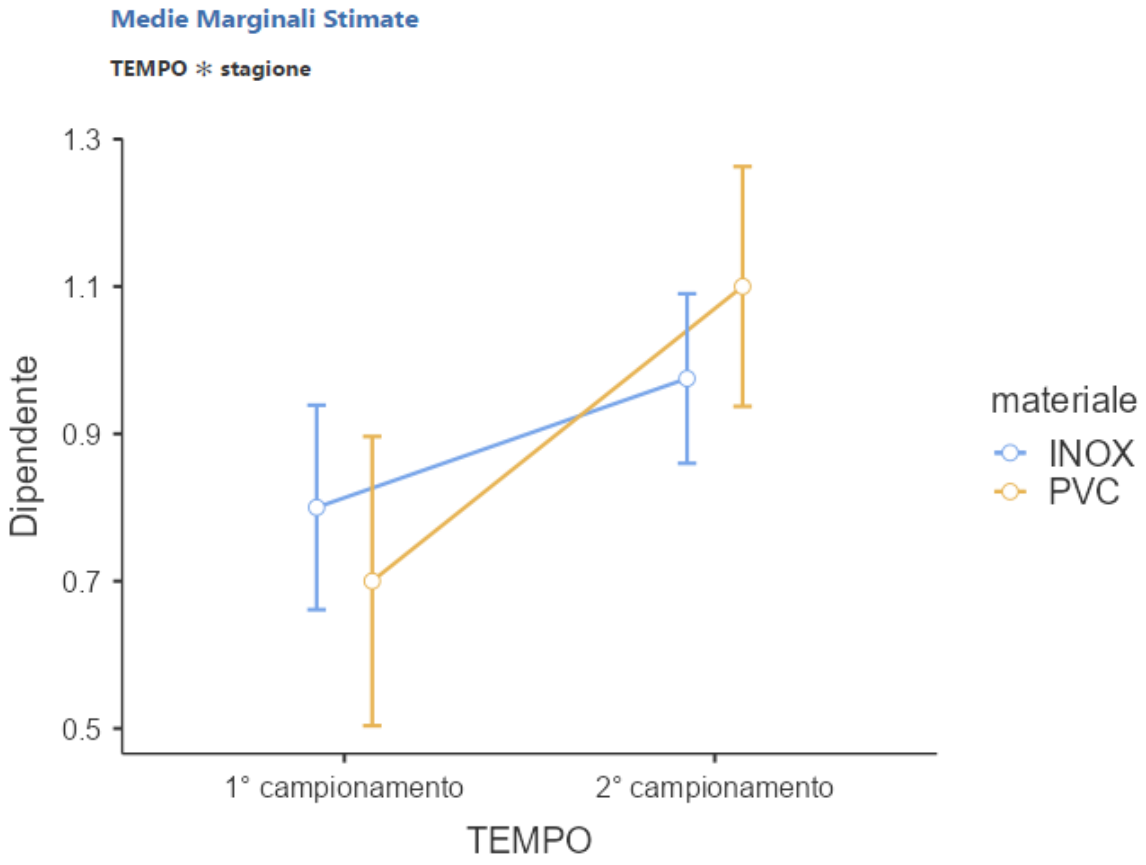


Fig. 105. *Grafico inerente le medie marginali stimate su INOX e PVC relativamente la stagione invernale in ombra a 0,5 m*

Medie Marginali Stimate - TEMPO * materiale

				95% Intervallo di Fiducia	
materiale	TEMPO	Media	SE	Inferiore	Superiore
INOX	1° campionamento	0.800	0.0500	0.661	0.939
	2° campionamento	0.975	0.0415	0.860	1.090
PVC	1° campionamento	0.700	0.0707	0.504	0.896
	2° campionamento	1.100	0.0586	0.937	1.263

Tab. 19. *Medie marginali stimate su INOX e PVC relativamente la stagione invernale in ombra a 0,5 m con un intervallo di fiducia pari a 95%*

Sono quindi stati confrontati i materiali PVC e INOX relativi la stagione primaverile, considerando i diametri degli esemplari misurati al 1° e al 2° campionamento. L'analisi è stata condotta mediante ANOVA a misure ripetute, considerando il tempo di immersione come fattore entro-soggetto e il materiale come fattore tra-soggetti.

Per la stagione primaverile, l'analisi ha evidenziato un effetto significativo del tempo (F = 9.230; p = 0,023; η^2p = 0,606), indicando un incremento significativo del diametro degli esemplari tra 0 e 45 giorni (Tab. 20). Le medie marginali stimate hanno mostrato un aumento del diametro medio da 0,950 a 1,050 cm per gli esemplari presenti su INOX, corrispondente a un incremento di 0,100 cm, e da 0,783 a 1,233 cm per quelli presenti su PVC, corrispondente a un incremento di 0,450 cm (Tab. 21, Fig. 106).

L'effetto del materiale non è risultato significativo (F = 0,005; p = 0,947; η^2p = 0,001), indicando l'assenza di differenze significative nei diametri medi tra PVC e INOX (Tab. 20). Anche l'interazione tra tempo e materiale non è risultata significativa (F = 3,740; p = 0,101; η^2p = 0,384) (Tab. 20). Sebbene a livello descrittivo l'incremento del diametro sia risultato maggiore sul PVC rispetto all'INOX, tale differenza non è stata confermata statisticamente.

ANOVA a Misure Ripetute

Effetti Entro i Sggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
TEMPO	0.2269	1	0.2269	9.23	0.023	0.606
TEMPO ✻ materiale	0.0919	1	0.0919	3.74	0.101	0.384
Residuo	0.1475	6	0.0246			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

[3]

Effetti Tra Soggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
materiale	2.08e-4	1	2.08e-4	0.00473	0.947	0.001
Residuo	0.264	6	0.0440			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

Tab. 20. *Dati ricavati mediante ANOVA a misure ripetute (Jamovi 2.3.28) su INOX e PVC relativamente la stagione primaverile in ombra a 0,5 m.*

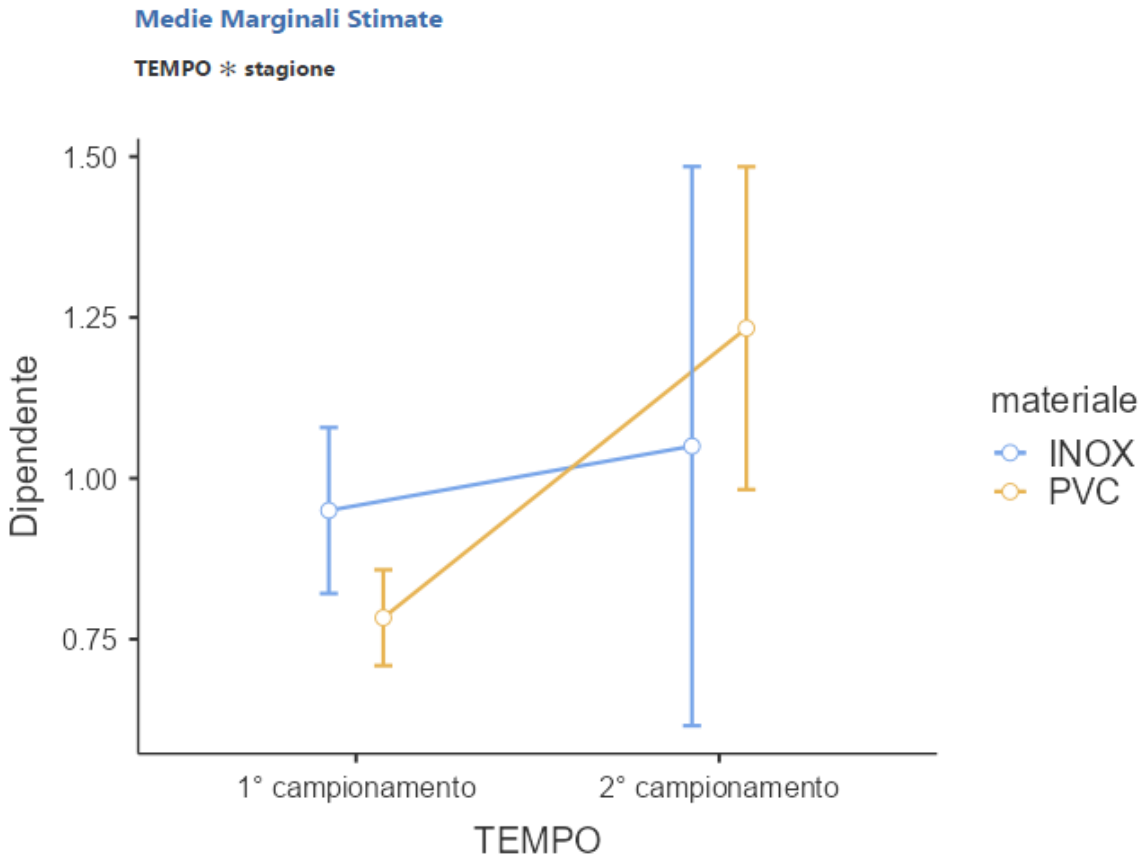


Fig. 106. *Grafico inerente le medie marginali stimate su INOX e PVC relativamente la stagione primaverile in ombra a 0,5 m.*

Medie Marginali Stimate - TEMPO * materiale

				95% Intervallo di Fiducia	
materiale	TEMPO	Media	SE	Inferiore	Superiore
INOX	1° campionamento	0.950	0.0527	0.821	1.079
	2° campionamento	1.050	0.1776	0.616	1.484
PVC	1° campionamento	0.783	0.0304	0.709	0.858
	2° campionamento	1.233	0.1025	0.982	1.484

Tab. 21. *Medie marginali stimate su INOX e PVC relativamente la stagione autunnale in ombra a 0,5 m con un intervallo di fiducia pari a 95%.*

Per valutare l'influenza delle condizioni di illuminazione sulla colonizzazione, è stato successivamente analizzato l'effetto della condizione luce/buio nei campioni di PVC relativi alle stagioni estiva e autunnale. L'analisi è stata condotta applicando ANOVA a misure ripetute, considerando la condizione di illuminazione come fattore sperimentale, al fine di verificare

l'eventuale presenza di differenze nella colonizzazione tra i substrati esposti alla luce e quelli mantenuti in condizioni di buio.

Nell'analisi relativa ai campioni estivi è stato osservato un effetto significativo del tempo ($F = 33,00$; $p = 0,010$; $\eta^2 = 0,917$), indicando una variazione significativa della variabile analizzata tra il primo e il secondo campionamento (Tab 22). Le medie marginali stimate mostrano infatti un incremento sia nella condizione di buio, da 0,800 a 1,067, sia nella condizione di luce, da 0,700 a 1,350 (Tab. 23, Fig. 107). L'effetto della condizione di illuminazione non è risultato significativo ($F = 2,34$; $p = 0,223$; $\eta^2 = 0,438$), indicando che, considerando complessivamente i due tempi di campionamento, non sono emerse differenze statisticamente significative tra luce e buio (Tab. 22). Anche l'interazione tempo × condizione non è risultata significativa ($F = 5,77$; $p = 0,096$; $\eta^2 = 0,658$) (Tab. 22). Sebbene le medie suggeriscano un incremento più pronunciato nella condizione di luce rispetto al buio, tale differenza nella variazione temporale non raggiunge la significatività statistica.

ANOVA a Misure Ripetute

Effetti Entro i Sggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
TEMPO	0.5042	1	0.5042	33.00	0.010	0.917
TEMPO ✻ condizione	0.0882	1	0.0882	5.77	0.096	0.658
Residuo	0.0458	3	0.0153			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

[3]

Effetti Tra Soggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
condizione	0.0202	1	0.02017	2.34	0.223	0.438
Residuo	0.0258	3	0.00861			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

Tab. 22. *Dati ricavati mediante ANOVA a misure ripetute (Jamovi 2.3.28) su PVC relativamente la stagione estiva alla luce e in ombra a 0,5 m.*

Medie Marginali Stimate

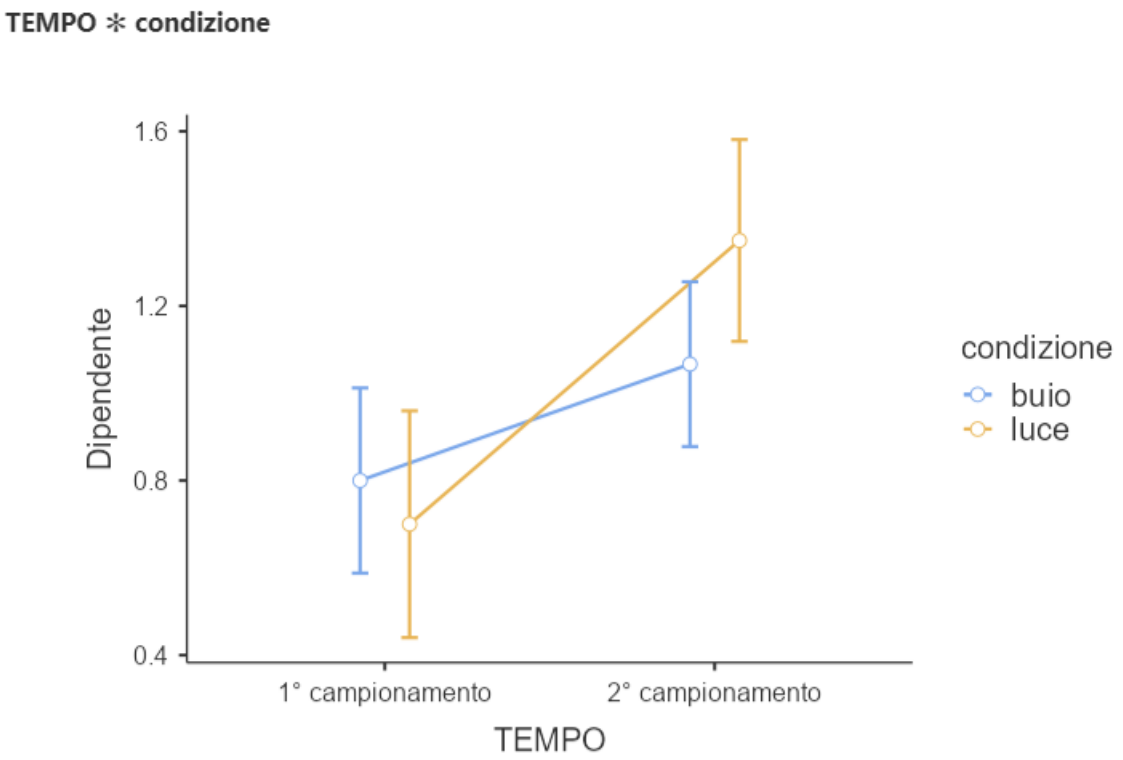


Fig. 107. *Grafico inerente le medie marginali stimate su PVC relativamente la stagione estiva alla luce e in ombra a 0,5 m.*

Medie Marginali Stimate - TEMPO ✻ condizione

				95% Intervallo di Fiducia	
condizione	TEMPO	Media	SE	Inferiore	Superiore
buio	1° campionamento	0.800	0.0667	0.588	1.012
	2° campionamento	1.067	0.0593	0.878	1.255
luce	1° campionamento	0.700	0.0816	0.440	0.960
	2° campionamento	1.350	0.0726	1.119	1.581

Tab. 23. *Medie marginali stimate su PVC relativamente la stagione estiva alla luce e in ombra a 0,5 m con un intervallo di fiducia pari a 95%.*

Nei campioni autunnali, l'analisi ha evidenziato un effetto significativo del tempo ($F = 80,6$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,964$), indicando una variazione significativa della colonizzazione tra i diversi campionamenti (Tab. 24) L'effetto principale della condizione di illuminazione non è risultato significativo ($F = 0,222$; $p = 0,670$; $\eta^2 = 0,069$), indicando che, considerando complessivamente i diversi tempi di campionamento, non sono emerse differenze significative tra le condizioni di luce e buio (Tab. 24) È stata invece rilevata un'interazione tempo × condizione altamente

significativa (F = 35,1; p < 0,001; η^2 = 0,921), evidenziando che l'andamento della colonizzazione nel tempo differiva significativamente tra le due condizioni di illuminazione (Tav. 24). Le medie marginali stimate mostrano infatti un incremento progressivo nella condizione di buio, da 1,150 al primo campionamento a 1,350 al quarto, mentre nella condizione di luce si osserva un aumento più marcato, da 0,700 a 1,300 già tra il primo e il secondo campionamento, raggiungendo un valore di 1,500 al quarto campionamento (Tab. 25, Fig. 108).

Complessivamente, i risultati evidenziano un andamento temporale significativo della colonizzazione sia nei campioni estivi sia in quelli autunnali. Tuttavia, mentre nei campioni estivi l'interazione tra tempo e condizione non è risultata significativa (p = 0.096), nei campioni autunnali tale interazione è risultata altamente significativa (p < 0.001), suggerendo una maggiore differenziazione dell'andamento della colonizzazione tra condizioni di luce e buio durante il periodo autunnale.

ANOVA a Misure Ripetute

Effetti Entro i Sggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
TEMPO	0.6382	3	0.21275	80.6	< .001	0.964
TEMPO ✻ condizione	0.2782	3	0.09275	35.1	< .001	0.921
Residuo	0.0237	9	0.00264			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

[3]

Effetti Tra Soggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p	η^2_p
condizione	0.00675	1	0.00675	0.222	0.670	0.069
Residuo	0.09125	3	0.03042			

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

Tab. 24. *Dati ricavati mediante ANOVA a misure ripetute (Jamovi 2.3.28) su PVC relativamente la stagione autunnale alla luce e in ombra a 0,5 m.*

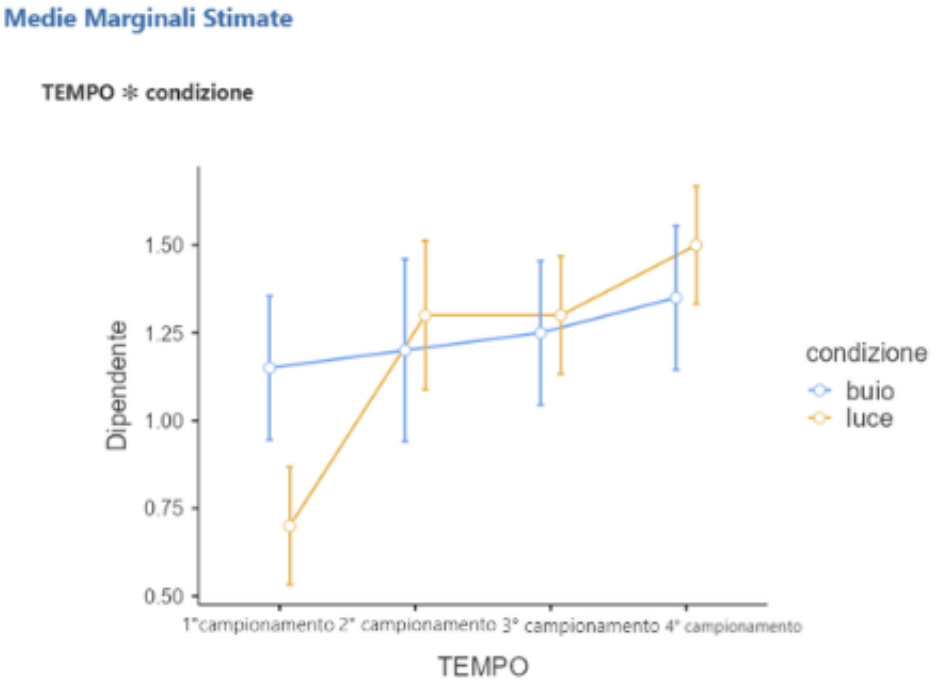


Fig. 108. *Grafico inerente le medie marginali stimate su PVC relativamente la stagione autunnale alla luce e in ombra a 0,5 m.*

Medie Marginali Stimate - TEMPO * condizione

condizione	TEMPO	Media	SE	95% Intervallo di Fiducia	
				Inferiore	Superiore
buio	1° campionamento	1.150	0.0645	0.945	1.355
	2° campionamento	1.200	0.0816	0.940	1.460
	3° campionamento	1.250	0.0645	1.045	1.455
	4° campionamento	1.350	0.0645	1.145	1.555
luce	1° campionamento	0.700	0.0527	0.532	0.868
	2° campionamento	1.300	0.0667	1.088	1.512
	3° campionamento	1.300	0.0527	1.132	1.468
	4° campionamento	1.500	0.0527	1.332	1.668

Tab. 25. *Medie marginali stimate su PVC relativamente la stagione estiva alla luce e in ombra a 0,5 m con un intervallo di fiducia pari a 95%.*

4.7. TEMPERATURE

Le temperature sono state registrare mediante l'utilizzo di tre Data-logger, rispettivamente fissati alle profondità di 0,5 m, 7,5 m e 15 m. Si riportano quindi i valori di temperatura alle diverse profondità, suddivise per stagione.

4.7.1. Frame 0,5 m

Per quanto riguarda il frame immerso alla profondità di 0,5 m vengono riportate le temperature minime, massime e medie misurate giornalmente per ciascuna stagione (Fig. 109).

Alla profondità di 0,5 m si registra una temperatura minima media pari a 18,65°C e una temperatura massima media pari a 19,07°C durante la stagione primaverile compresa nel periodo tra 21 marzo 2025 e 20 giugno 2025, mentre la media delle temperature medie risulta essere pari a 18,35°C (Tab. 26). Per quanto riguarda la stagione estiva, compresa tra 21 giugno 2025 e 22 settembre 2025, si registra una temperatura minima media pari a 23.8°C e una temperatura massima media pari a 25.92°C, con una media delle temperature medie pari a 25.15°C (Tab. 26). Durante la stagione autunnale, compresa tra 23 settembre 2025 e 21 dicembre 2025, si registrano una temperatura minima media e una temperatura massima media rispettivamente pari a 19,24°C e 19,62°C, con una media delle temperature medie pari a 19,2°C (Tab. 26). Infine, si registrano una temperatura minima media pari a 14,55°C e una temperatura massima media pari a 15.85 °C durante la stagione invernale, compresa nel periodo tra 22 dicembre e 23 marzo 2026, con una media delle temperature medie pari a 14,27°C (Tab. 26).

	T min (°C)	T max (°C)	T media (°C)
Primavera	18,65	19,06	18,35
Estate	25,15	25.92	25.15
Autunno	19,24	19,62	19,20
Inverno	14,55	15.85	14,27

Tab. 26. *Temperature minima media, massima media e media delle medie dell'acqua alla profondità di 0,5 m, suddivise per stagioni*

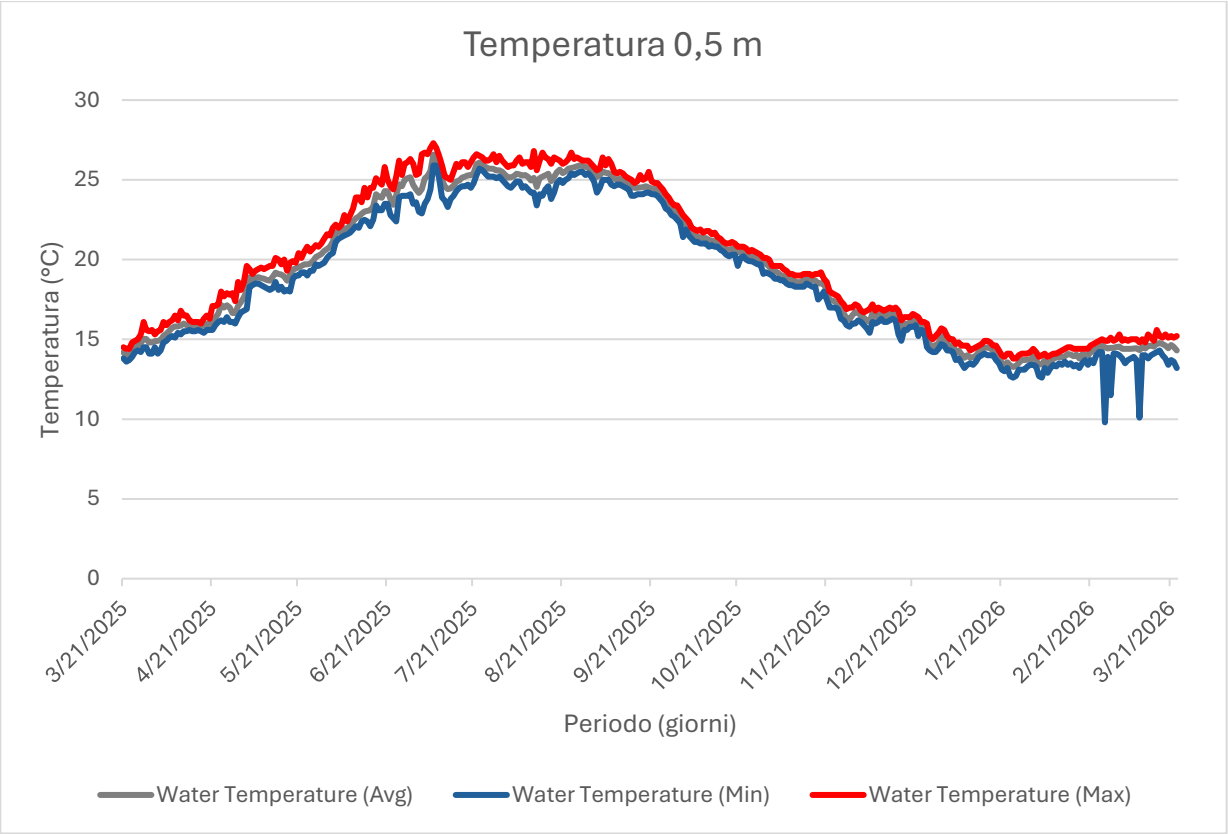


Fig. 109. *Temperatura media, minima e massima nel periodo marzo 2025 – marzo 2026 alla profondità di 0,5 m.*

4.7.2. Frame 7,5 m

I Data-logger non hanno fornito registrazioni relative al periodo di studio, in quanto le batterie non hanno coperto l'intero periodo dell'esperimento; quindi, sono stati utilizzati i dati di temperatura acquisiti nel medesimo periodo dell'anno precedente, come riferimento per la caratterizzazione delle condizioni termiche; pertanto, i seguenti dati fanno riferimento al periodo giugno 2024 – marzo 2025, al fine di ottenere una stima delle temperature alla profondità di 7,5 m.

Per quanto riguarda il frame immerso alla profondità di 7,5 m, vengono riportate le temperature minime, massime e medie misurate giornalmente per ciascuna stagione (Fig. 110).
Alla profondità di 7,5 m. per quanto riguarda la stagione estiva, compresa tra 21 giugno 2024 e 22 settembre 2024, si registra una temperatura minima media pari a 24.20°C e una temperatura massima media pari a 24.80°C, con una media delle temperature medie pari a 24.32°C (Tab. 27). Durante la stagione autunnale, compresa tra 21 settembre 2024 e 21 dicembre 2024, si registrano una temperatura minima media e una temperatura massima media rispettivamente pari a 17,40°C e 17,50°C, con una media delle temperature medie pari a 17,50°C (Tab. 27).

Infine, si registrano una temperatura minima media pari a 14,30°C e una temperatura massima media pari a 14,60 °C durante la stagione invernale, compresa nel periodo tra 21 dicembre 2024 e 21 marzo 2025, con una media delle temperature medie pari a 14,47°C (Tab. 27). Infine, si registra una temperatura minima media pari a 22.50°C e una temperatura massima media pari a 22,80°C durante la stagione primaverile, compresa nel periodo tra 21 marzo 2024 e 21 giugno 2024, mentre la media delle temperature medie risulta essere pari a 22,80°C (Tab. 27).

	T min (°C)	T max (°C)	T media (°C)
Primavera	22,50	22,80	22,80
Estate	24,20	24,40	24,32
Autunno	17,40	17,50	17,50
Inverno	14,30	14,60	14,47

Tab. 27. *Temperature minima media, massima media e media delle medie dell'acqua alla profondità di 7,5 m, suddivise per stagioni.*

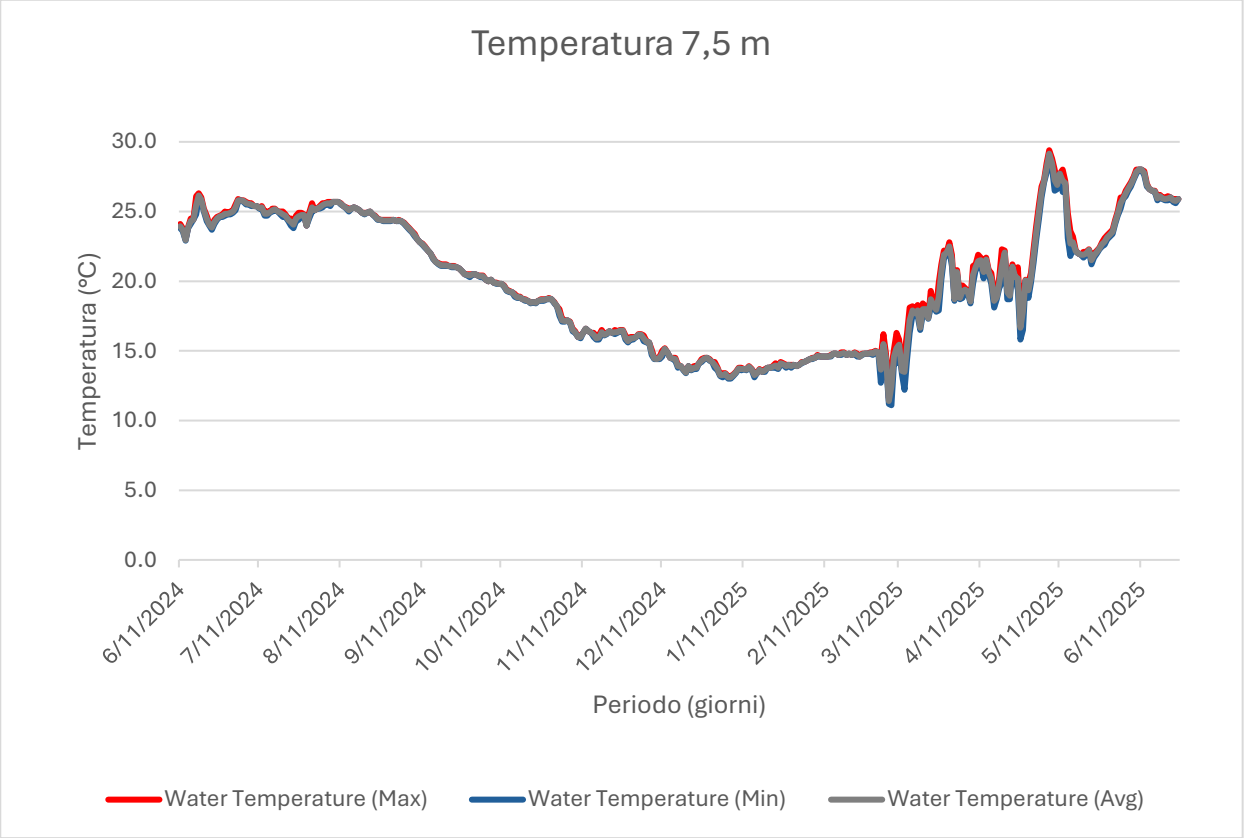


Fig. 110. *Temperatura media, minima e massima nel periodo giugno 2024 – giugno 2025 alla profondità di 7,5 m.*

4.7.3. Frame 15 m

I Data-logger non hanno fornito registrazioni relative al periodo di studio, in quanto le batterie non hanno coperto l'intera durata dell'esperimento; pertanto, per la caratterizzazione delle condizioni termiche, sono stati utilizzati, ove disponibili, i dati di temperatura acquisiti nel medesimo periodo dell'anno precedente. In particolare, per le stagioni autunnale e invernale, sono stati considerati i dati relativi al periodo settembre 2024 – dicembre 2025 (Tab. 28, Fig. 111), utilizzati come riferimento per la stima delle temperature alla profondità di 15 m. Per la stagione estiva sono invece riportati esclusivamente i valori medi di temperatura relativi al periodo giugno – settembre 2024 2025 (Tab. 28, Fig. 111), ottenuti dalle registrazioni effettuate dai Data-logger nel corso dell'anno precedente lo studio.
Per la stagione primaverile, i Data-logger non hanno registrato valori relativi al periodo di studio e non risultano disponibili dati corrispondenti per la primavera dell'anno precedente, pertanto non vengono riportati.

Alla profondità di 15 m, per quanto riguarda la stagione estiva, compresa tra 21 giugno 2024 e 21 settembre 2024, si registra una media delle temperature medie pari a 22.76°C (Tab. 28). Durante la stagione autunnale, compresa tra 21 settembre 2024 e 21 dicembre 2024, si registrano una temperatura minima media e una temperatura massima media rispettivamente pari a 18,99°C e 19,01°C, con una media delle temperature medie pari a 19,07°C (Tab. 28). Si registrano una temperatura minima media pari a 13,82°C e una temperatura massima media pari a 14,01°C durante la stagione invernale, compresa nel periodo tra 21 dicembre 2024 e 21 marzo 2025, con una media delle temperature medie pari a 14,03°C (Tab. 28). Infine, si registra una temperatura media pari a 17.67°C durante la stagione primaverile, compresa nel periodo tra marzo e giugno degli anni 2020-2026 (Tab. 28).

	T min (°C)	T max (°C)	T media (°C)
Primavera	/	/	/
Estate	/	/	22,76
Autunno	18,99	19,01	19,07
Inverno	13,82	14,01	14,03

Tab 28. *Temperature minima media, massima media e media delle medie dell'acqua alla profondità di 15 m, suddivise per stagioni.*

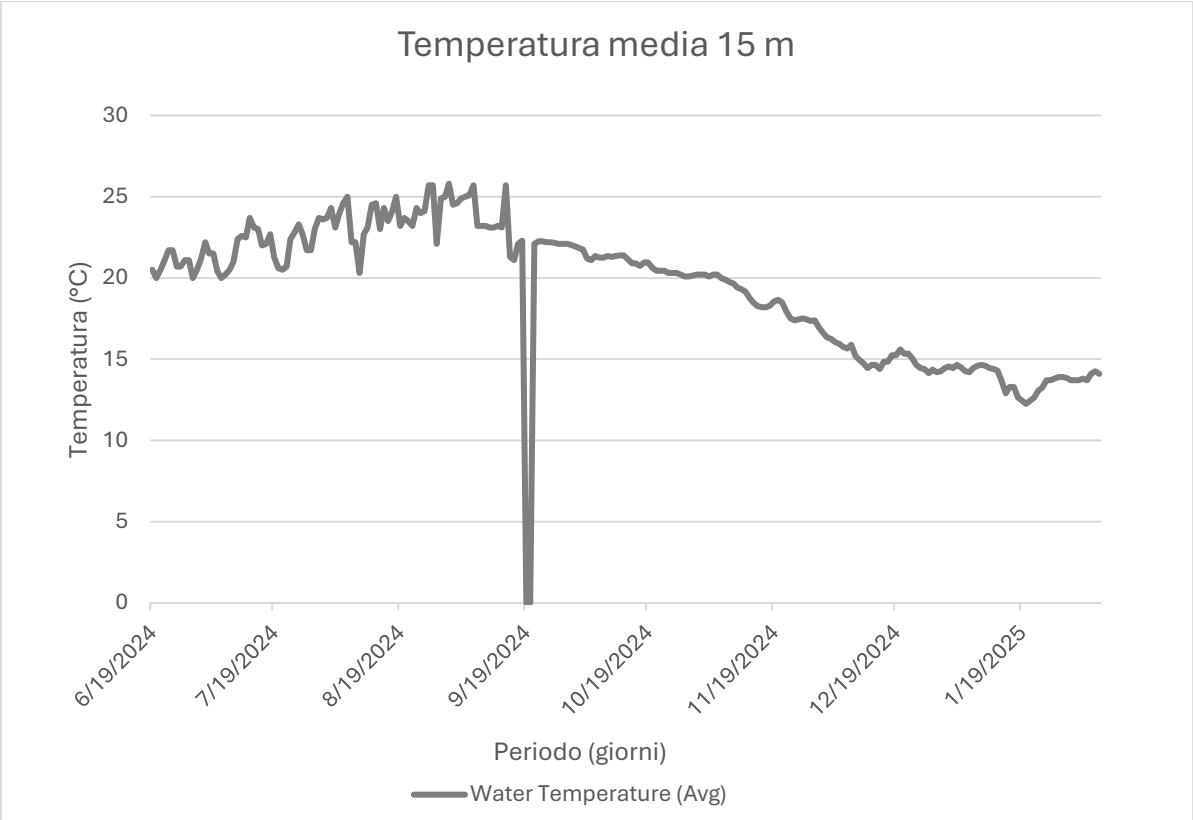


Fig. 110. *Temperatura media, minima e massima nel periodo giugno 2024 – febbraio 2025 alla profondità di 15 m.*

4.8. Analisi molecolari

A completamento delle analisi morfologiche, il progetto prevede l'impiego di tecniche di biologia molecolare finalizzate all'identificazione delle specie colonizzatrici. Considerata la complessità delle procedure e i tempi sperimentali necessari alla loro esecuzione, tali analisi saranno effettuate nella fase successiva del progetto di ricerca. Si potranno infatti ricavare dati e informazioni accurate inerenti alle specie che colonizzano ciascun materiale alle diverse condizioni sperimentali.

5. CONCLUSIONE

Il presente studio ha permesso di caratterizzare il processo di colonizzazione di differenti materiali immersi in ambiente marino, valutando l'influenza della tipologia di substrato, della profondità e della stagionalità sulla formazione e sull'evoluzione del biofouling.
Amphibalanus sp., Bryozoa incrostanti e Serpulidae si sono dimostrati organismi di particolare interesse per la possibile ricostruzione spazio-temporale della permanenza di un reperto in ambiente marino. Questi organismi, infatti, rappresentando una componente importante dell'hard fouling, sono responsabili della formazione di strutture e tracce permanenti di natura calcarea, che possono rimanere associate al substrato anche successivamente alla morte e al distacco dell'organismo.

La valutazione del grado di ricoprimento e l'analisi della documentazione fotografica hanno evidenziato una differente colonizzazione in funzione del materiale e delle condizioni di esposizione. In particolare, *Amphibalanus* sp., Bryozoa incrostanti e Serpulidae hanno mostrato una maggiore colonizzazione dei campioni in ombra, con una preferenza per i substrati INOX e PVC, mentre la colonizzazione di legno e pellame è risultata complessivamente più ridotta. È stata inoltre osservata una maggiore colonizzazione alle profondità di 0,5 m e 7,5 m rispetto ai campioni immersi alla profondità di 15 m. Le differenze osservate potrebbero essere correlate alle differenti condizioni ambientali che caratterizzano le diverse profondità, tra cui temperatura, disponibilità di luce, correnti, pH e disponibilità di nutrienti.
Particolare attenzione è stata rivolta alla crescita di *Amphibalanus* sp., poiché la valutazione del diametro degli esemplari vitali, e quindi della relativa velocità di crescita, può fornire indicazioni utili alla stima del periodo di permanenza di un substrato in ambiente marino. Tuttavia, è fondamentale considerare l'influenza esercitata dalle condizioni ambientali sulla crescita degli organismi. Nonostante il genere *Amphibalanus* sia ampiamente studiato sotto il profilo anatomico ed ecologico, la disponibilità di dati sul tasso di crescita standardizzati risulta ancora limitata, rendendo difficoltoso un confronto diretto dei risultati ottenuti.

L'analisi statistica condotta sul primo e sul secondo campionamento ha evidenziato un incremento significativo del diametro degli esemplari nel tempo sia sui campioni in PVC sia su quelli in INOX. Tuttavia, l'interazione tra tempo e stagione non è risultata significativa, indicando che, tra primo e secondo campionamento, non sono state rilevate differenze statisticamente significative nell'incremento del diametro tra le diverse stagioni. Nel confronto tra PVC e INOX, effettuato separatamente per ciascuna stagione, è emersa una differenza

significativa nella crescita esclusivamente durante il periodo invernale, periodo in cui gli esemplari presenti sul PVC hanno mostrato un incremento maggiore rispetto a quelli presenti su INOX. Nelle altre stagioni, pur osservandosi alcune differenze numeriche nei valori di crescita, queste non sono risultate statisticamente significative.
L'influenza della condizione luce/buio sulla colonizzazione del PVC varia in funzione della stagione. In estate, la colonizzazione aumenta nel tempo indipendentemente dalla condizione di illuminazione, senza differenze significative tra luce e buio. In autunno, invece, pur non emergendo un effetto diretto della condizione, l'andamento della colonizzazione nel tempo differisce significativamente tra luce e buio, con un incremento più marcato nei campioni esposti alla luce.

Per quanto riguarda Serpulidae e Bryozoa incrostanti, è stata osservata una maggiore colonizzazione dei campioni in ombra. I Serpulidae hanno colonizzato tutti i materiali analizzati, mentre i Bryozoa incrostanti non sono stati osservati sui provini di pellame. Anche per questi gruppi è stata rilevata una maggiore colonizzazione alle profondità di 0,5 m e 7,5 m rispetto ai campioni immersi alla profondità di 15 m. Sebbene non sia stata effettuata una valutazione quantitativa della crescita come nel caso di *Amphibalanus* sp., l'osservazione macroscopica della documentazione fotografica ha evidenziato un progressivo aumento delle dimensioni degli esemplari di Serpulidae e delle colonie di Bryozoa incrostanti nel corso dell'esperimento.

La componente algale, pur rappresentando un elemento significativo del processo di biofouling, risulta potenzialmente meno informativa a fini forensi in quanto componente del soft fouling, e di conseguenza, responsabile di tracce maggiormente soggette ad alterazioni e perdita rispetto alle strutture calcaree prodotte dagli organismi dell'hard fouling. Sia le alghe rosse sia le alghe verdi hanno mostrato una colonizzazione preferenziale dei materiali esposti alla luce alle profondità di 0,5 m e 7,5 m, su cui è stata inoltre osservata una consistente presenza di biofilm e, in parte, di sedimento.

Nel complesso, i risultati ottenuti evidenziano il potenziale interesse di *Amphibalanus* sp. nell'ambito delle applicazioni forensi. Il rinvenimento di questi organismi su un reperto recuperato in ambiente marino potrebbe fornire indicazioni sulla durata della permanenza in acqua attraverso la valutazione delle dimensioni degli esemplari e della relativa velocità di crescita, da confrontare, quando disponibili, con curve di crescita ottenute in condizioni ambientali comparabili. Analogamente, la presenza di colonie di Bryozoa incrostanti e il relativo

grado di ricoprimento potrebbero contribuire alla stima del periodo di permanenza in ambiente acquatico e, potenzialmente, fornire indicazioni relative alla profondità di immersione. Infatti, la progressiva riduzione della loro presenza, passando dalle profondità di 0,5 m e 7,5 m alla profondità di 15 m, suggerisce la possibilità che la loro distribuzione possa essere considerata per valutare un eventuale spostamento di un reperto verso profondità maggiori. Anche i Serpulidae potrebbero fornire informazioni utili sulla durata dell'immersione, attraverso la valutazione del numero di esemplari presenti e delle relative dimensioni. Per entrambe queste specie occorre impostare uno studio più approfondito che si concentri sulla misurazione finalizzata ad ottenere i tassi di crescita.
Le future analisi molecolari potranno inoltre consentire una più accurata identificazione delle specie responsabili della colonizzazione di vari materiali alle diverse profondità, fornendo un ulteriore livello di caratterizzazione della comunità di biofouling e contribuendo a rendere più precisa l'interpretazione dei dati ottenuti.

Il biofouling può quindi rappresentare un importante supporto nell'ambito della ricostruzione della permanenza in ambiente acquatico di un reperto, fornendo informazioni potenzialmente utili alla stima del minPMSI e del minSI.
I risultati ottenuti in questo studio rappresentano un primo contributo alla comprensione dell'influenza del materiale, della profondità e della stagionalità sullo sviluppo del biofouling. In particolare, l'analisi quantitativa condotta su *Amphibalanus* sp. ha evidenziato come la crescita possa variare in relazione alle condizioni, con differenze tra i materiali che risultano più evidenti in alcuni periodi stagionali. Saranno necessari ulteriori studi, condotti su periodi di immersione più lunghi, con un maggior numero di replicati e in diverse condizioni ambientali, per confermare e approfondire quanto osservato.

6. BIBLIOGRAFIA

Abate, A., Bavestrello, G., Garaventa, F., Enrichetti, F., Faimali, M., Morri, C., Piazza, V., Ridella, B., Bianchi, C. N., & Canessa, M. (2026). Six decades of change in a Mediterranean port fouling assemblage: Winners and losers in the era of global change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *340*, 110019. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2026.110019

Burden, D. K., Spillmann, C. M., Everett, R. K., Barlow, D. E., Orihuela, B., Deschamps, J. R., Fears, K. P., Rittschof, D., & Wahl, K. J. (2014). Growth and development of the barnacle *Amphibalanus amphitrite*: Time and spatially resolved structure and chemistry of the base plate. *Biofouling*, *30*(7), 799–812. https://doi.org/10.1080/08927014.2014.930736

Ciavatta, M. L., Lefranc, F., Vieira, L. M., Kiss, R., Carbone, M., Van Otterlo, W. A. L., Lopanik, N. B., & Waeschenbach, A. (2020). The Phylum Bryozoa: From Biology to Biomedical Potential. *Marine Drugs*, *18*(4), 200. https://doi.org/10.3390/md18040200

Cocito, S. (2009). Le Biocostruzioni a Briozoi. *Biologia Marina Mediterranea*, *16*, 19–30.

Connell, J. H. (1985a). The consequences of variation in initial settlement vs. Post-settlement mortality in rocky intertidal communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *93*(1–2), 11–45. https://doi.org/10.1016/0022-0981(85)90146-7

Connell, J. H. (1985b). The consequences of variation in initial settlement vs. Post-settlement mortality in rocky intertidal communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *93*(1–2), 11–45. https://doi.org/10.1016/0022-0981(85)90146-7

Dodds, K. C., Schaefer, N., Bishop, M. J., Nakagawa, S., Brooks, P. R., Knights, A. M., & Strain, E. M. A. (2022). Material type influences the abundance but not richness of colonising organisms on marine structures. *Journal of Environmental Management*, *307*, 114549. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114549

Drake, J. (2007). Hull fouling is a risk factor for intercontinental species exchange in aquatic ecosystems. *Aquatic Invasions*, *2*(2), 121–131. https://doi.org/10.3391/ai.2007.2.2.7

Fitridge, I., Dempster, T., Guenther, J., & De Nys, R. (2012). The impact and control of biofouling in marine aquaculture: A review. *Biofouling*, *28*(7), 649–669. https://doi.org/10.1080/08927014.2012.700478

Flemming, H.-C., Van Hullebusch, E. D., Little, B. J., Neu, T. R., Nielsen, P. H., Seviour, T., Stoodley, P., Wingender, J., & Wuertz, S. (2025). Microbial extracellular polymeric substances in the environment, technology and medicine. *Nature Reviews Microbiology*, *23*(2), 87–105. https://doi.org/10.1038/s41579-024-01098-y

Galtieri, G., Visco, A., Iannazzo, D., & Marino-Merlo, F. (2014). *SEA-MED 2014 Structural Engineering Analysis—Marine Evolution Design*.

Glasby, T. M. (1999a). Effects of shading on subtidal epibiotic assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *234*(2), 275–290. https://doi.org/10.1016/S0022-0981(98)00156-7

Glasby, T. M. (1999b). Effects of shading on subtidal epibiotic assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *234*(2), 275–290. https://doi.org/10.1016/S0022-0981(98)00156-7

Gosselin, L. A., & Sewell, M. A. (2013). Reproduction, larval development and settlement of the intertidal serpulid polychaete *Spirobranchus cariniferus*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, *93*(5), 1249–1256. https://doi.org/10.1017/S0025315412001701

Grenier, C., Berent, K., Rodríguez-Navarro, A., Vinn, O., & Checa, A. G. (2024). Microstructures, crystallography and growth patterns of serpulid tubeworms (Class Polychaeta). *Marine Biology*, *171*(12), 231. https://doi.org/10.1007/s00227-024-04552-w

Hadfield, G. (n.d.). *Stimulation of Metamorphosis in the Polychaete Hydroides eZegarts Haswell (Serpulidae)*.

Hadfield, M. G., Freckelton, M. L., & Nedved, B. T. (2021). The natural sequence of events in larval settlement and metamorphosis of *Hydroides elegans* (Polychaeta; Serpulidae). *PLOS ONE*, *16*(5), e0249692. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249692

Hadžić, N., Gatin, I., Uroić, T., & Ložar, V. (2022). Biofouling dynamic and its impact on ship powering and dry-docking. *Ocean Engineering*, *245*, 110522. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.110522

Hove, H. A. T., & Kupriyanova, E. K. (2009). Taxonomy of Serpulidae (Annelida, Polychaeta): The state of affairs. *Zootaxa*, *2036*(1). https://doi.org/10.11646/zootaxa.2036.1.1

Huang, Y., Callahan, S., & Hadfield, M. G. (2012). Recruitment in the sea: Bacterial genes required for inducing larval settlement in a polychaete worm. *Scientific Reports*, *2*(1), 228. https://doi.org/10.1038/srep00228

Iglikowska, A., Ronowicz, M., Humphreys-Williams, E., & Kukliński, P. (2018). Trace element accumulation in the shell of the Arctic cirriped *Balanus balanus*. *Hydrobiologia*, *818*(1), 43–56. https://doi.org/10.1007/s10750-018-3564-5

Jung, S. M., Lee, J., Lee, H., Choo, M., Han, S., Jeon, W., Kim, T., Kim, G., An, Y., Byeon, H., Lee, J., & Shin, H. W. (2023). Marine crime scene investigation using *Balanus* sp. Fouling patterns. *Forensic Science International*, *350*, 111780. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2023.111780

Magni, P. A., Tingey, E., Armstrong, N. J., & Verduin, J. (2021). Evaluation of barnacle (Crustacea: Cirripedia) colonisation on different fabrics to support the estimation of the time spent in water by human remains. *Forensic Science International*, *318*, 110526. https://doi.org/10,1016/j.forsciint.2020,110526

Magni, P. A., Venn, C., Aquila, I., Pepe, F., Ricci, P., Di Nunzio, C., Ausania, F., & Dadour, I. R. (2015). Evaluation of the floating time of a corpse found in a marine environment using the barnacle *Lepas anatifera* L. (Crustacea: Cirripedia: Pedunculata). *Forensic Science International*, *247*, e6–e10. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2014.11.016

Marbuah, G., Gren, I.-M., & McKie, B. (2014). Economics of Harmful Invasive Species: A Review. *Diversity*, *6*(3), 500–523. https://doi.org/10.3390/d6030500

Maruzzo, D., Aldred, N., Clare, A. S., & Høeg, J. T. (2012). Metamorphosis in the Cirripede Crustacean *Balanus amphitrite*. *PLoS ONE*, *7*(5), e37408. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037408

McDonald, M., McClintock, J., Amsler, C., Rittschof, D., Angus, R., Orihuela, B., & Lutostanski, K. (2009). Effects of ocean acidification over the life history of the barnacle *Amphibalanus amphitrite*. *Marine Ecology Progress Series*, *385*, 179–187. https://doi.org/10.3354/meps08099

Montefalcone, M., Oprandi, A., Azzola, A., Morri, C., & Bianchi, C. N. (2022). Serpulid reefs and their role in aquatic ecosystems: A global review. In *Advances in Marine Biology* (Vol. 92, pp. 1–54). Academic Press. https://doi.org/10.1016/bs.amb.2022.06.001

Nasrolahi, A., Pansch, C., Lenz, M., & Wahl, M. (2013). Temperature and salinity interactively impact early juvenile development: A bottleneck in barnacle ontogeny. *Marine Biology*, *160*(5), 1109–1117. https://doi.org/10.1007/s00227-012-2162-8

Nishizaki, M. T., & Carrington, E. (2015). The effect of water temperature and velocity on barnacle growth: Quantifying the impact of multiple environmental stressors. *Journal of Thermal Biology*, *54*, 37–46. https://doi.org/10,1016/j.jtherbio.2015.02.002

Pitriana, P., Valente, L., Von Rintelen, T., Jones, D. S., Prabowo, R. E., & Von Rintelen, K. (2020). An annotated checklist and integrative biodiversity discovery of barnacles (Crustacea, Cirripedia) from the Moluccas, East Indonesia. *ZooKeys*, *945*, 17–83. https://doi.org/10.3897/zookeys.945.39044

Ryland, J. (2005). Bryozoa: An introductory overview. *Denisia*, *16*, 9–20.

Sánchez-Ovando, J. P., Benítez-Villalobos, F., & Bastida-Zavala, J. R. (2023). Elevated temperatures increase abnormalities in embryos and reduce larval survival in serpulid polychaetes. *Biology Open*, *12*(9), bio060053. https://doi.org/10.1242/bio.060053

Schultz, M. P., Bendick, J. A., Holm, E. R., & Hertel, W. M. (2011). Economic impact of biofouling on a naval surface ship. *Biofouling*, *27*(1), 87–98. https://doi.org/10.1080/08927014.2010.542809

Suárez-Morales, E. (2015). Class Maxillopoda. In *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (pp. 709–755). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385026-3.00029-2

Sun, Y., Hove, H. A. T., & Qiu, J.-W. (2012). Serpulidae (Annelida: Polychaeta) from Hong Kong. *Zootaxa*, *3424*(1). https://doi.org/10.11646/zootaxa.3424.1.1

Trygonis, V., & Sini, M. (2012). PhotoQuad: A dedicated seabed image processing software, and a comparative error analysis of four photoquadrat methods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *424–425*, 99–108. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.04.018

Vinagre, P. A., Simas, T., Cruz, E., Pinori, E., & Svenson, J. (2020). Marine Biofouling: A European Database for the Marine Renewable Energy Sector. *Journal of Marine Science and Engineering*, *8*(7), 495. https://doi.org/10.3390/jmse8070495

Vuong, P., McKinley, A., & Kaur, P. (2023). Understanding biofouling and contaminant accretion on submerged marine structures. *Npj Materials Degradation*, *7*(1), 50. https://doi.org/10.1038/s41529-023-00370-5

Yamaguchi, S., Yusa, Y., Yamato, S., Urano, S., & Takahashi, S. (2008). Mating group size and evolutionarily stable pattern of sexuality in barnacles. *Journal of Theoretical Biology*, *253*(1), 61–73. https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2008.01.025

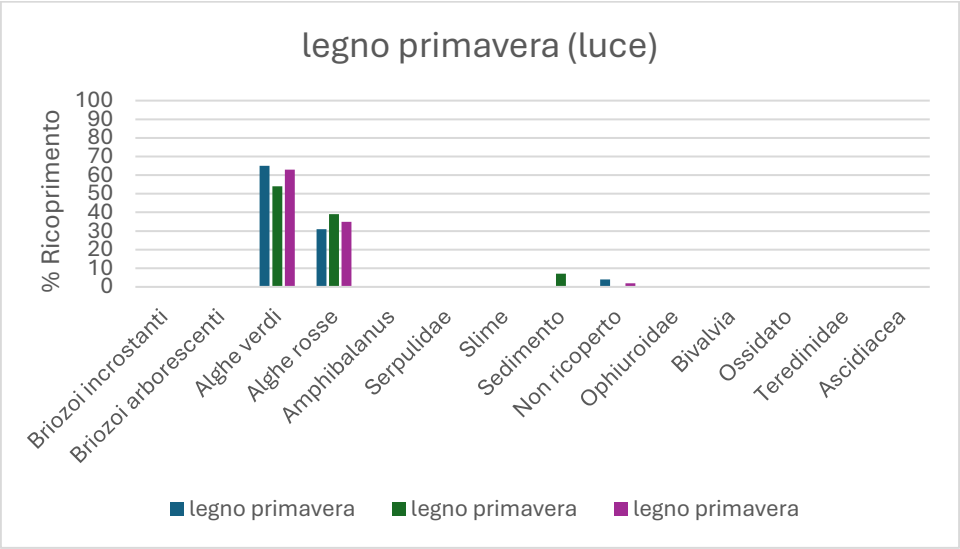
7. APPENDICE

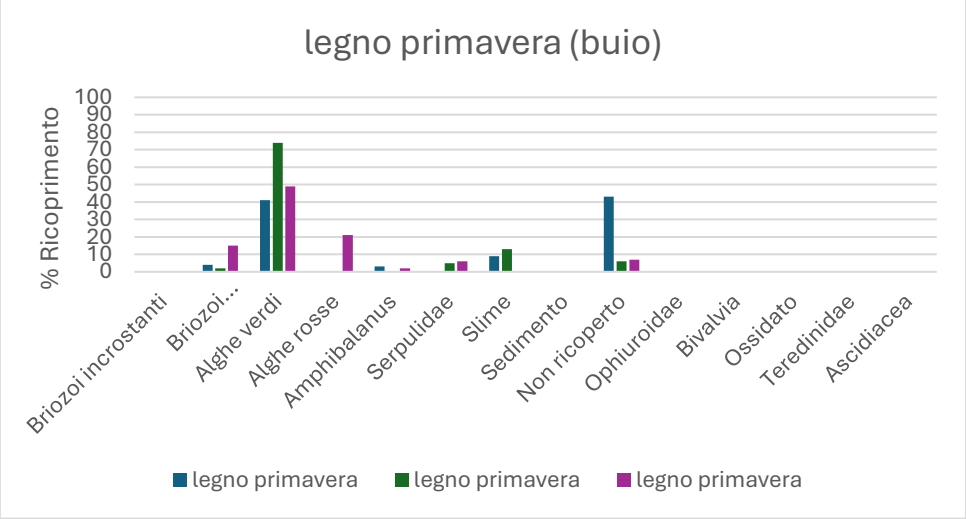
Nella seguente sezione si riportano i grafici relativi la percentuale di ricoprimento superficiale dei materiali alle diverse profondità e stagionalità, suddivisi per campionamento.

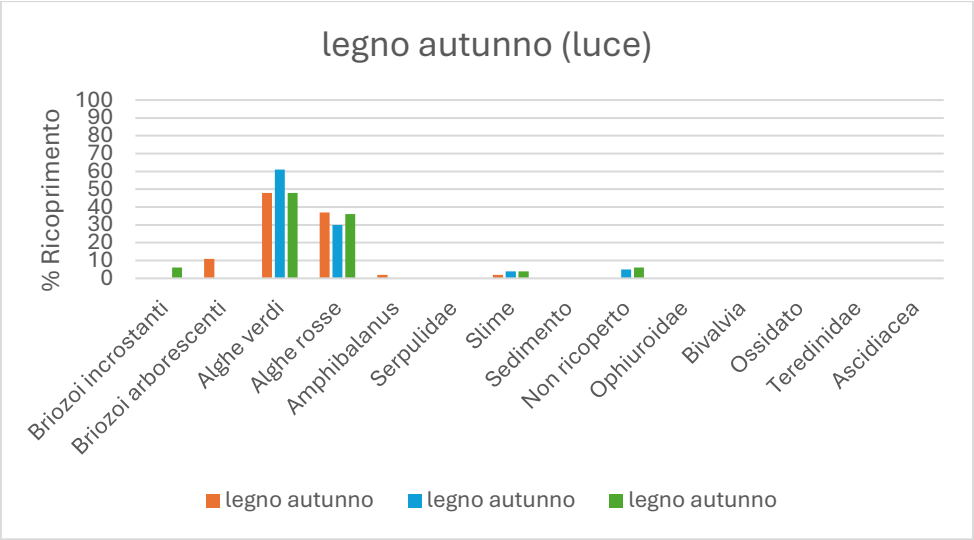
Nella legenda vengono riportate le repliche A, B e C per ciascun materiale.

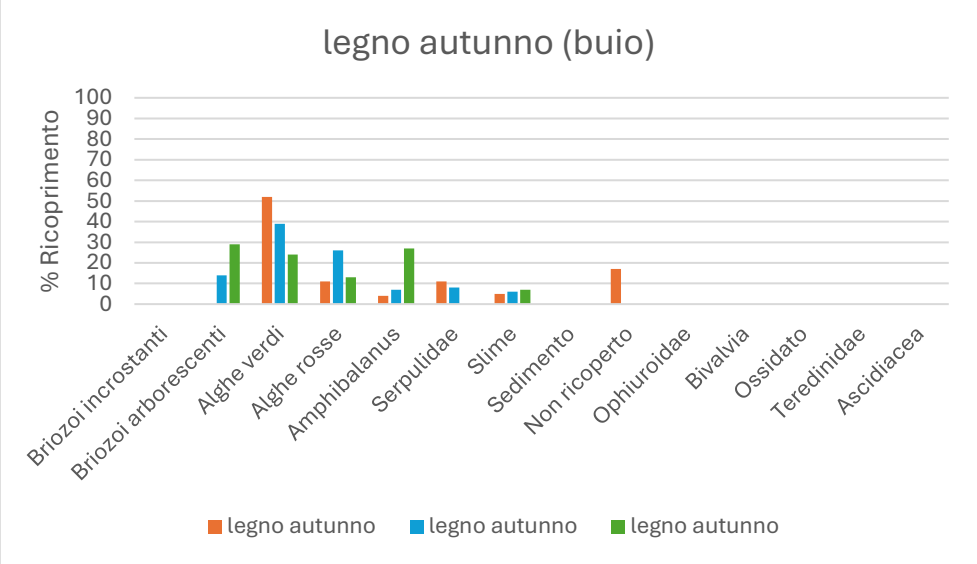
Primo campionamento

Frame 0,5 m – legno

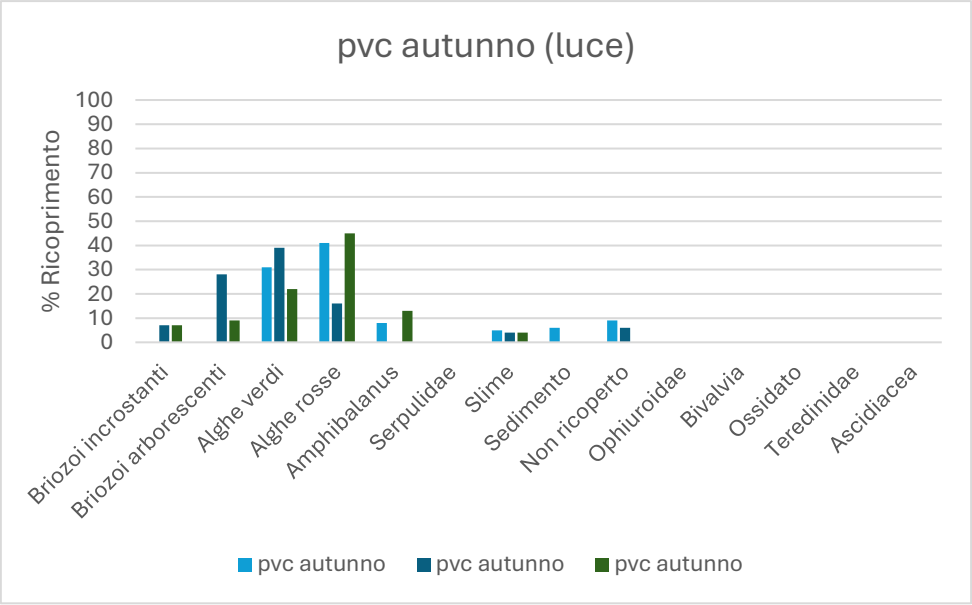


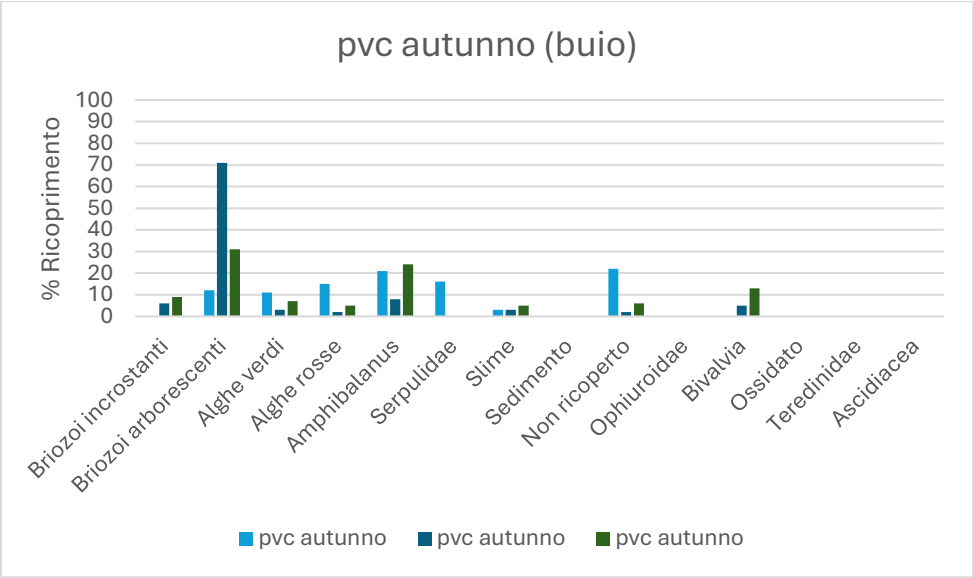


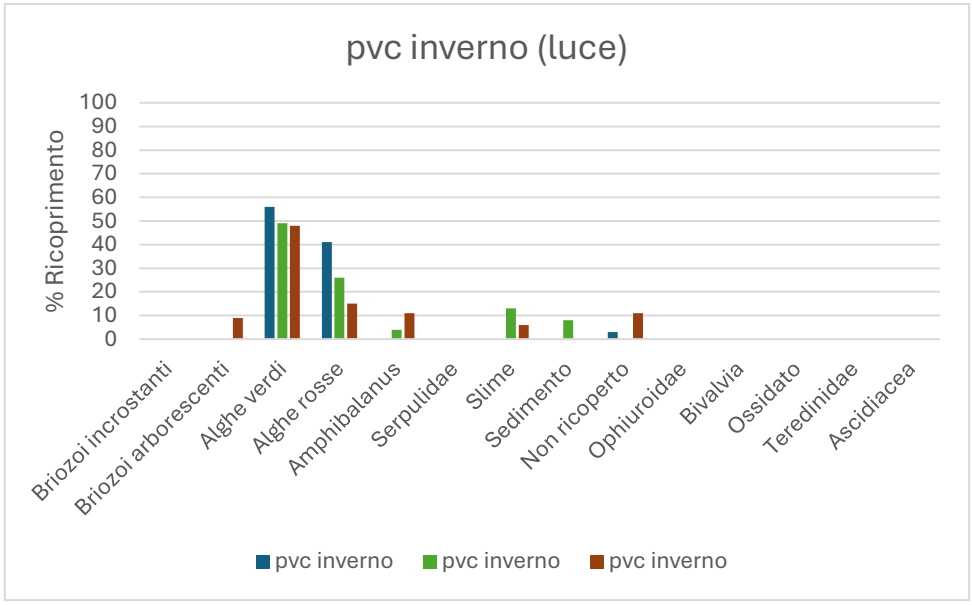


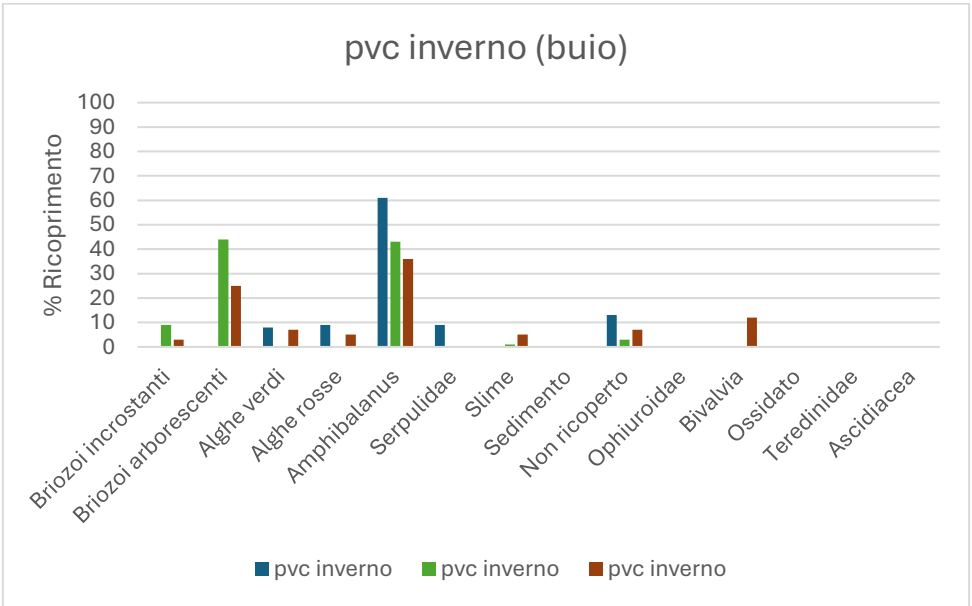


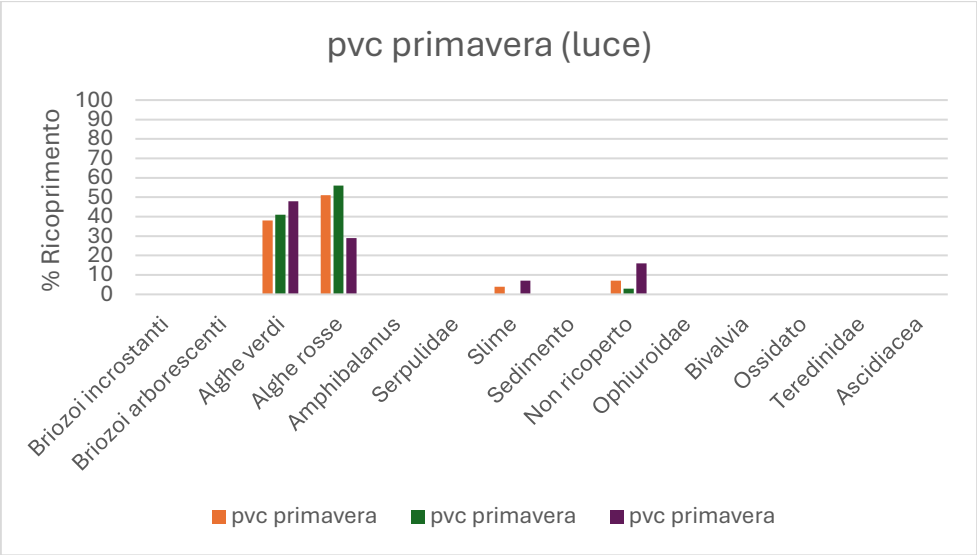
Frame 0,5 m – PVC

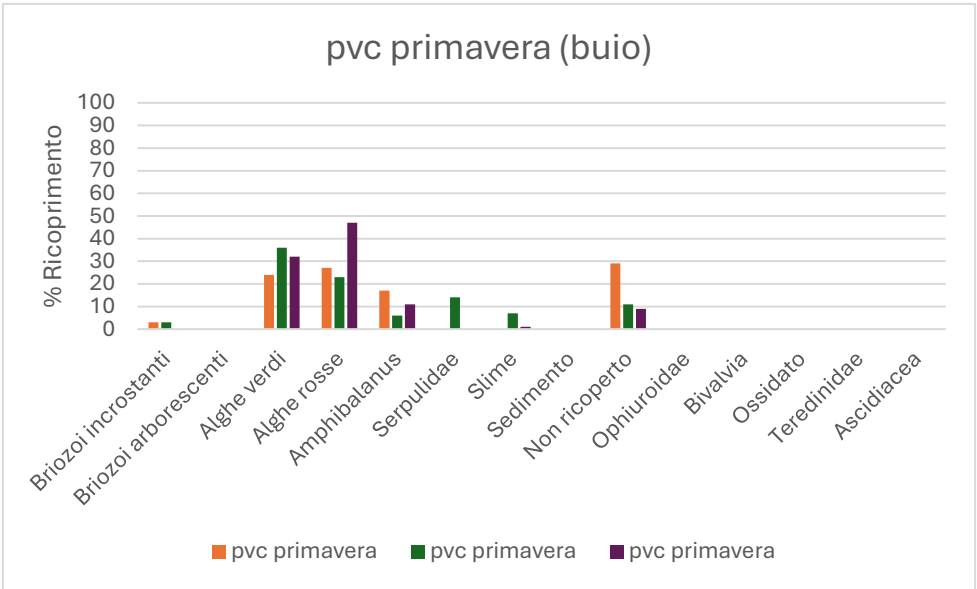


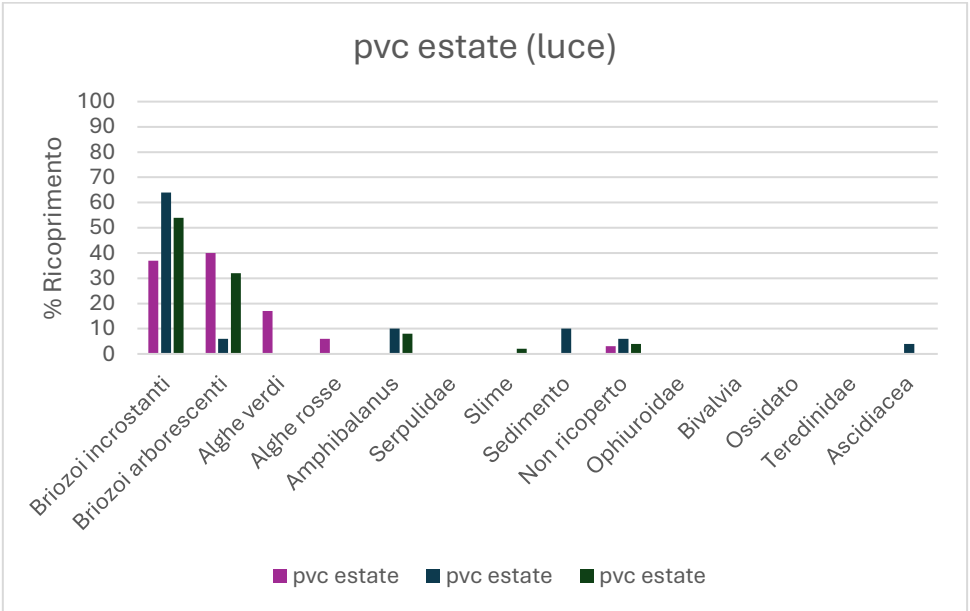

pvc autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc autunno
pvc autunno
pvc autunno

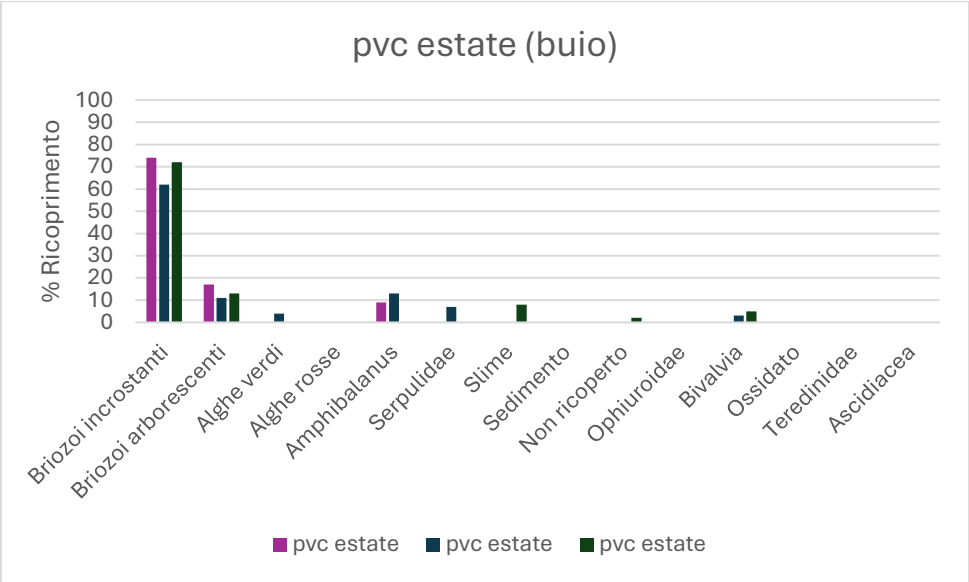

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno


pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

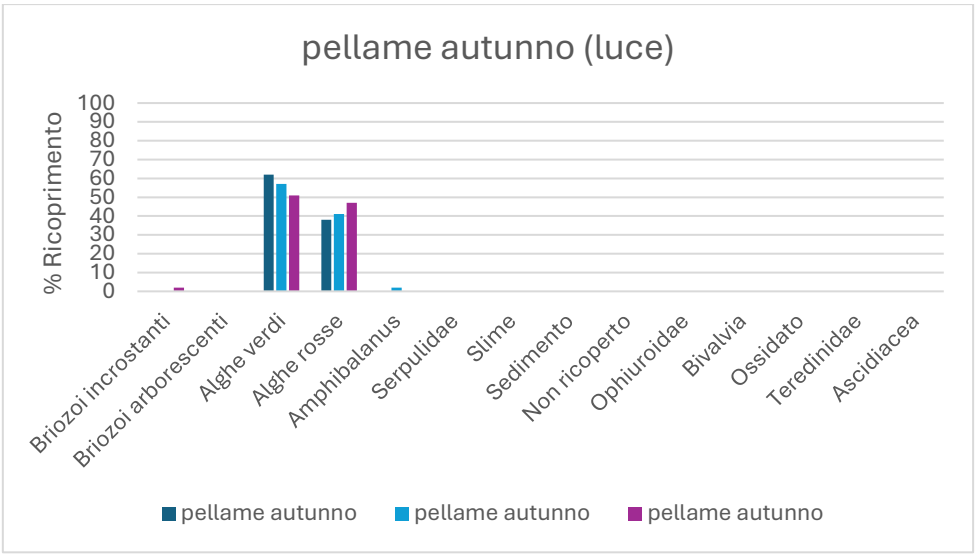

pvc primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

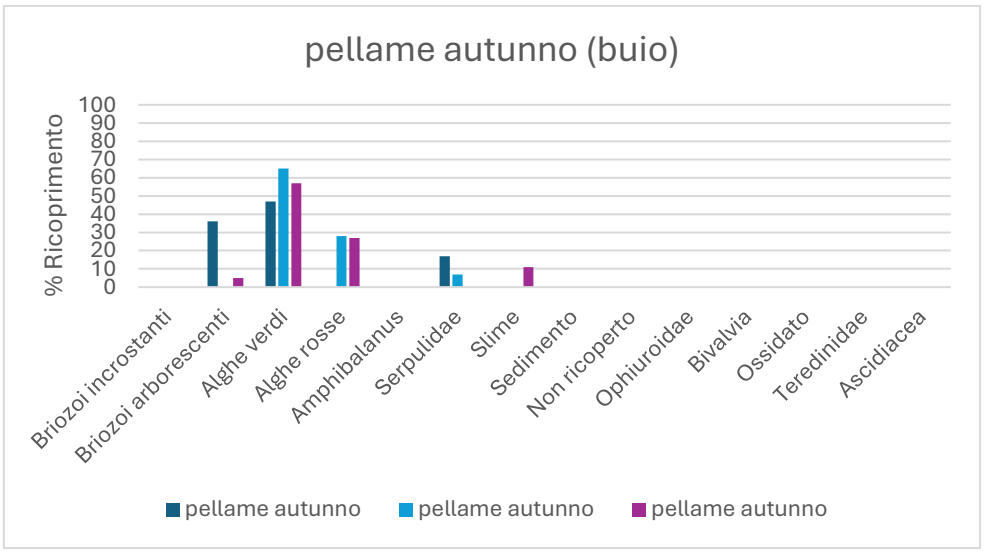

pvc primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

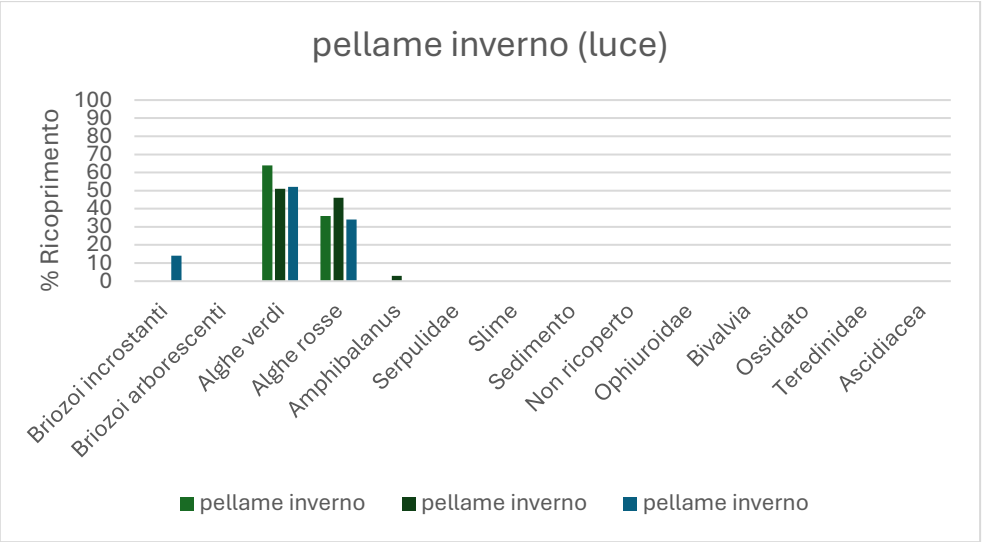

pvc estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc estate
pvc estate
pvc estate

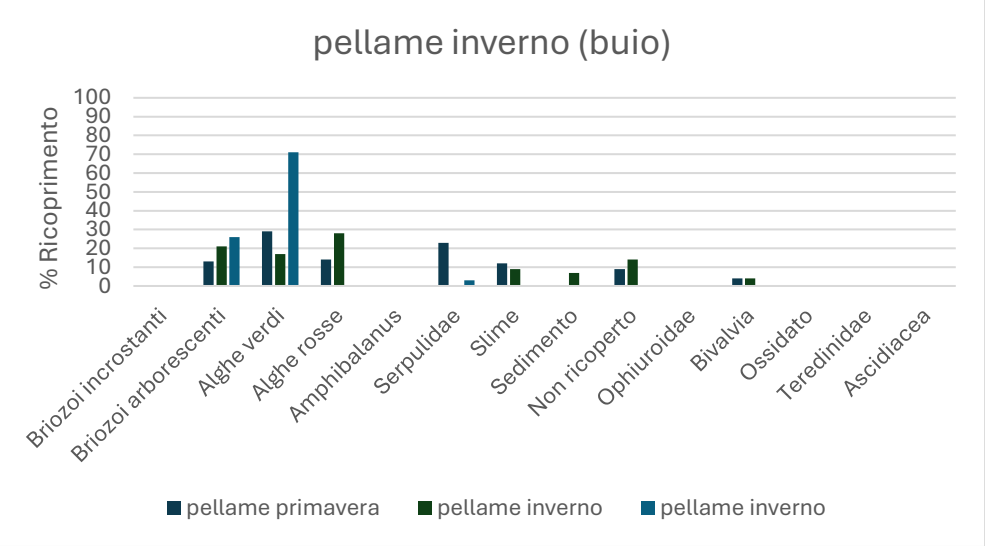


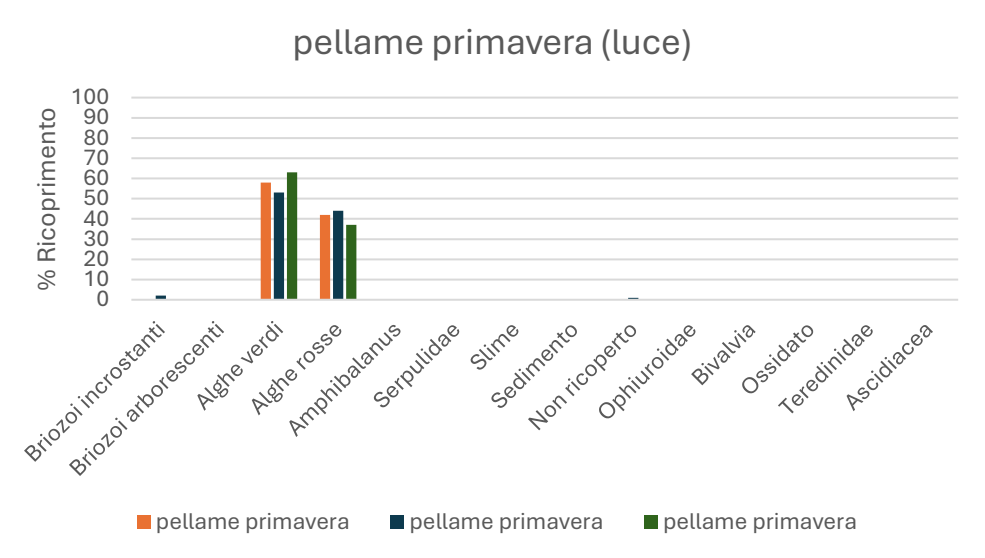
Frame 0,5 m – Pellame

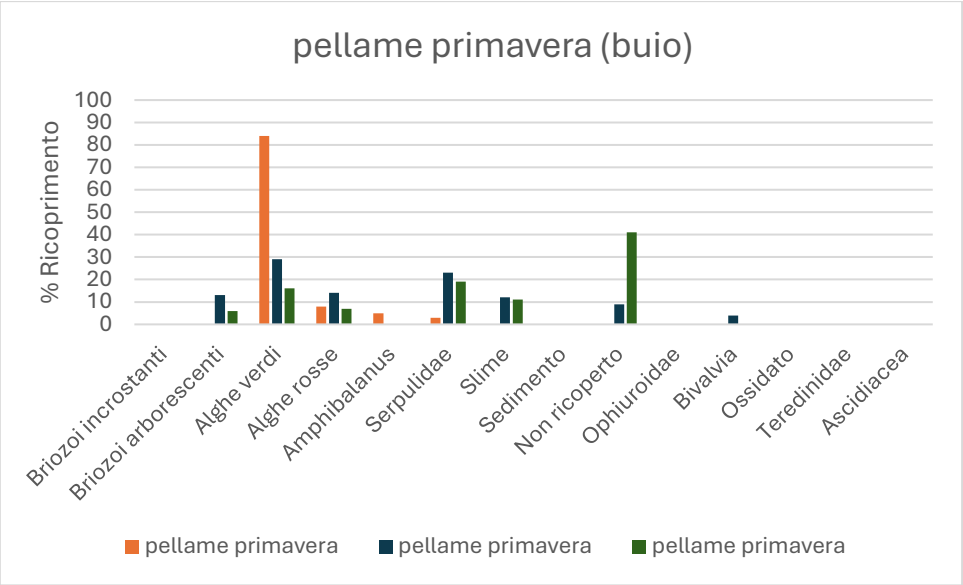


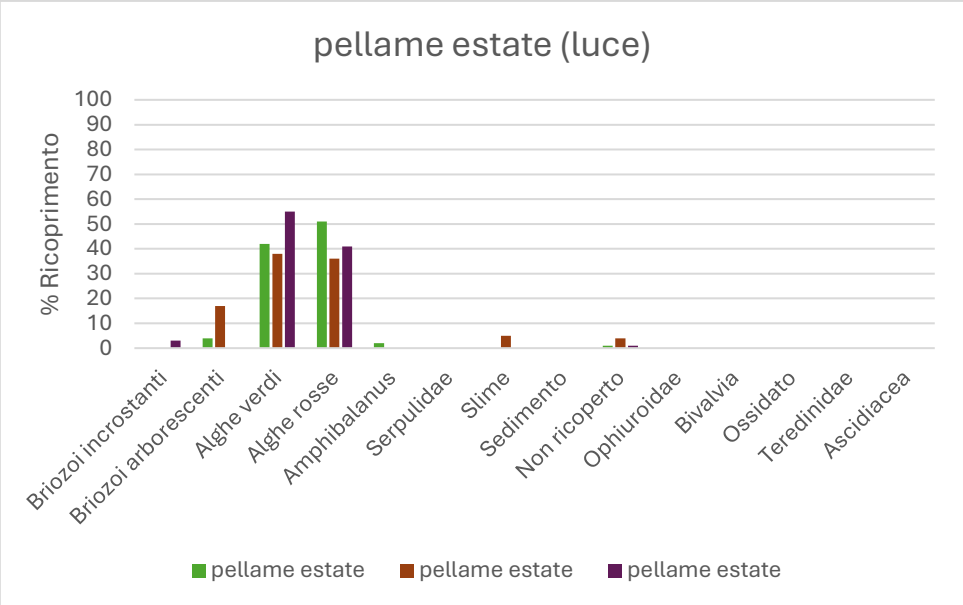


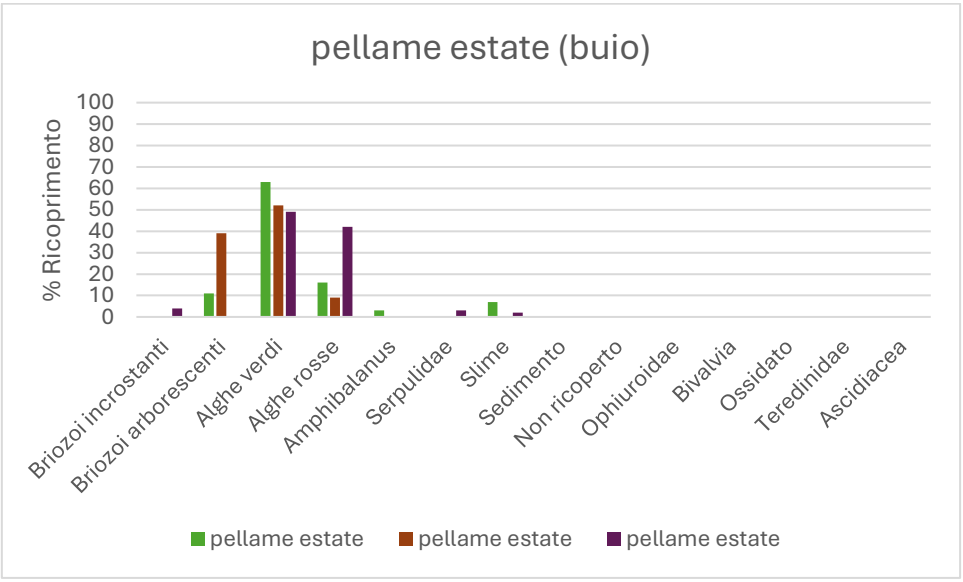

pellame inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno


pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame inverno
pellame inverno

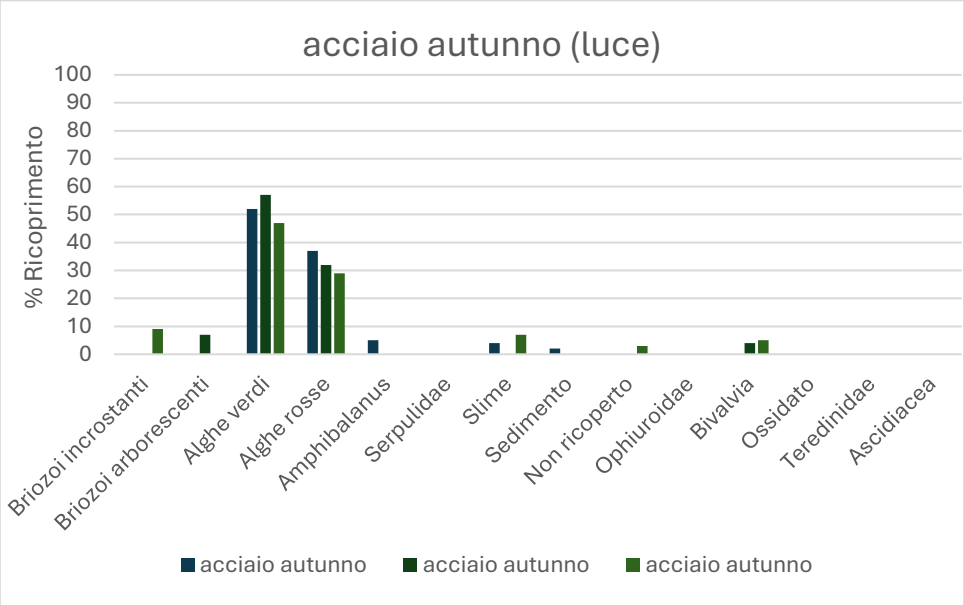

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

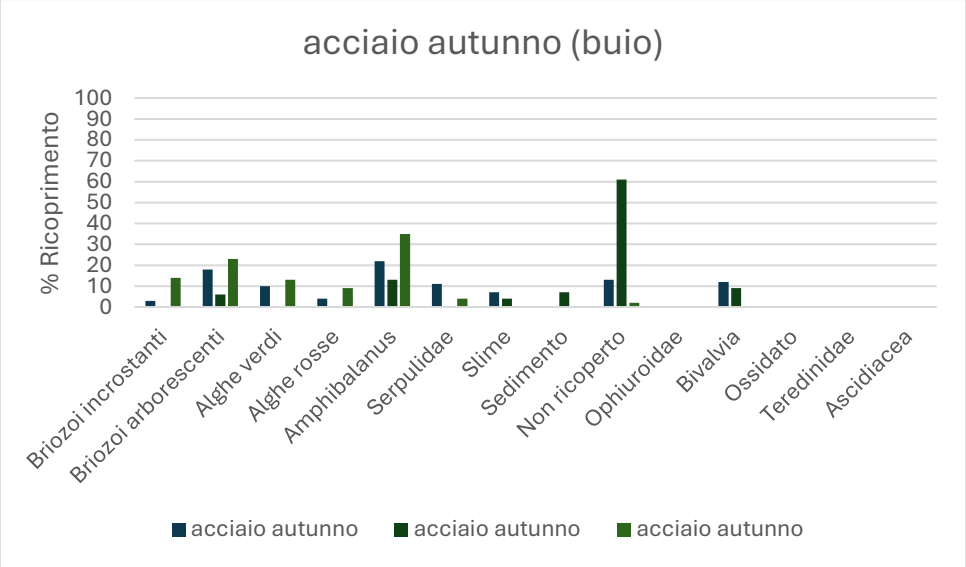

pellame primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

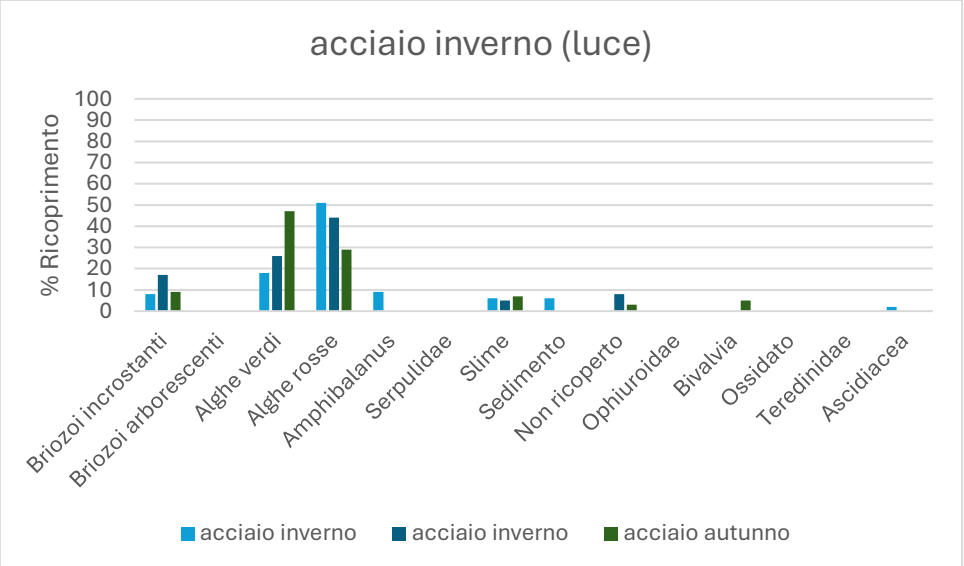

pellame estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame estate
pellame estate
pellame estate

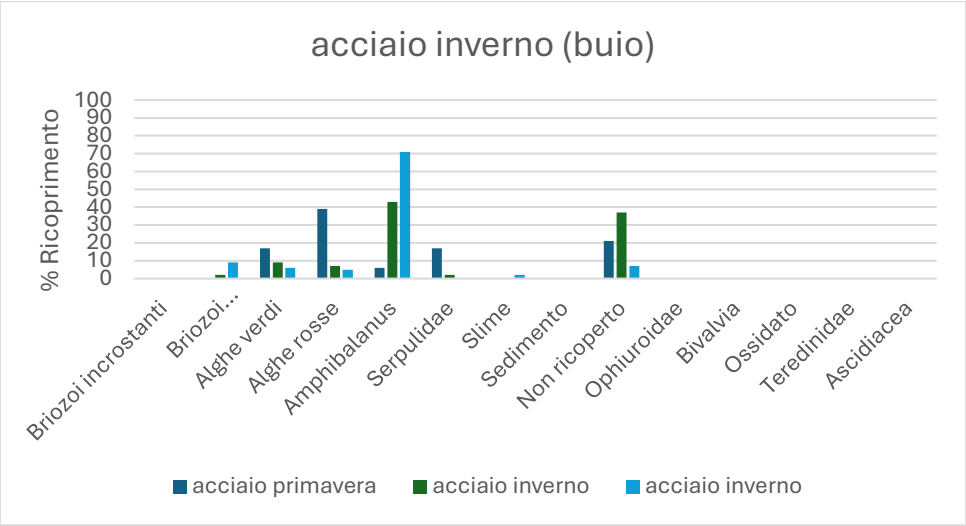

pellame estate (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame estate
pellame estate
pellame estate

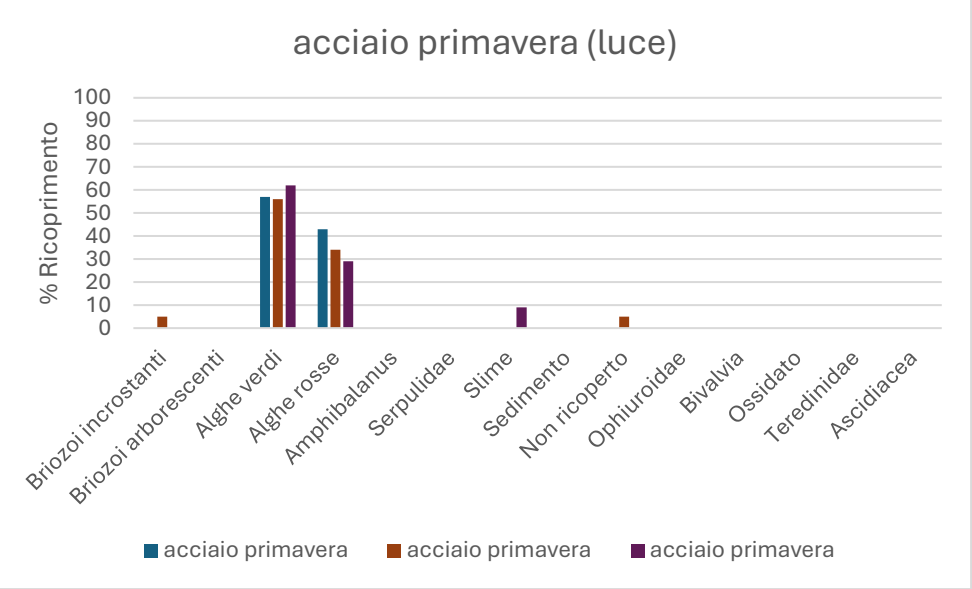
Frame 0,5 m – INOX

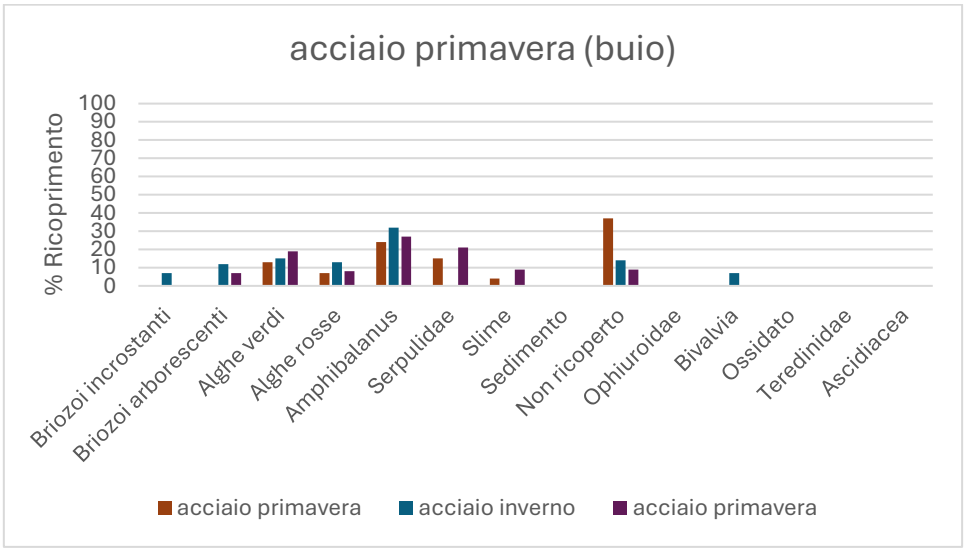


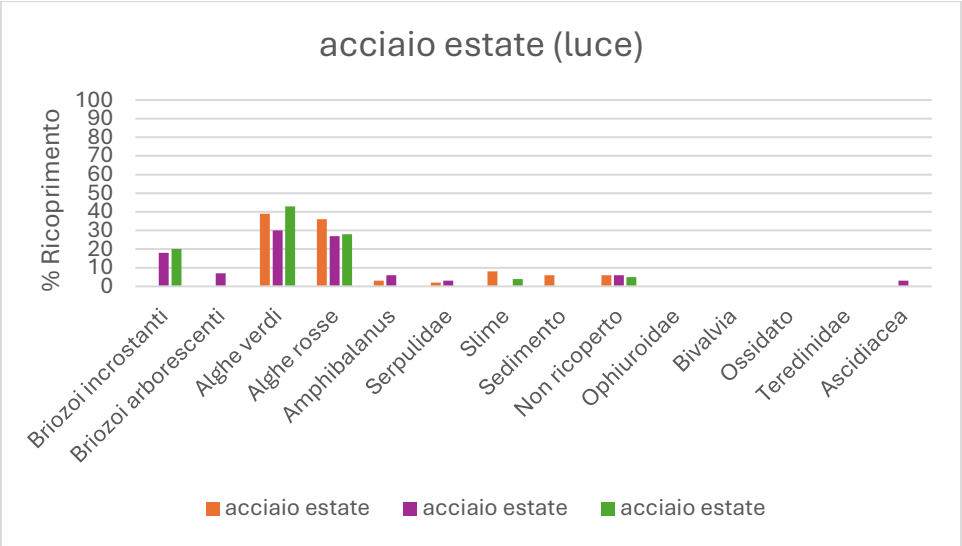


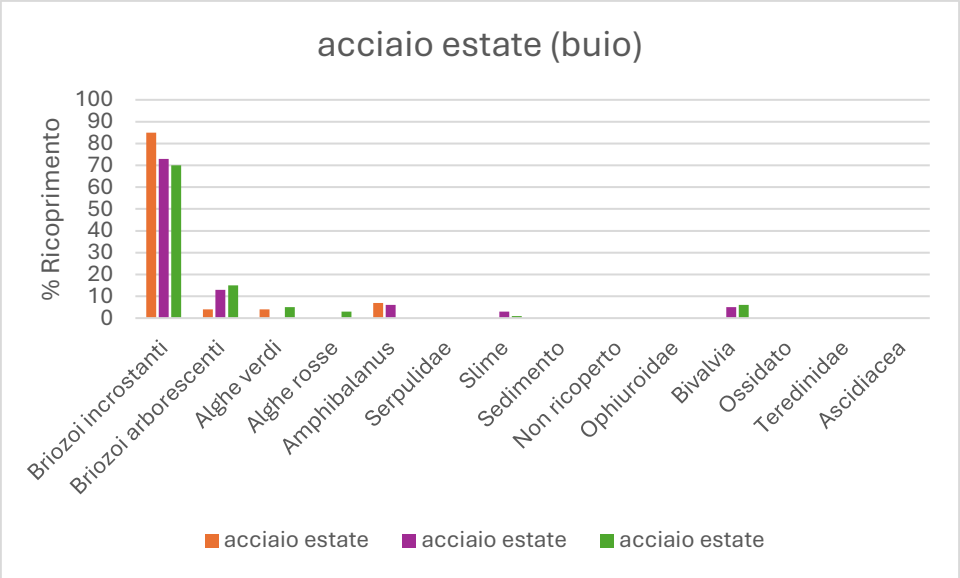



acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi...
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio inverno
acciaio inverno

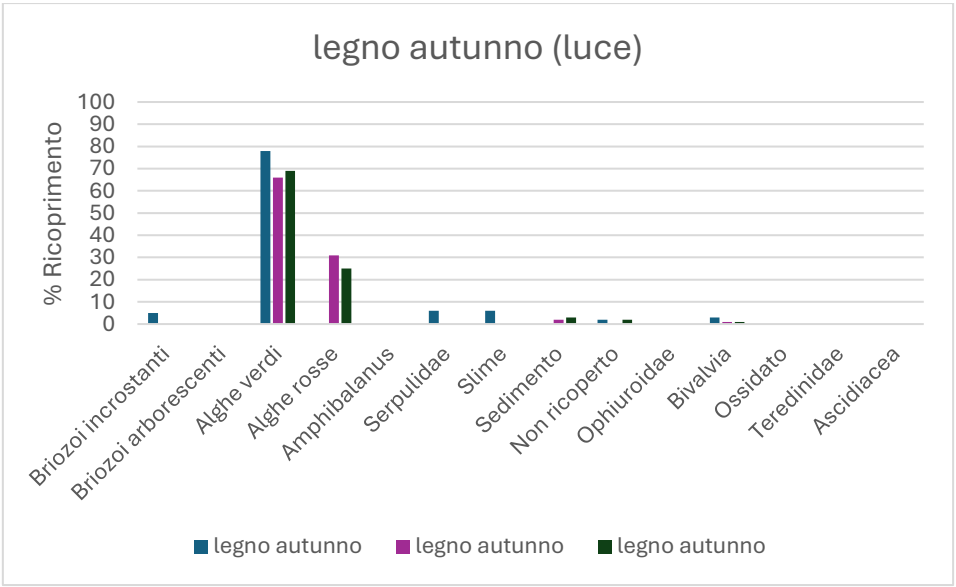

acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

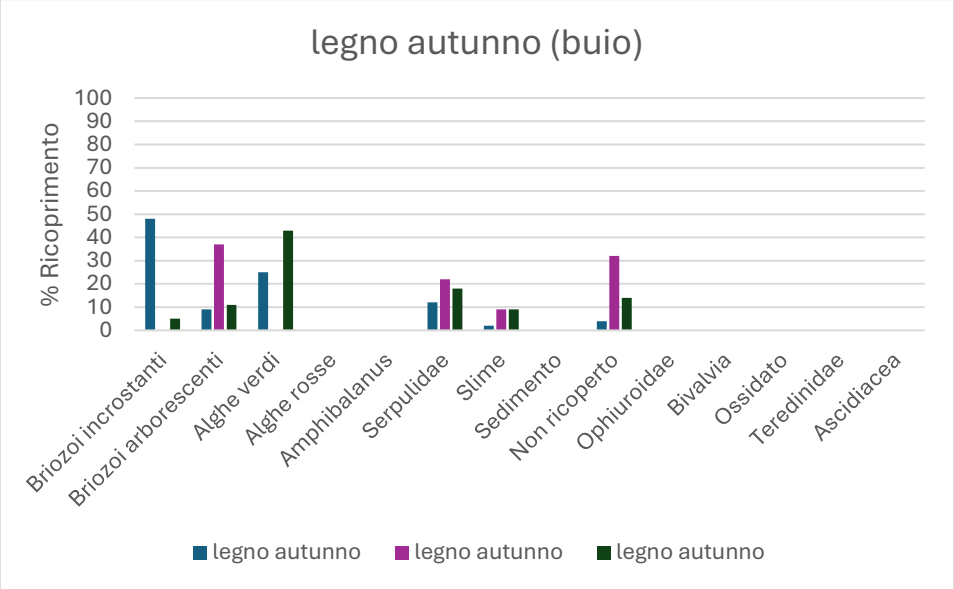

acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio inverno
acciaio primavera

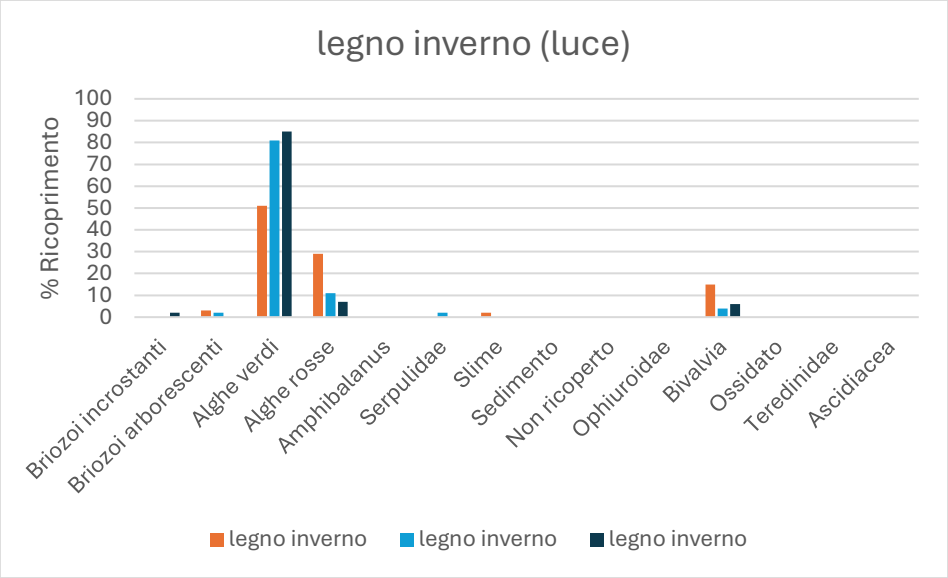


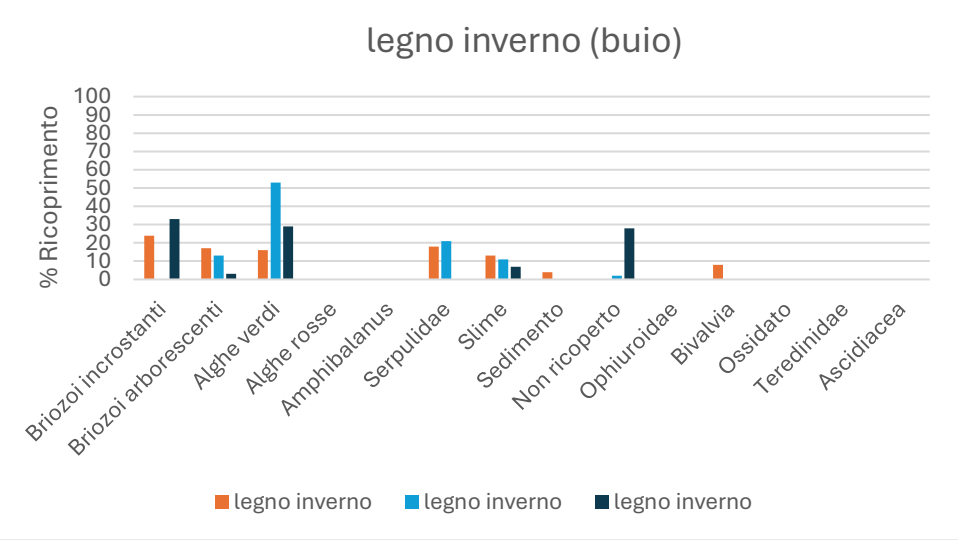


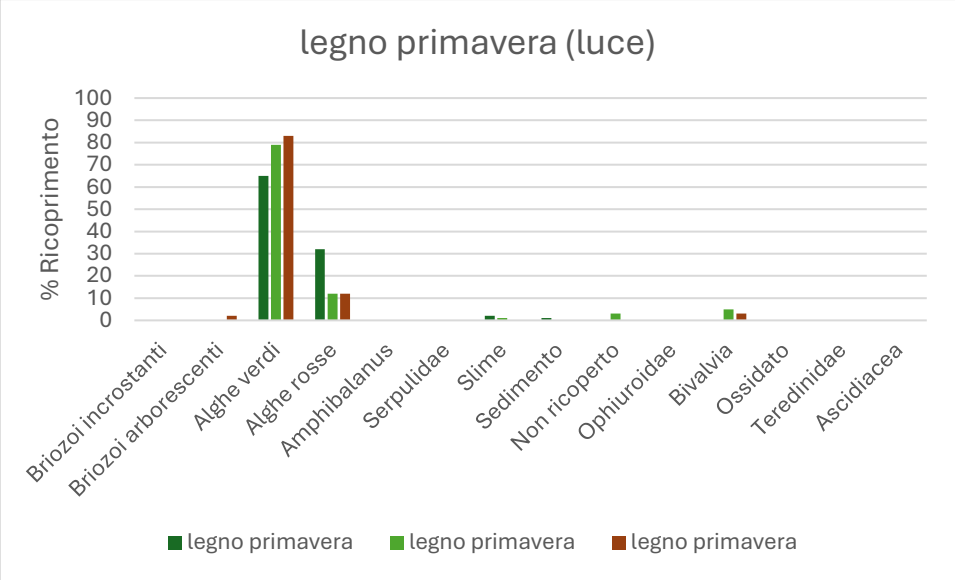
Frame 7,5 m – Legno

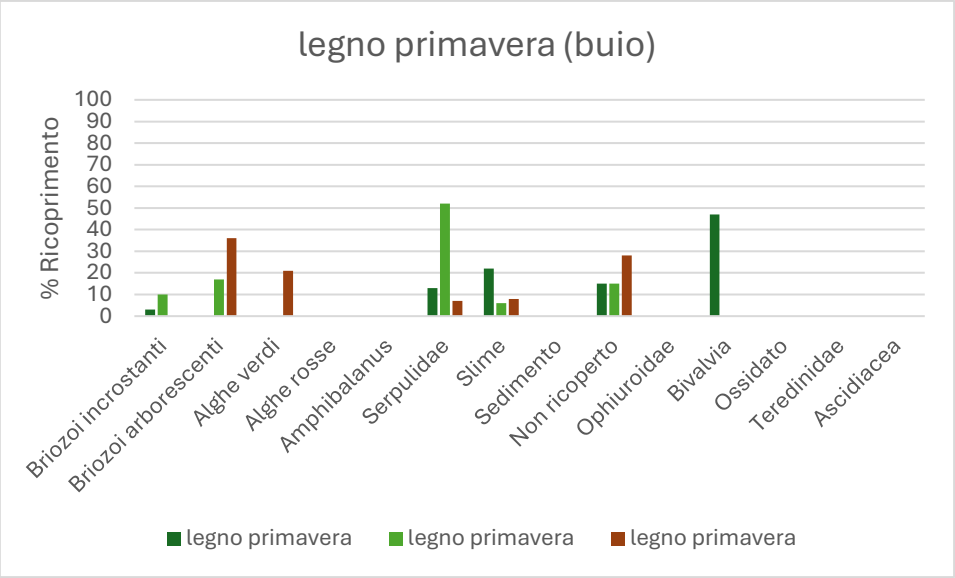



legno autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno autunno
legno autunno
legno autunno

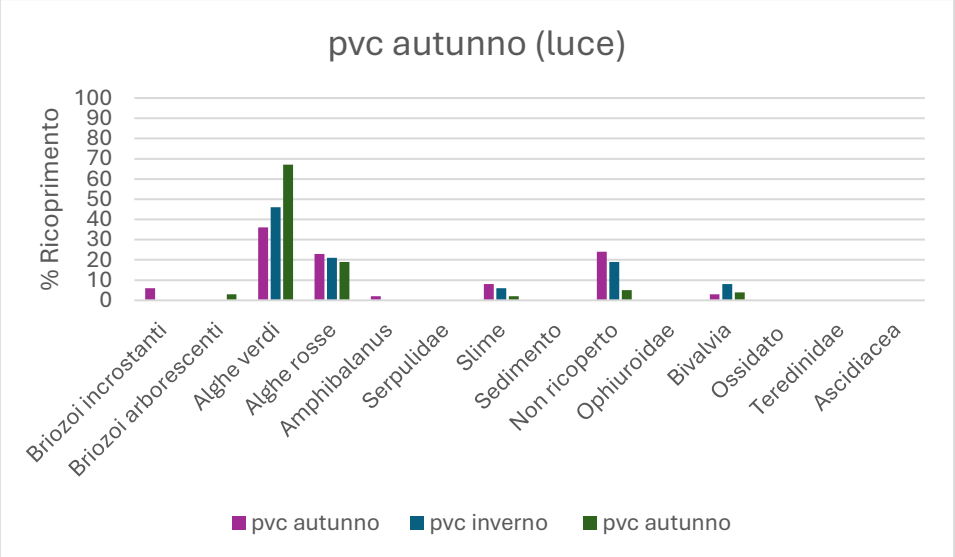

legno inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

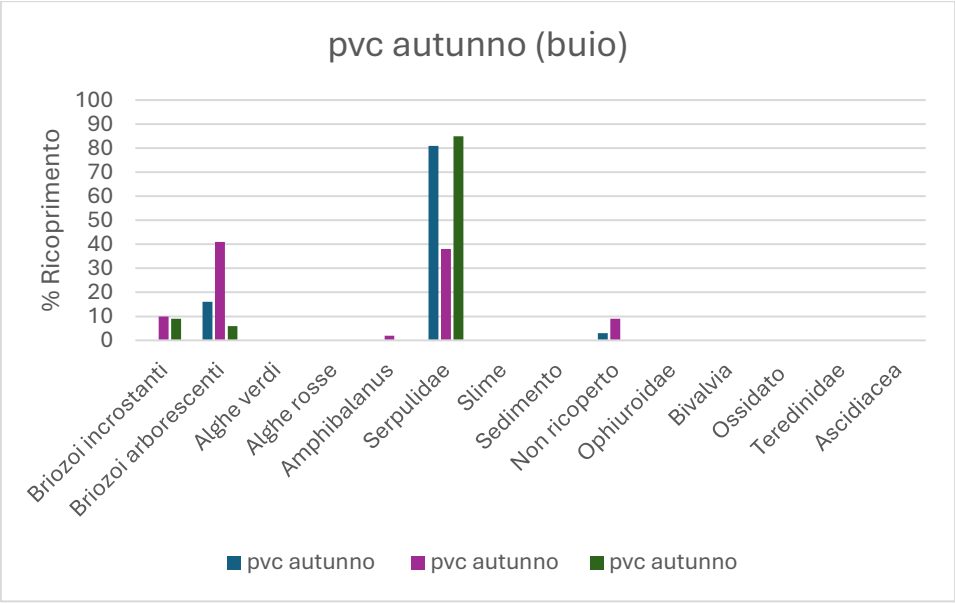

legno inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

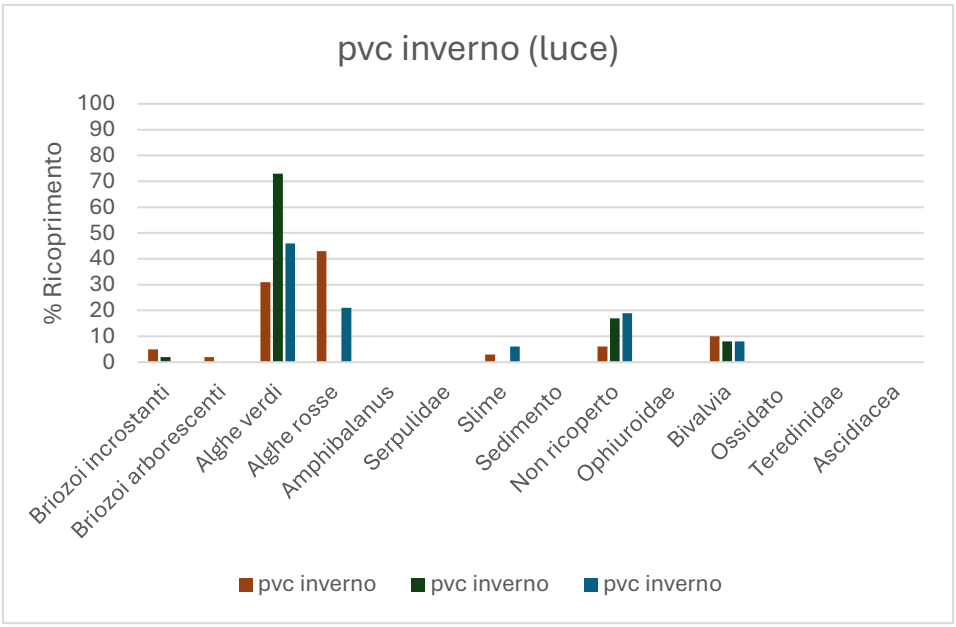


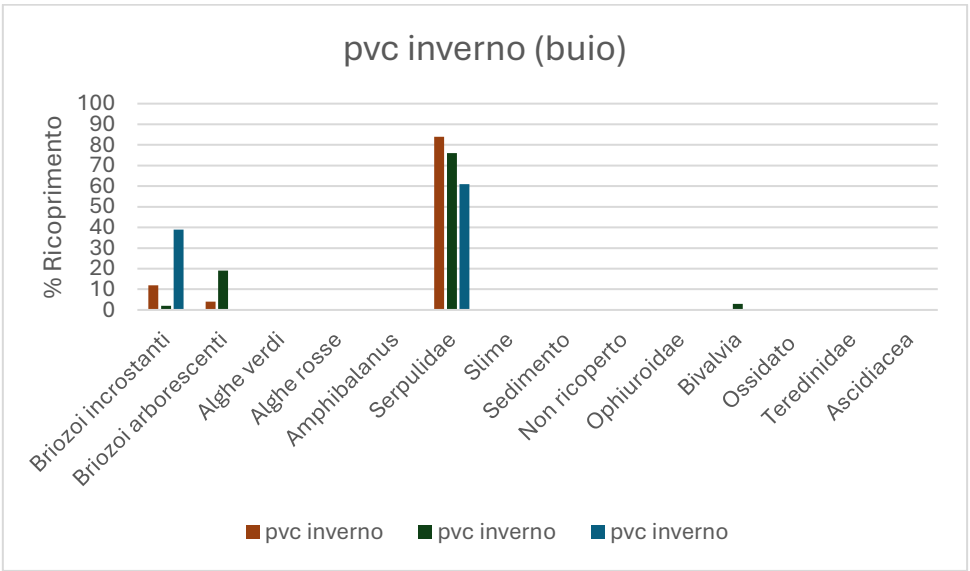


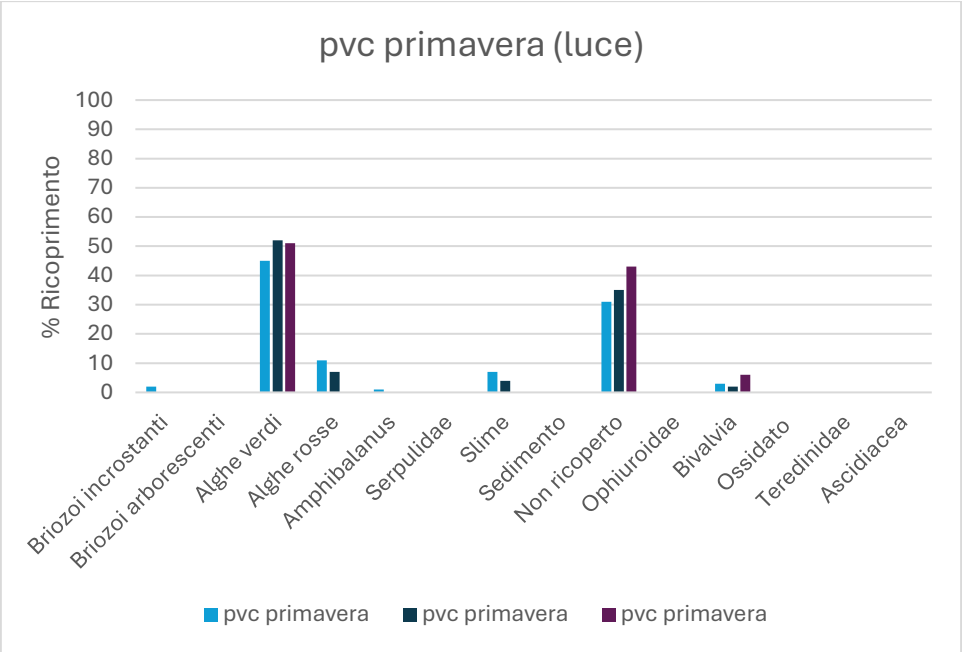
Frame 7,5 m – PVC

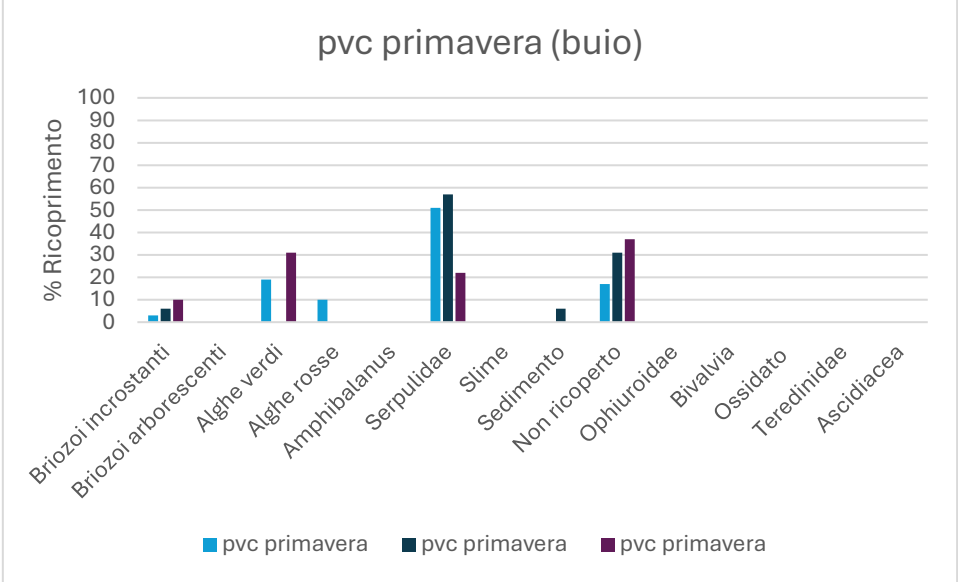


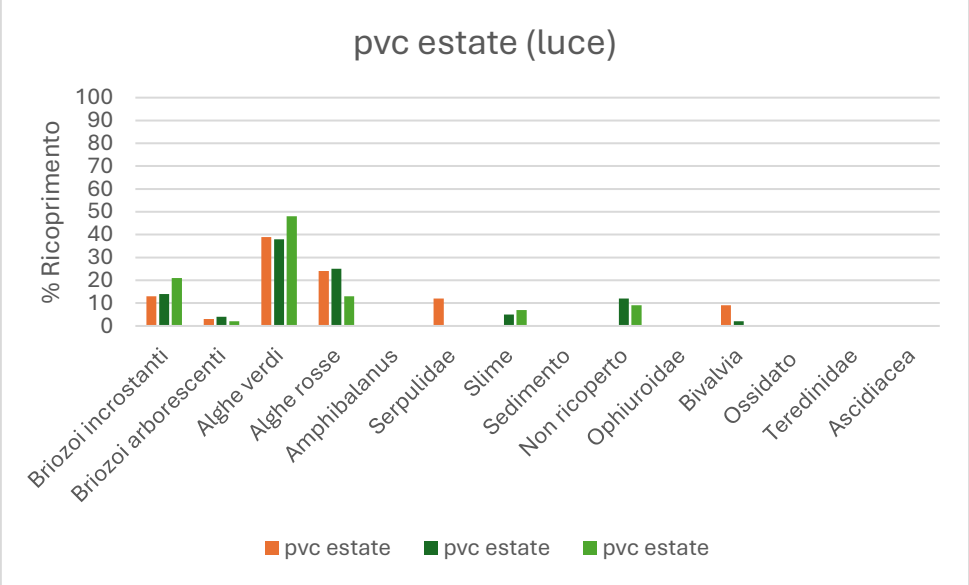

pvc autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc autunno
pvc autunno
pvc autunno

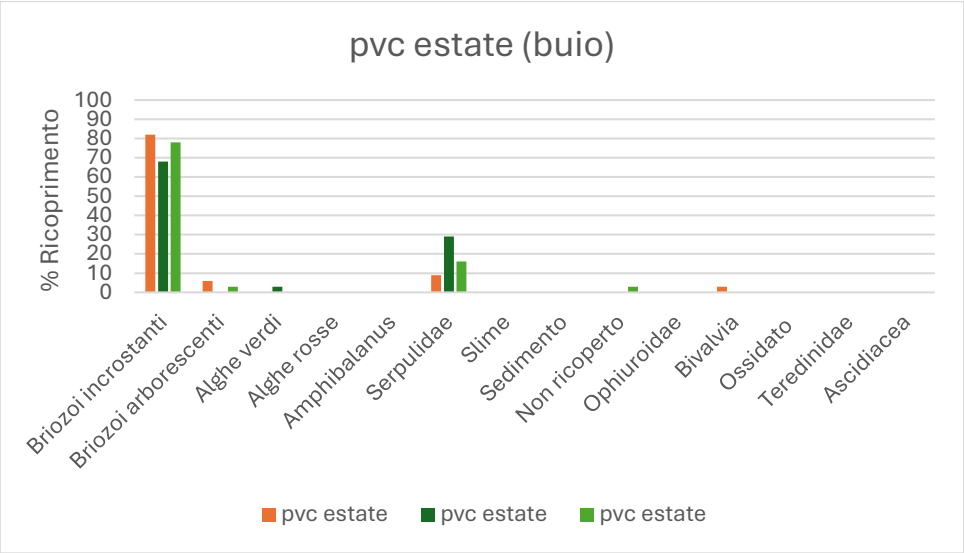

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno


pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

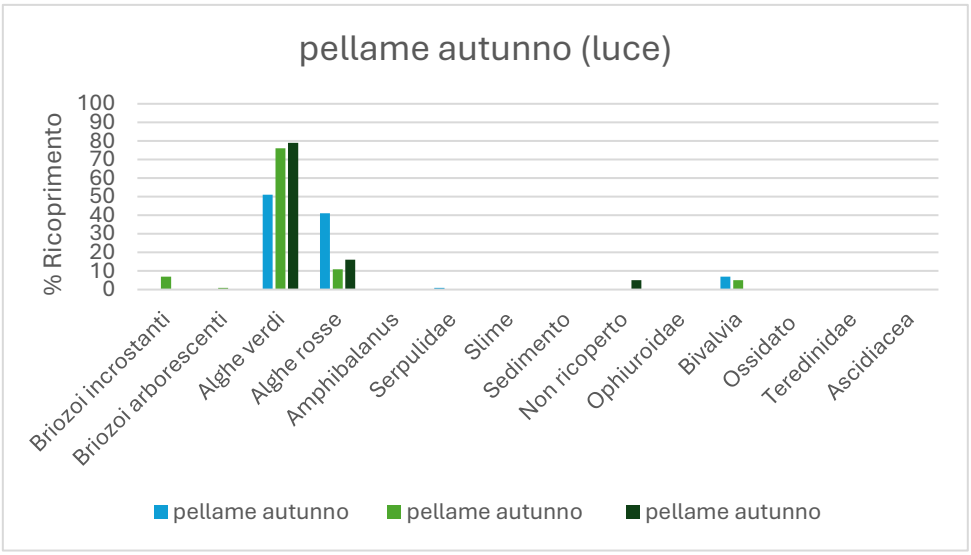

pvc primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

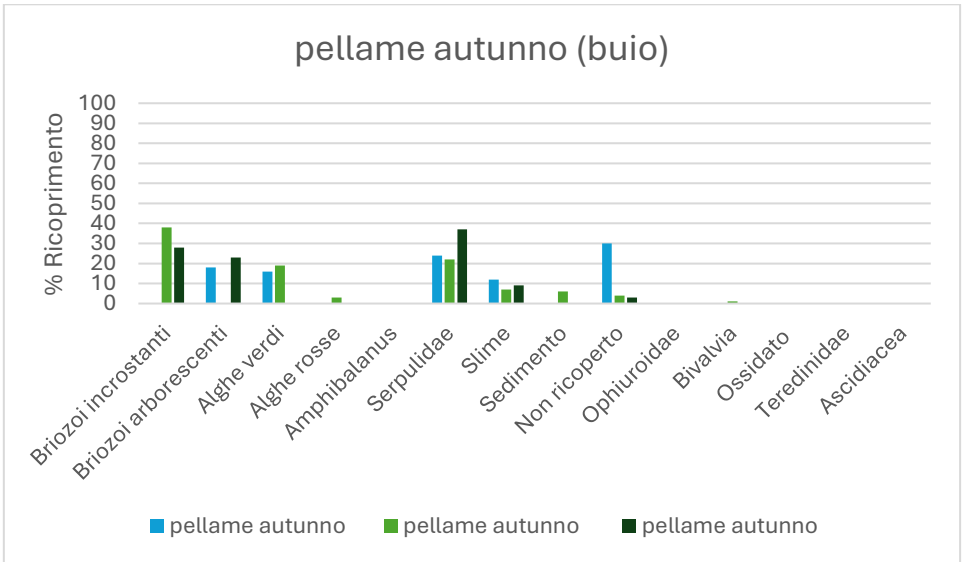

pvc primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

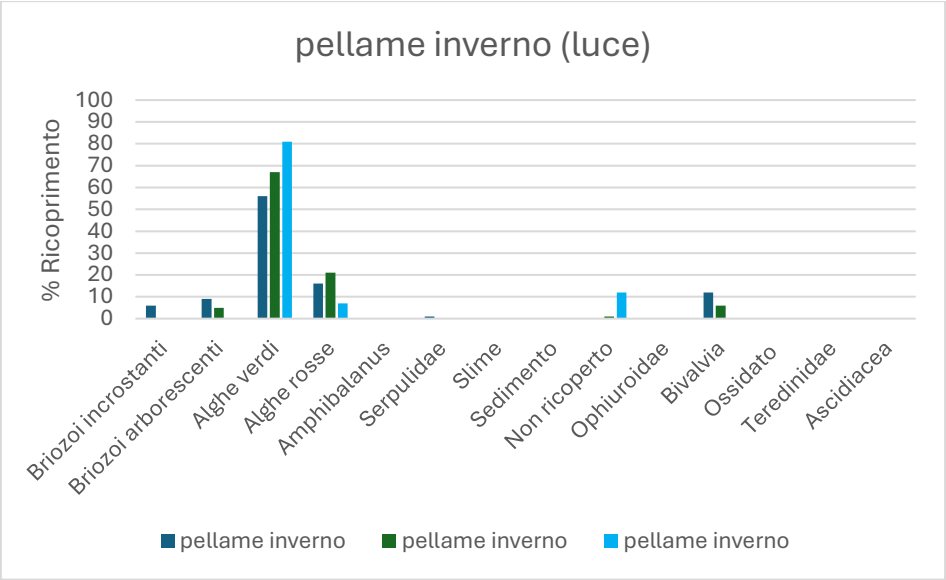

pvc estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc estate
pvc estate
pvc estate

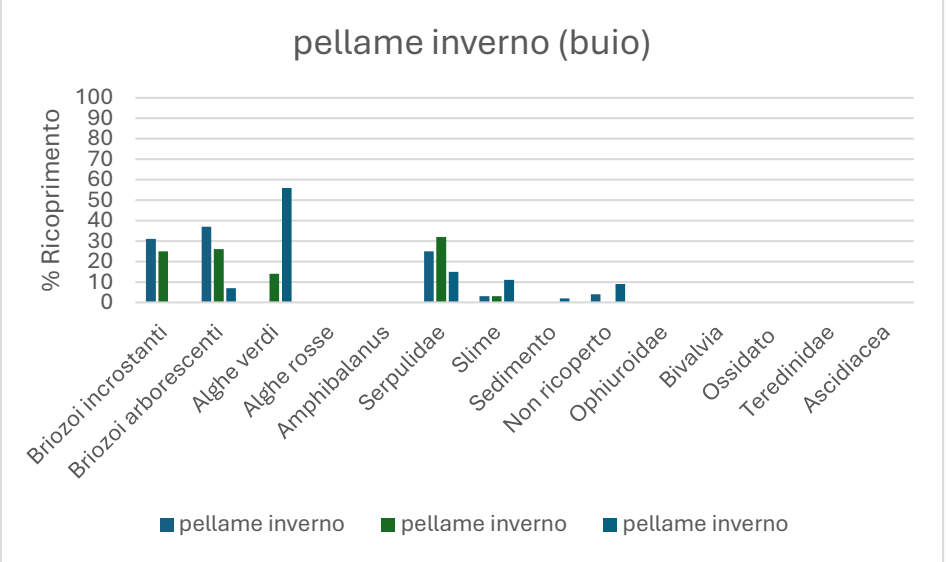


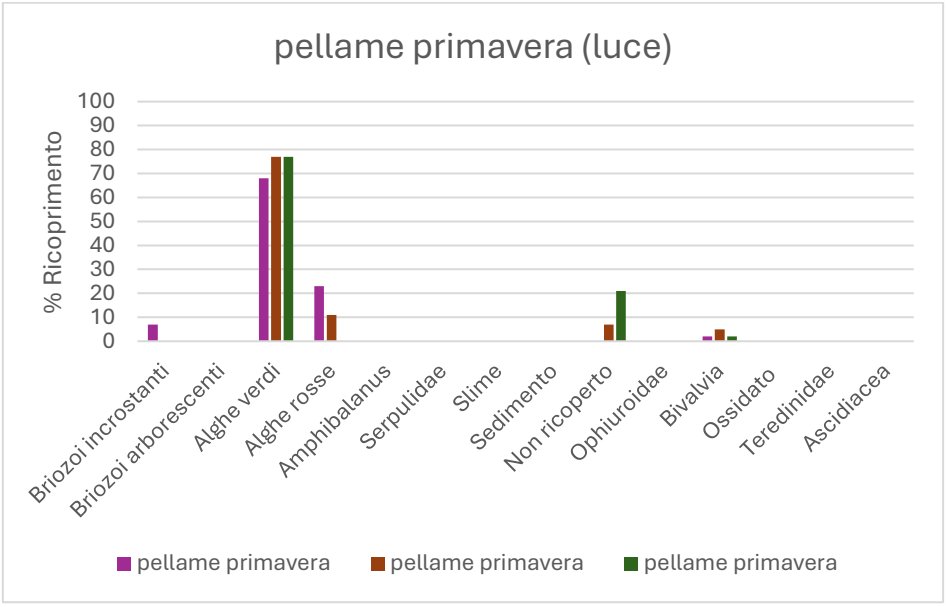
Frame 7,5 m – Pellame

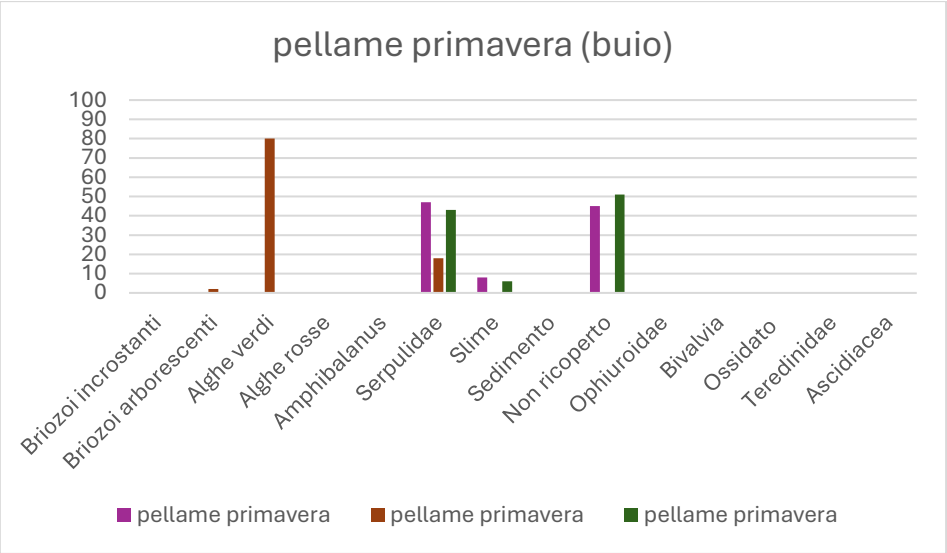


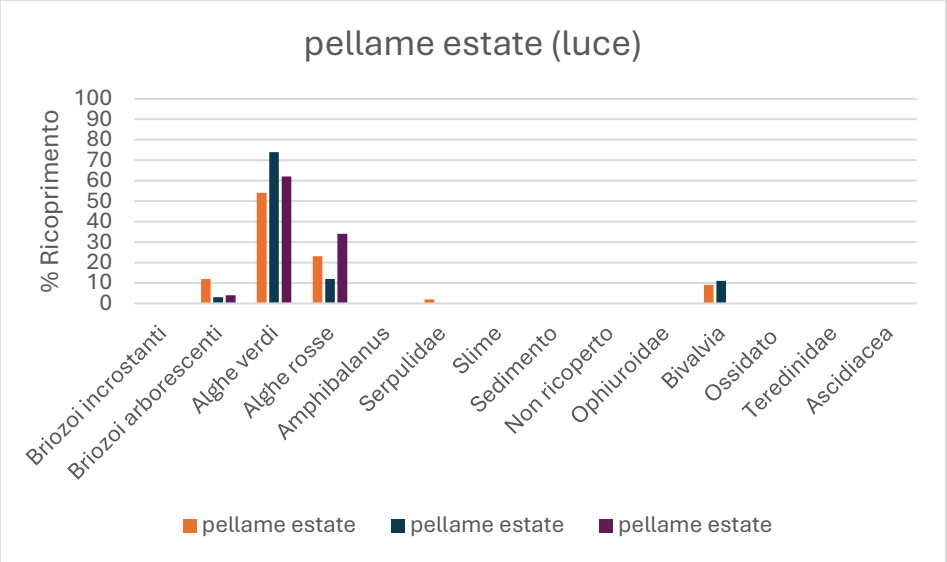


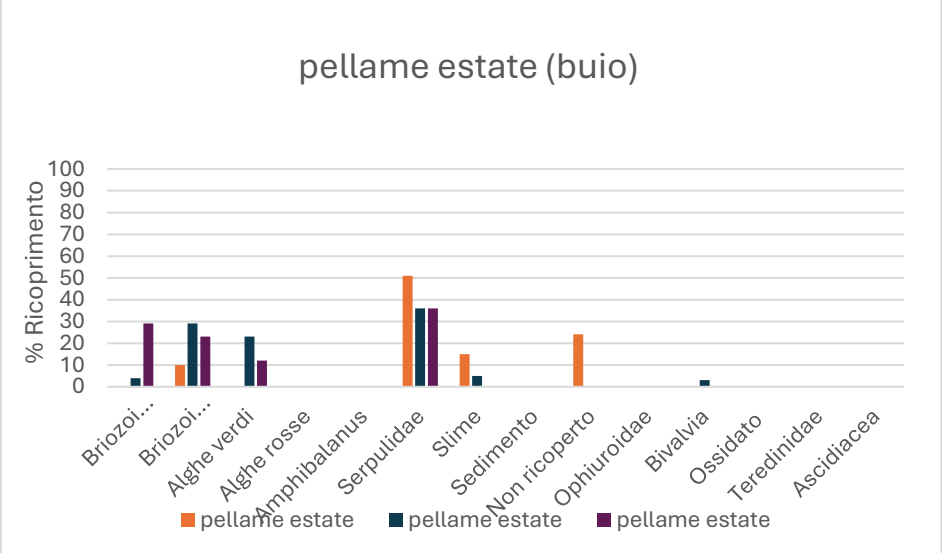

pellame inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno


pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

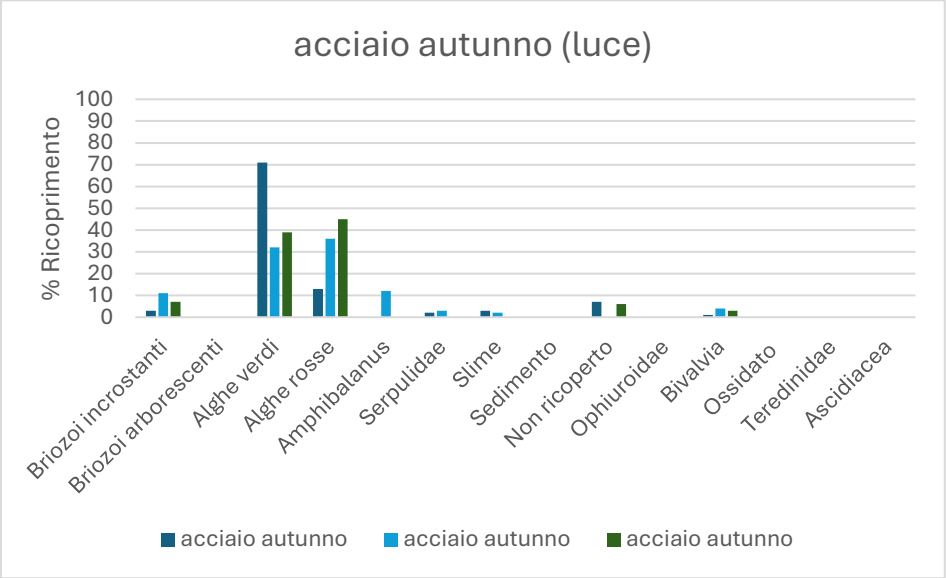

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

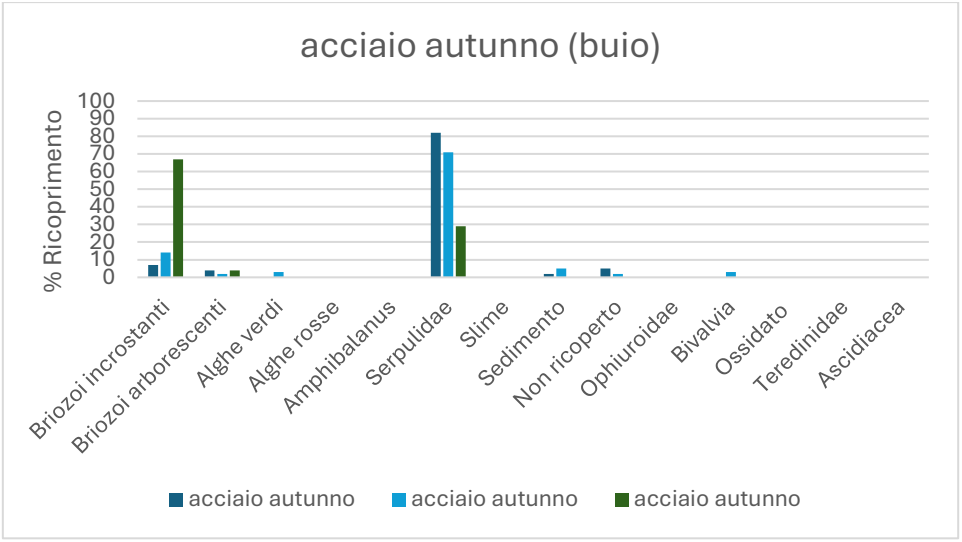

pellame primavera (buio)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

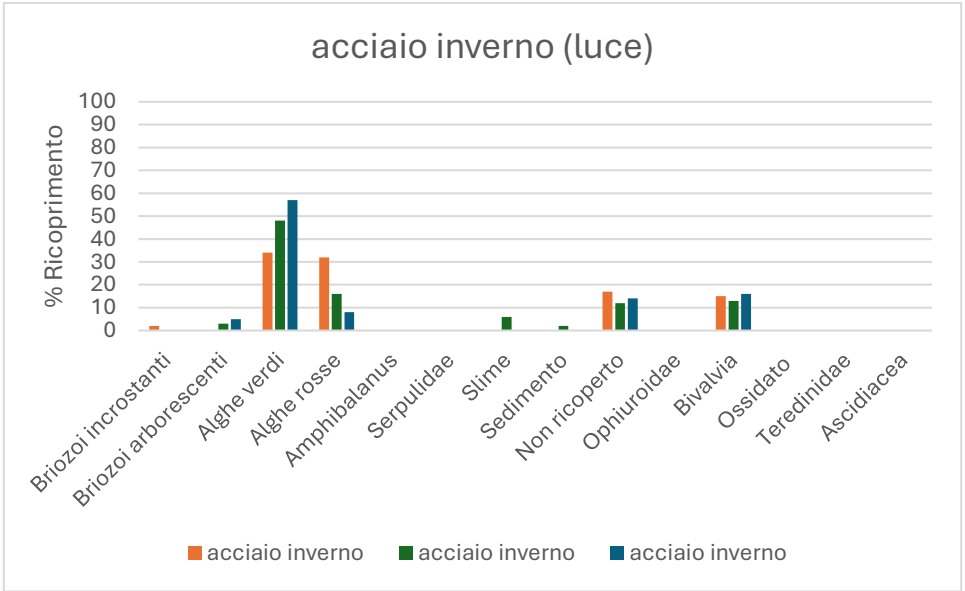

pellame estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame estate
pellame estate
pellame estate

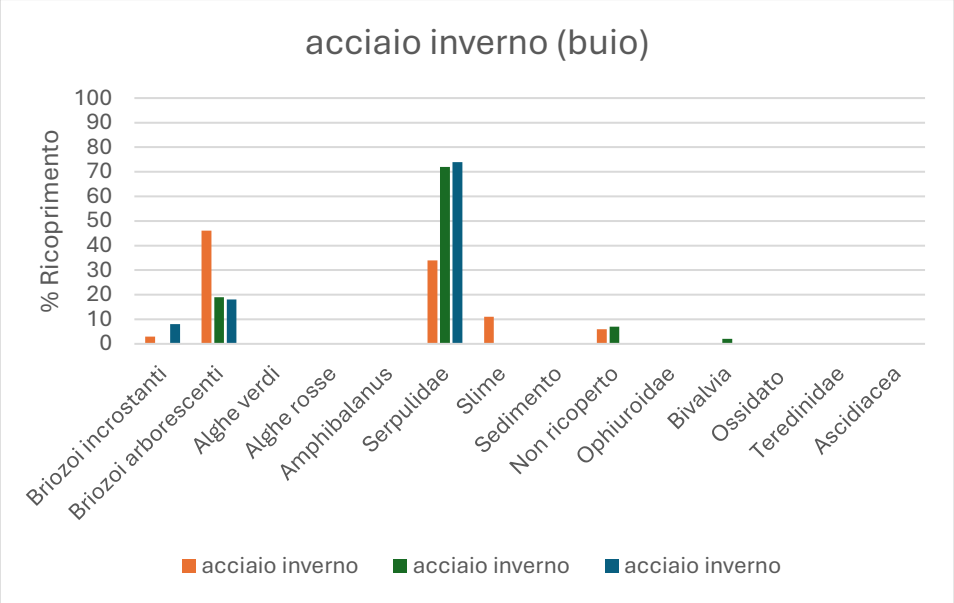

pellame estate (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi...
Briozoi...
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame estate
pellame estate
pellame estate

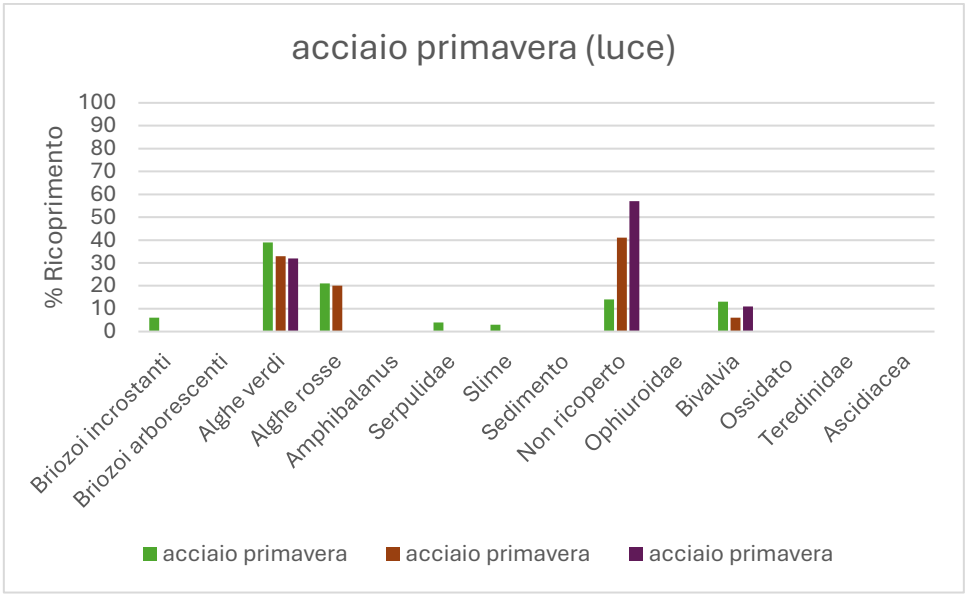
Frame 7,5 m – INOX

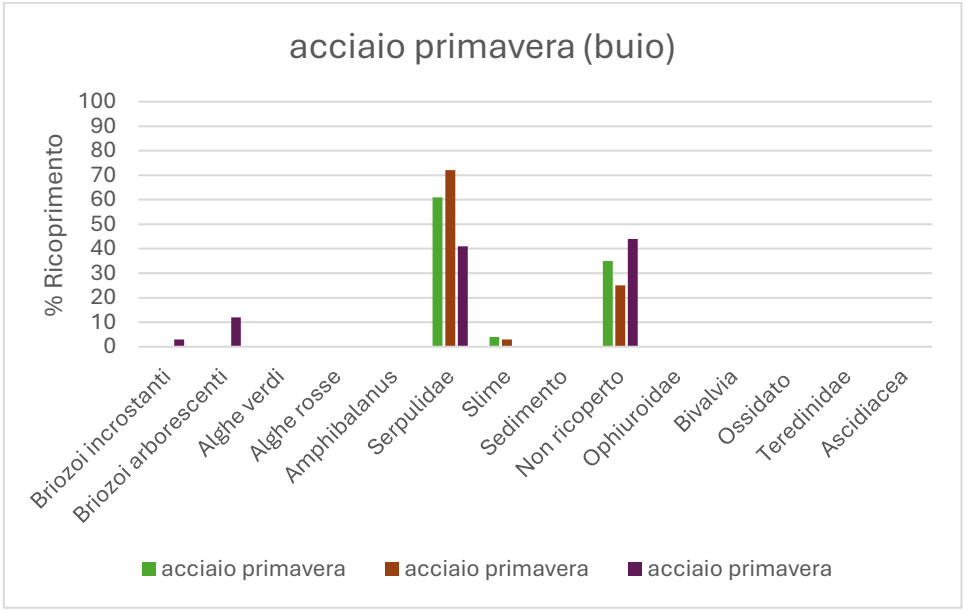


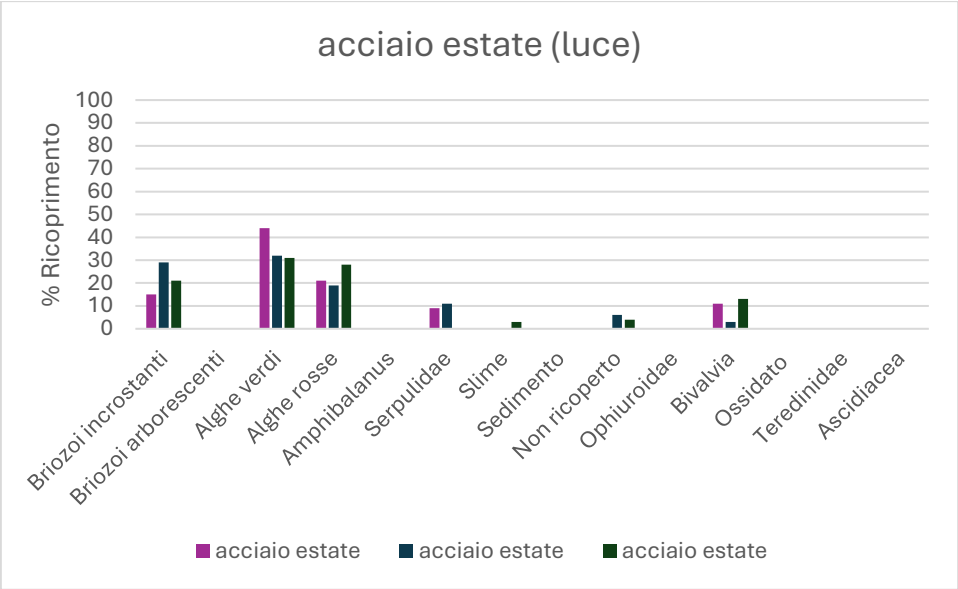


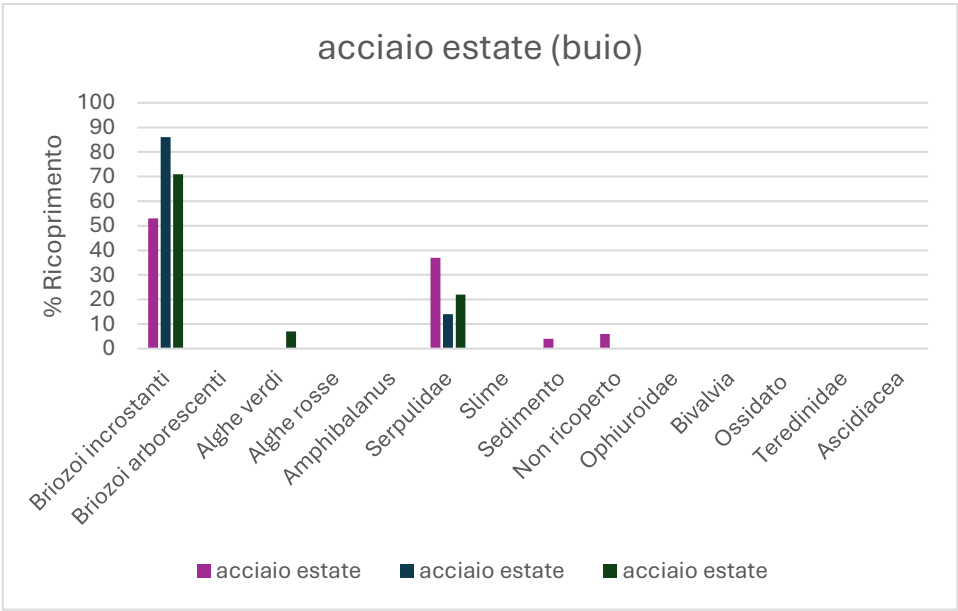



acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

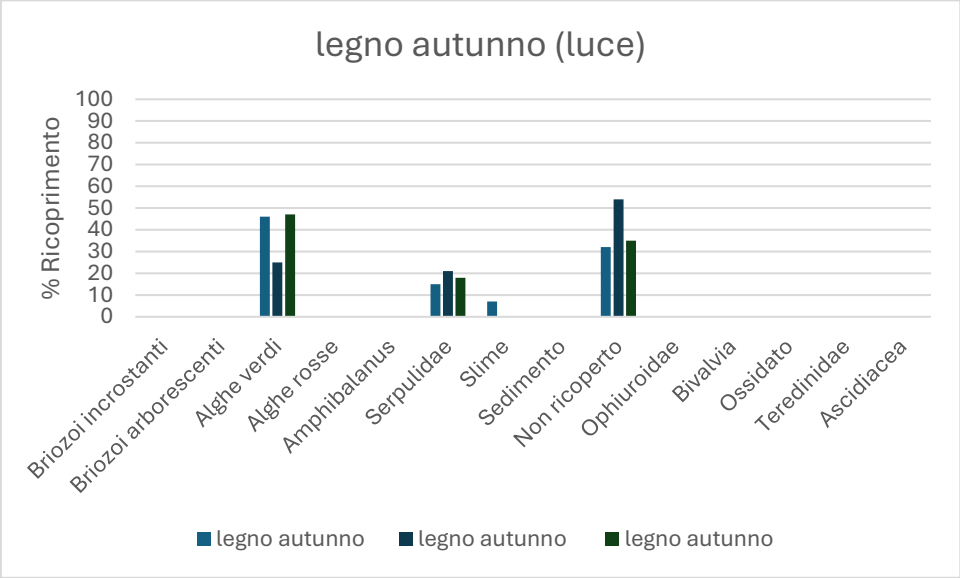

acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

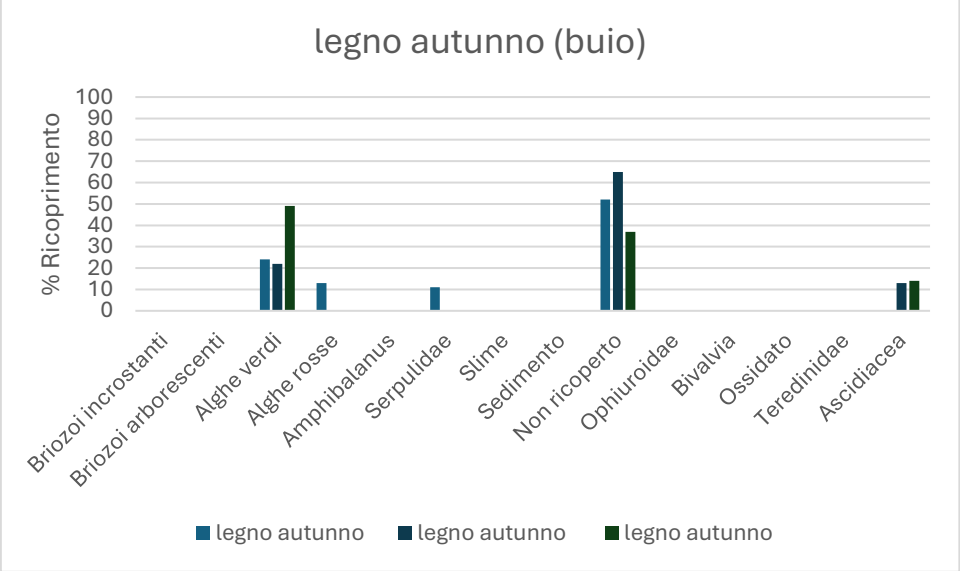

acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

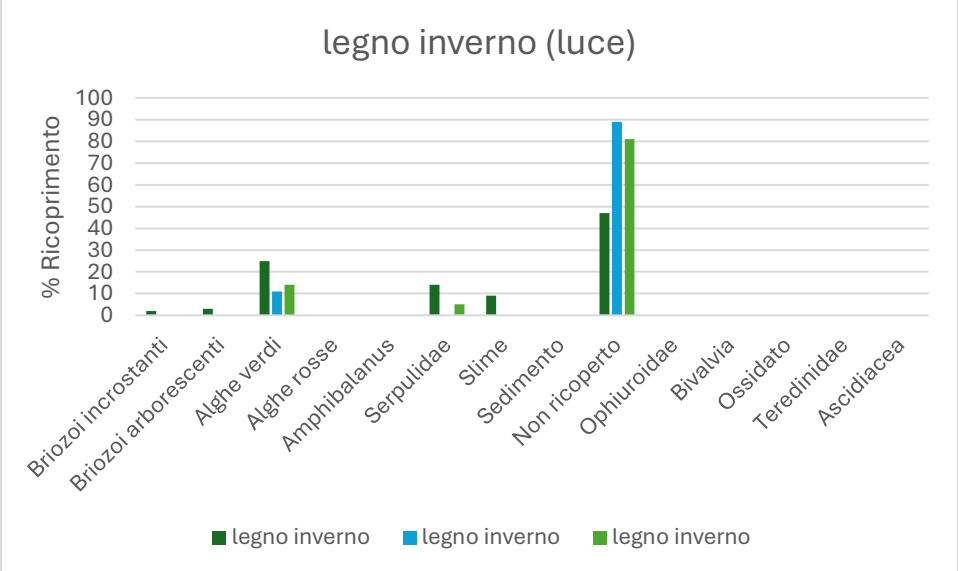

acciaio estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio estate
acciaio estate
acciaio estate

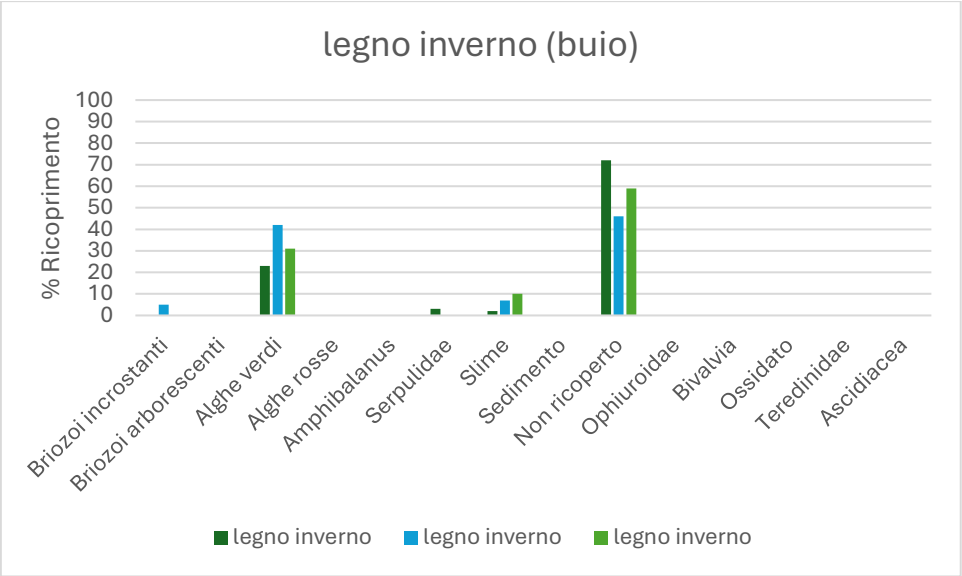

acciaio estate (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio estate
acciaio estate
acciaio estate

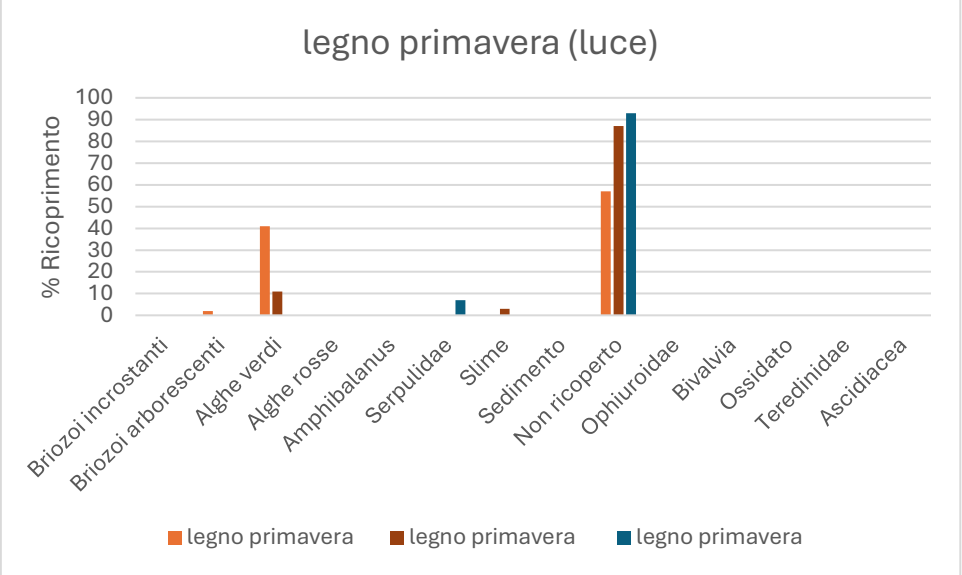
Frame 15 m – Legno

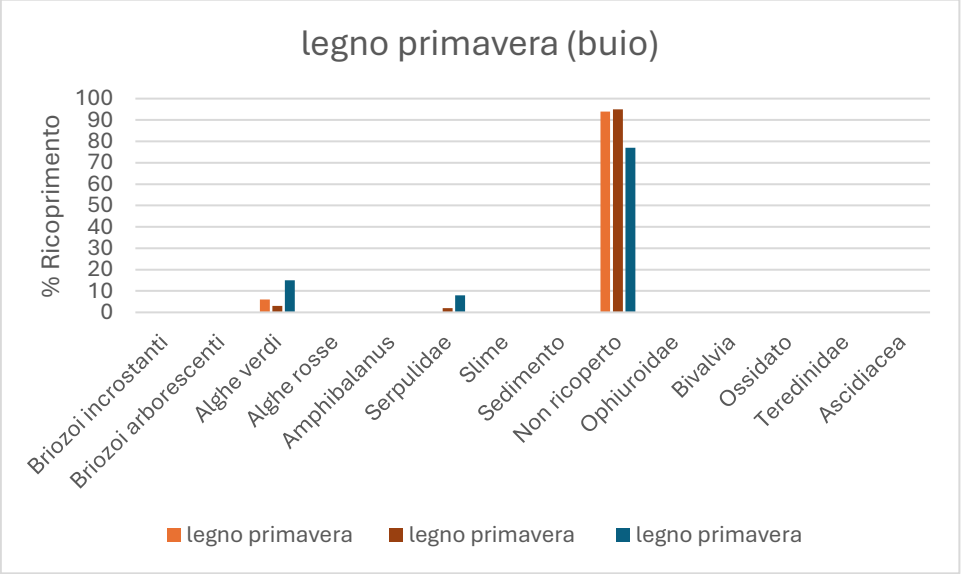


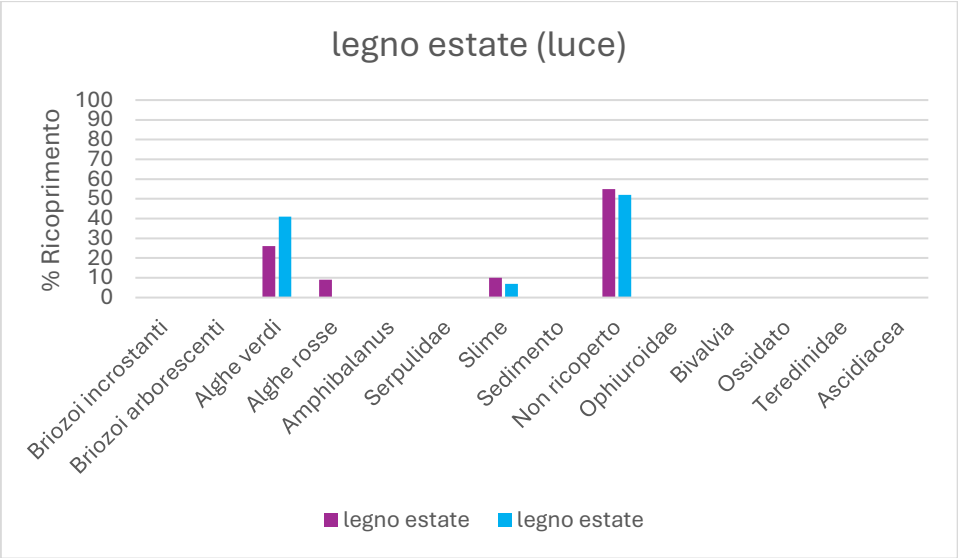


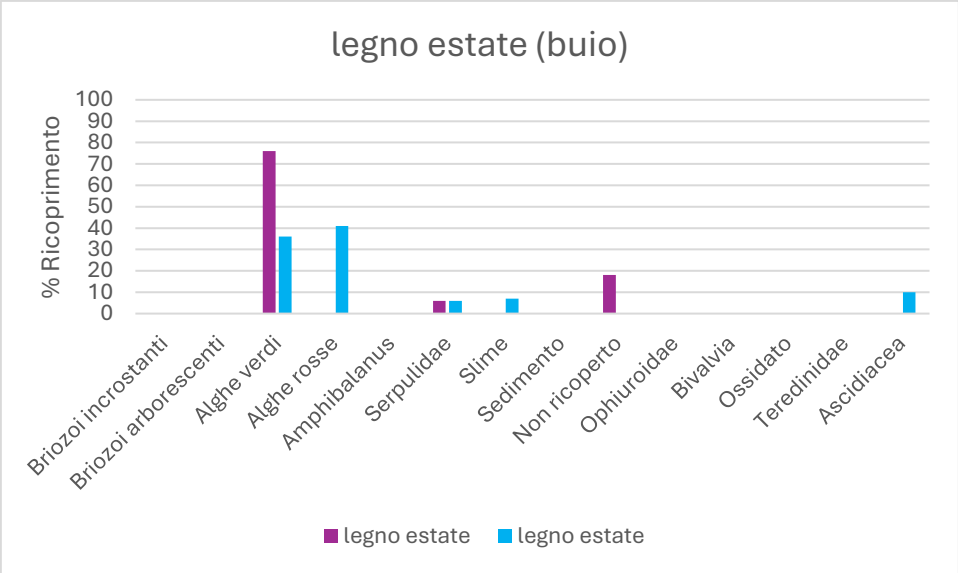



legno inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

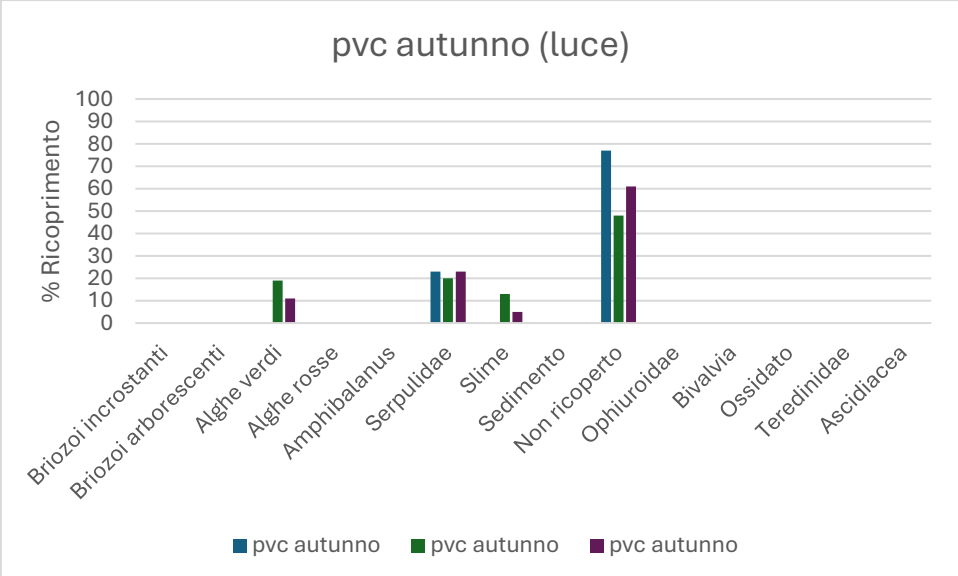

legno primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno primavera
legno primavera
legno primavera

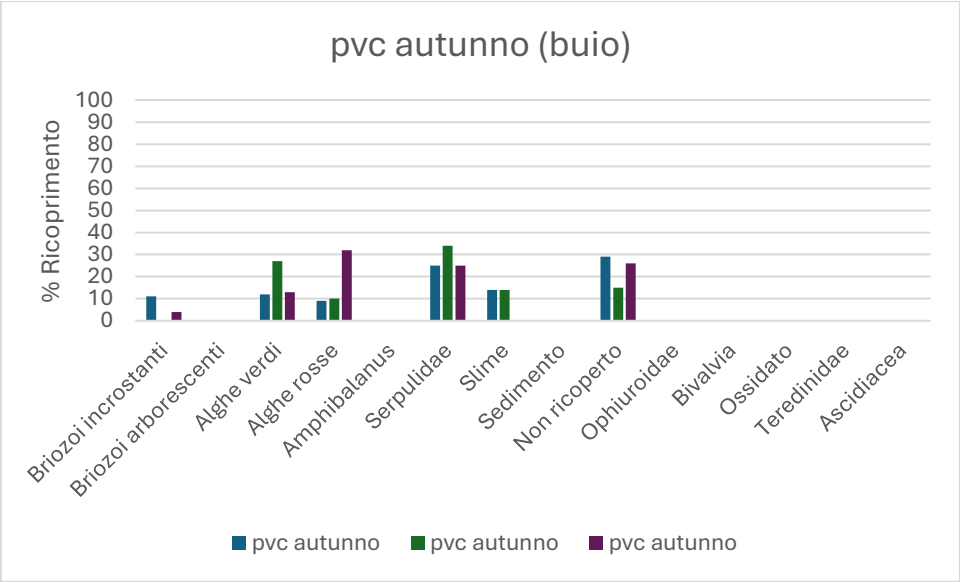

legno primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno primavera
legno primavera
legno primavera

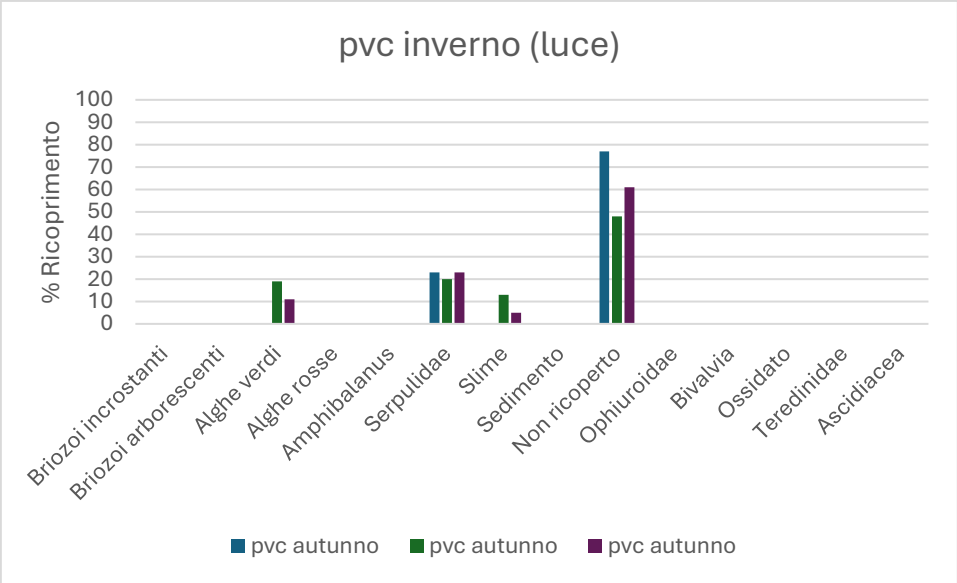


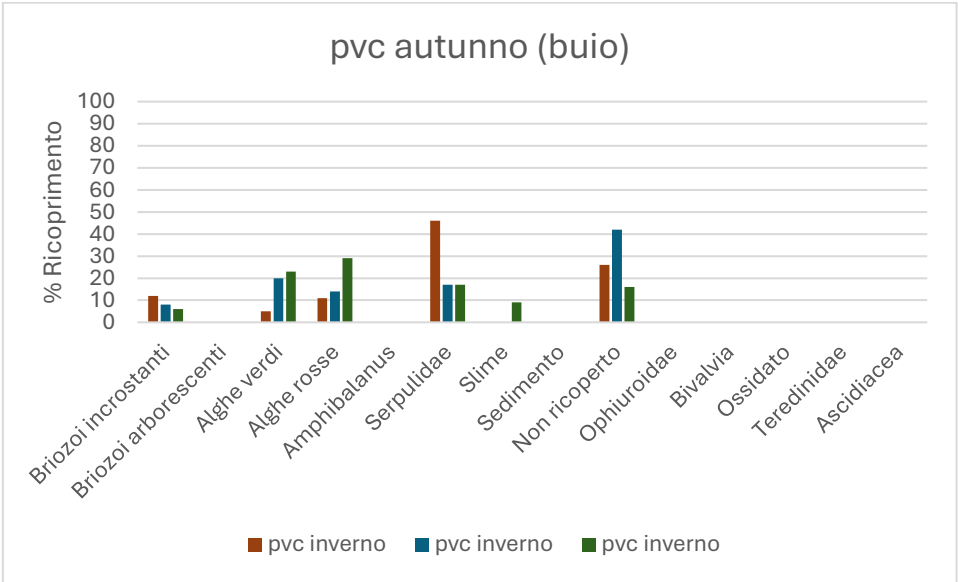


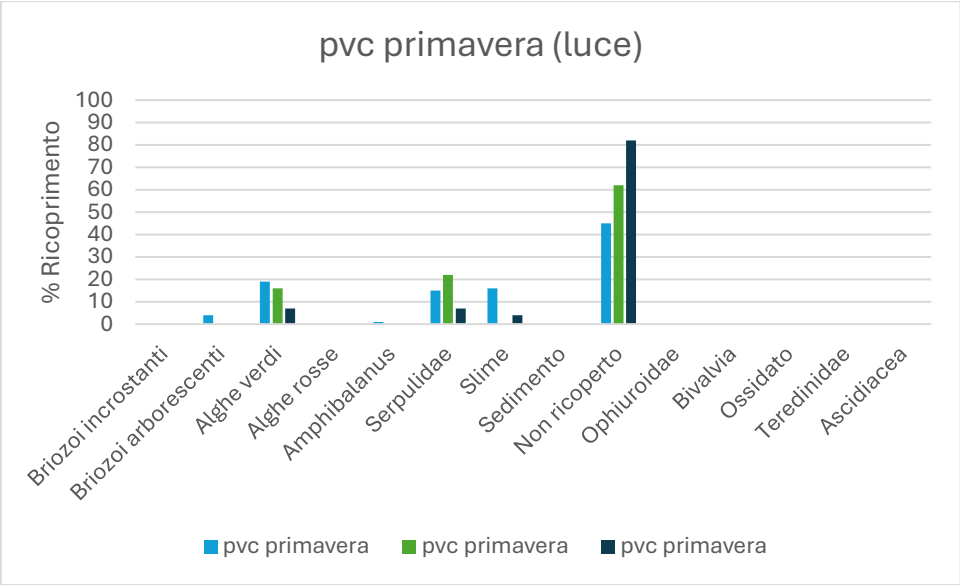
Frame 15 m – PVC

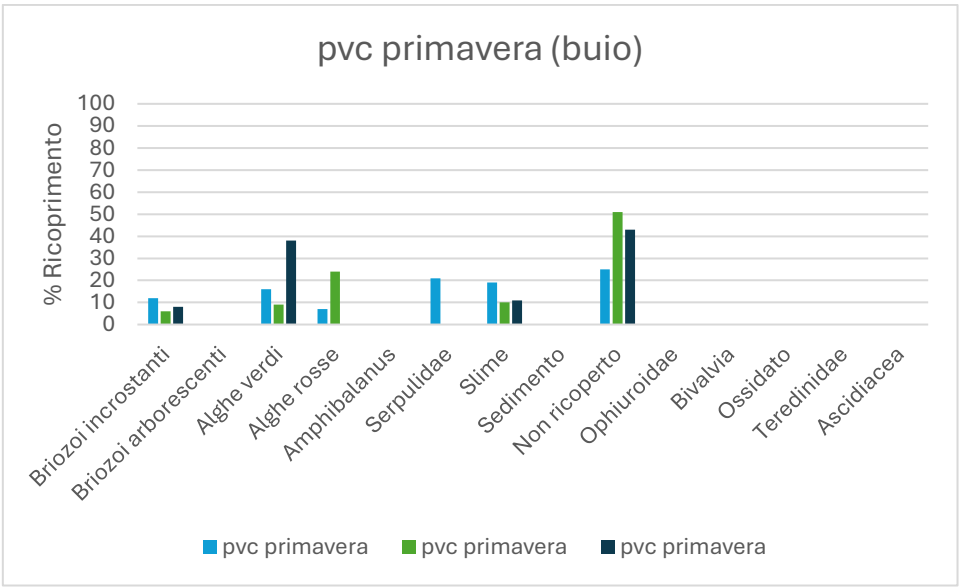


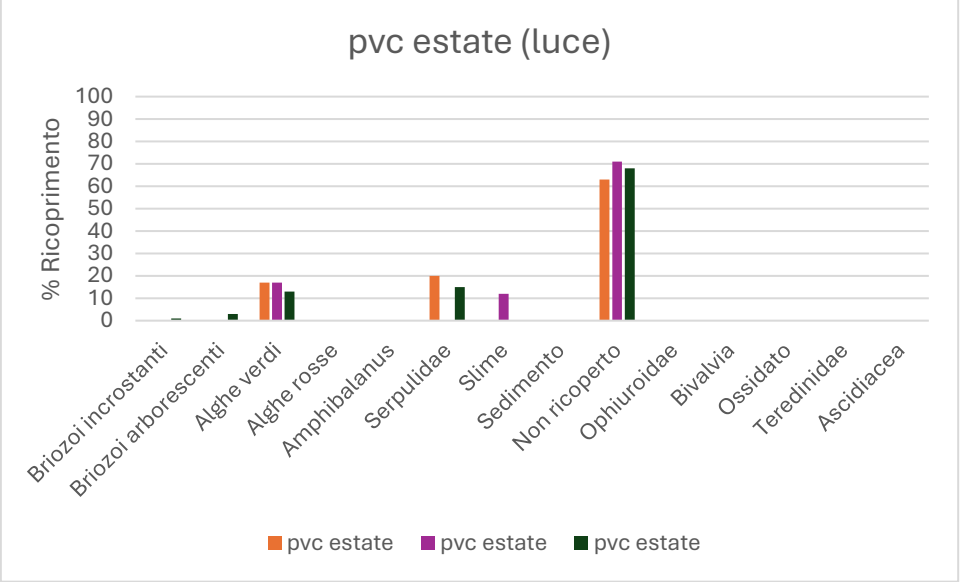

pvc autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc autunno
pvc autunno
pvc autunno

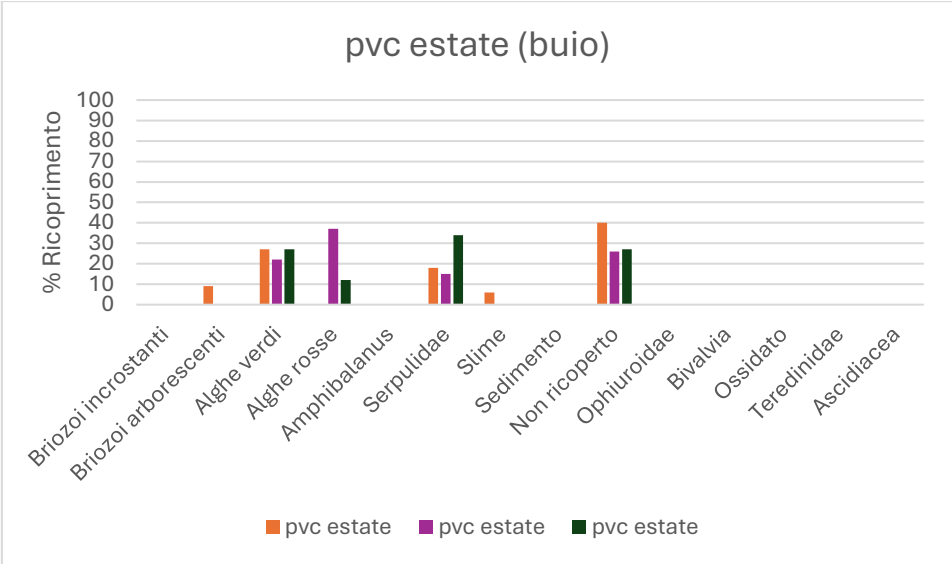

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc autunno
pvc autunno
pvc autunno


pvc autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

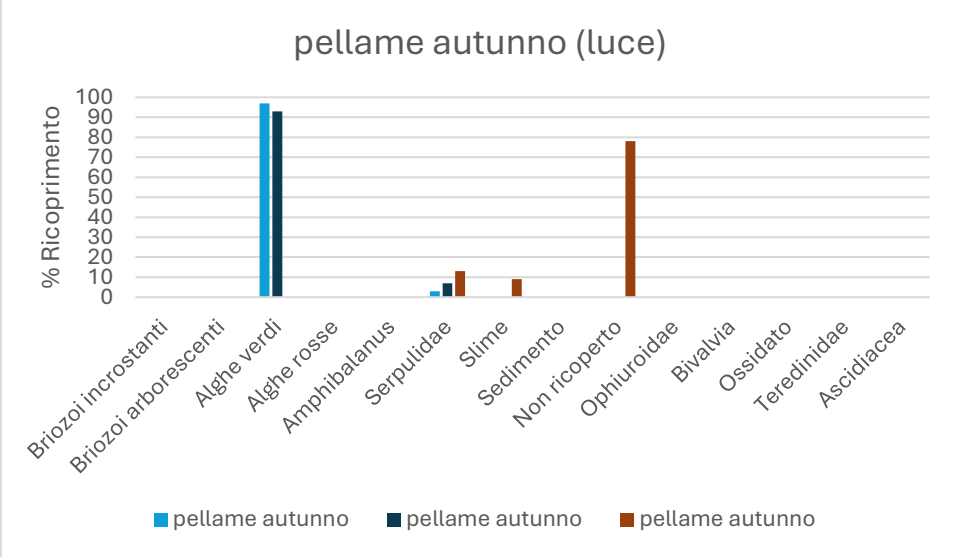

pvc primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

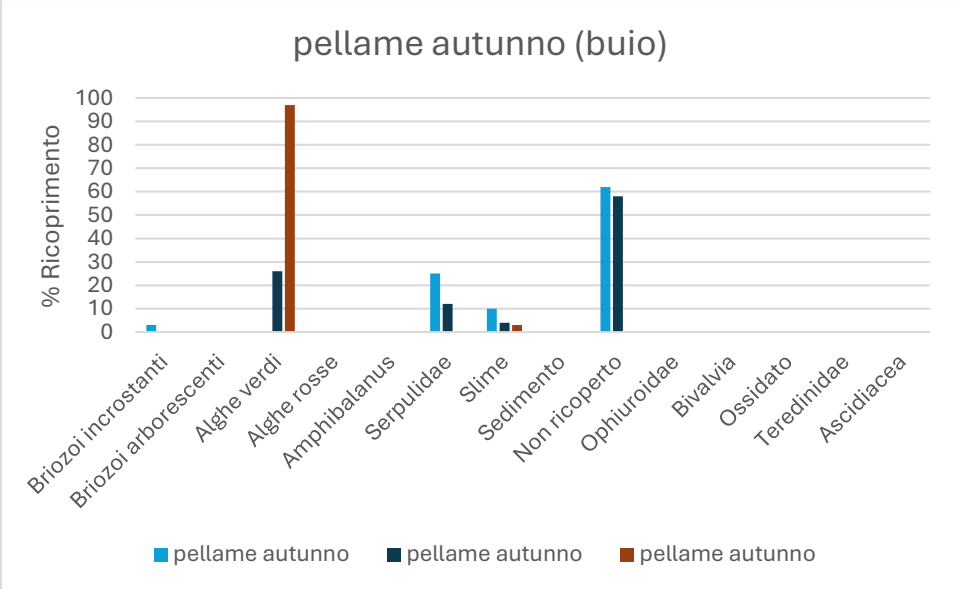

pvc primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

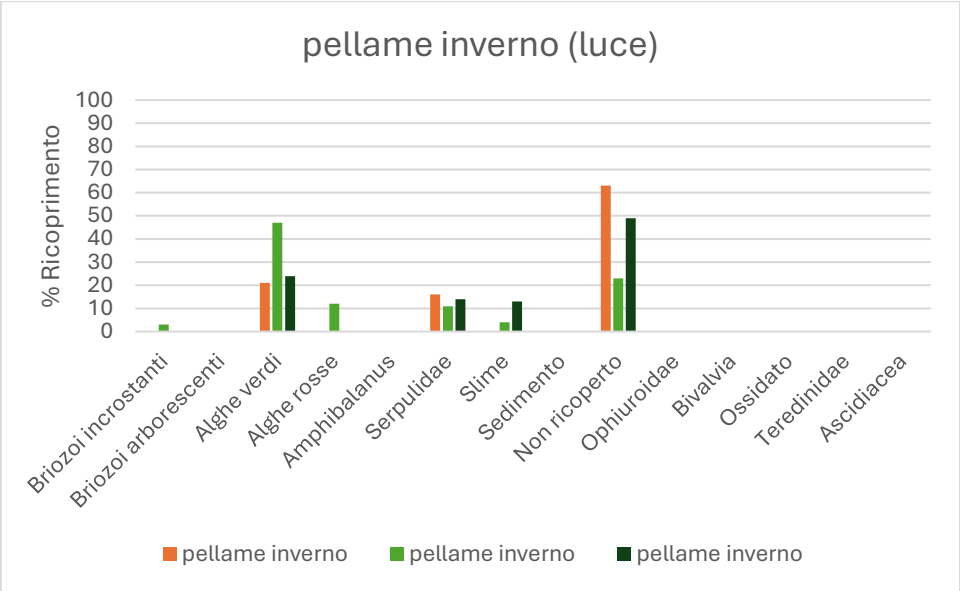

pvc estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc estate
pvc estate
pvc estate

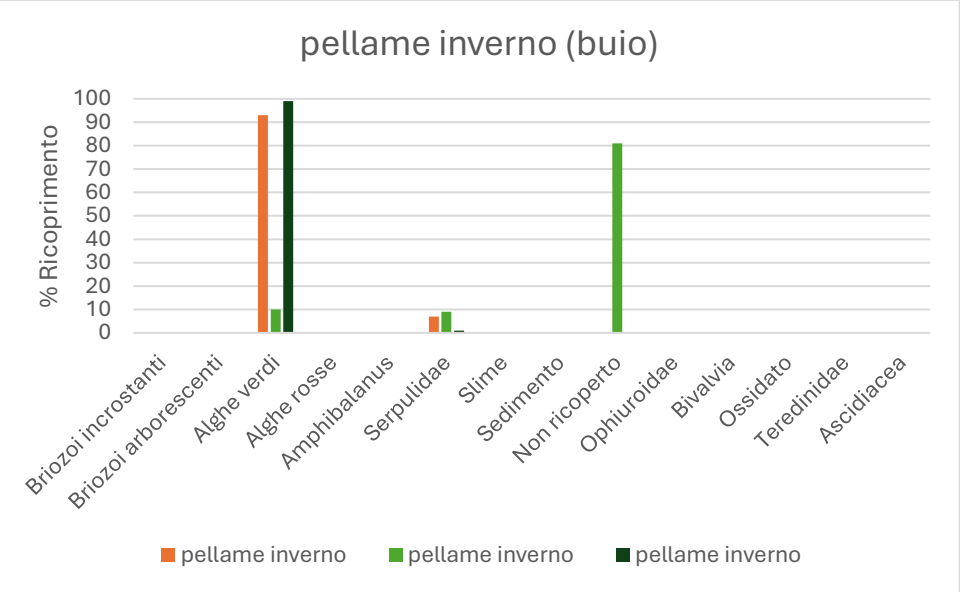


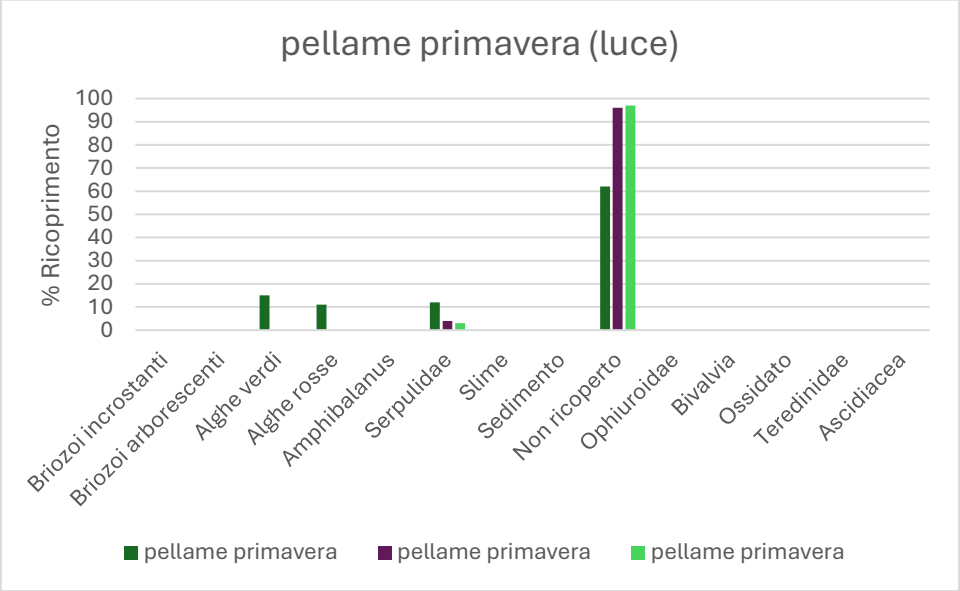
Frame 15 m – pellame

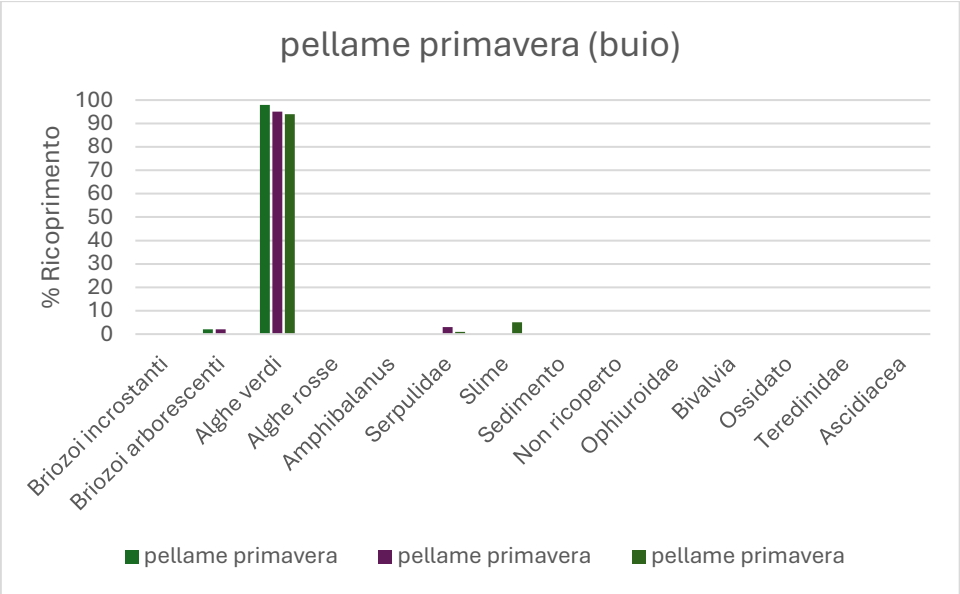


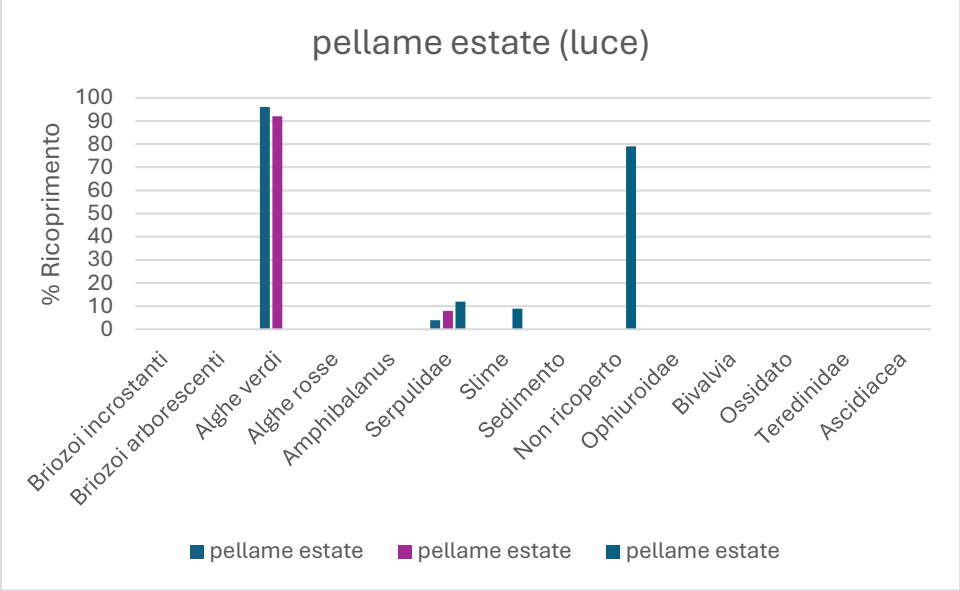


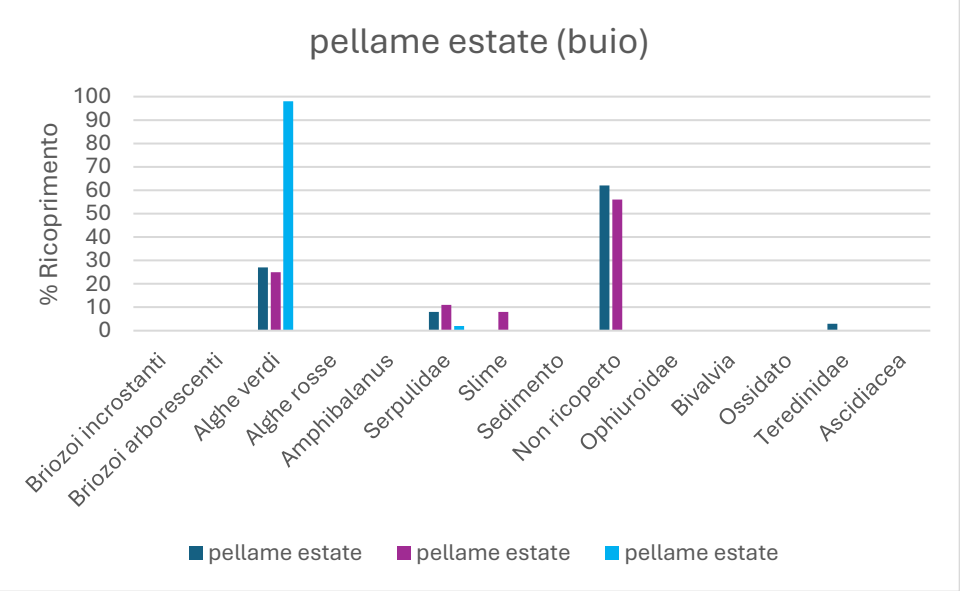

pellame inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno


pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

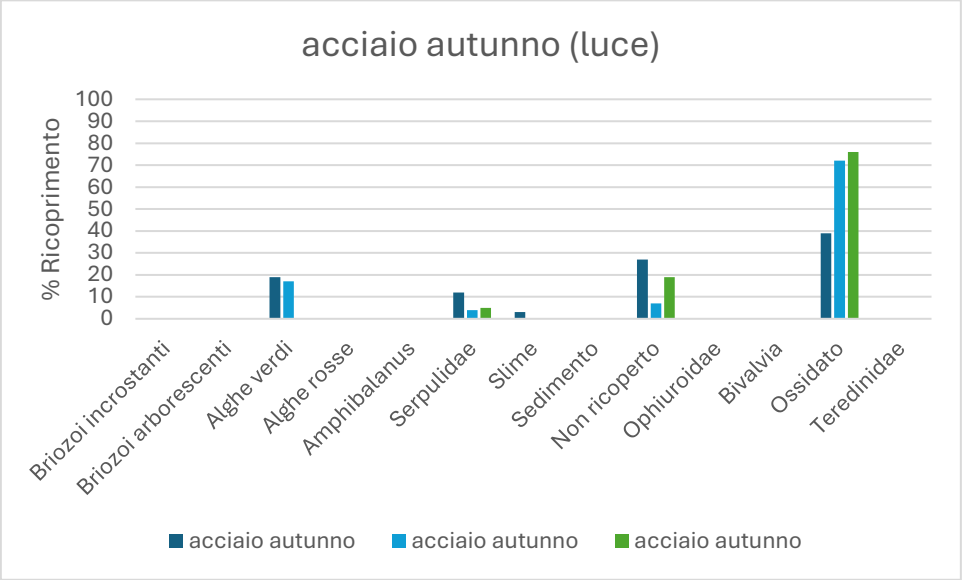

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

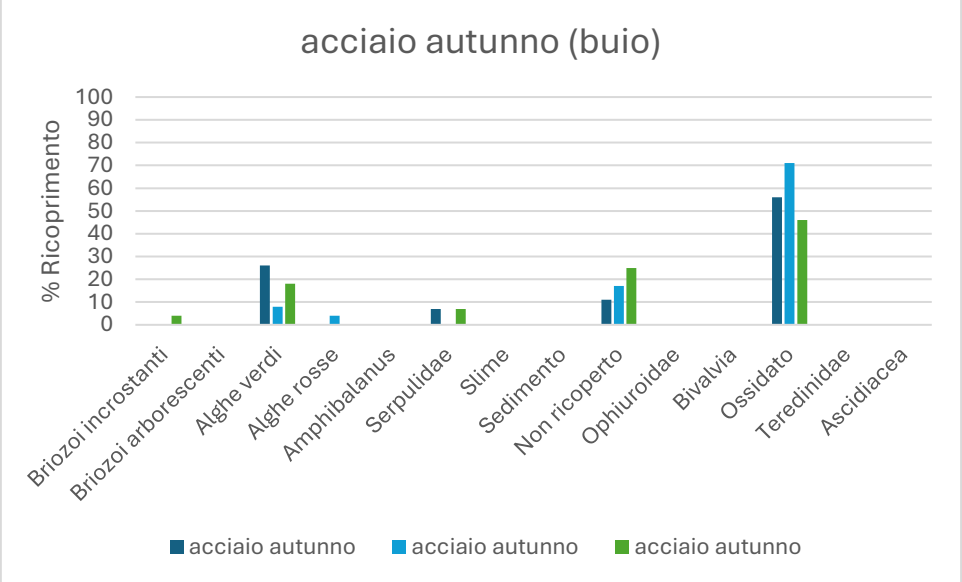

pellame primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

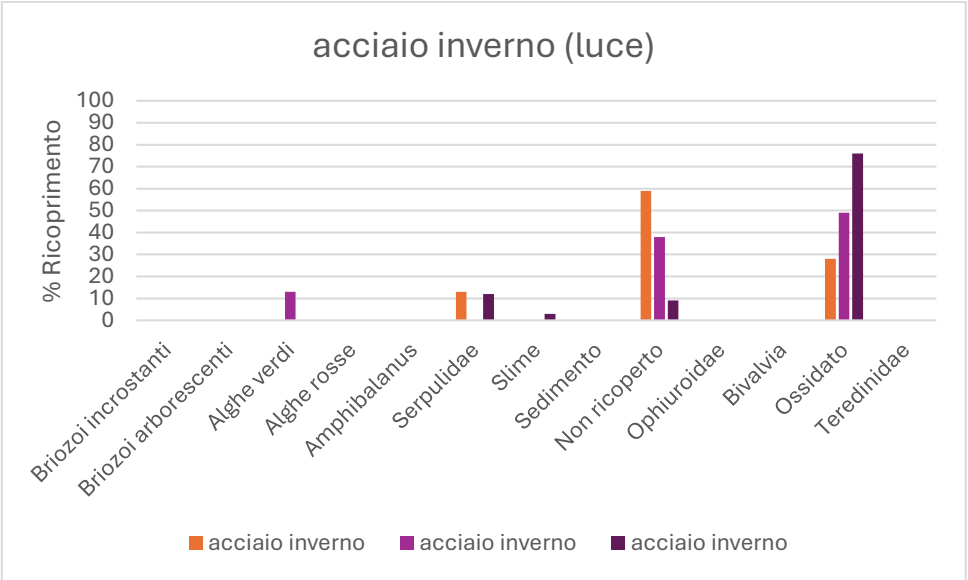

pellame estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame estate
pellame estate
pellame estate

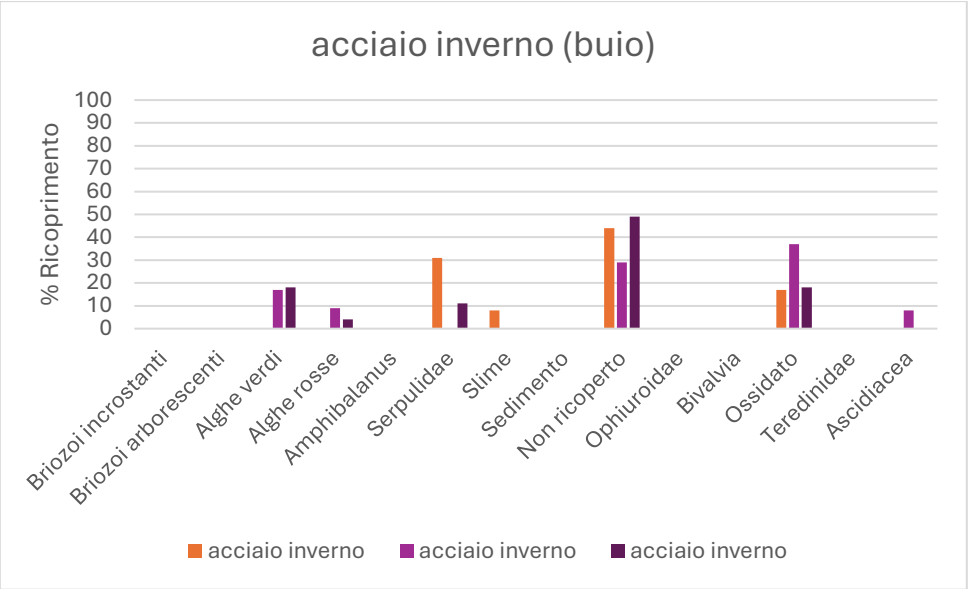

pellame estate (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame estate
pellame estate
pellame estate

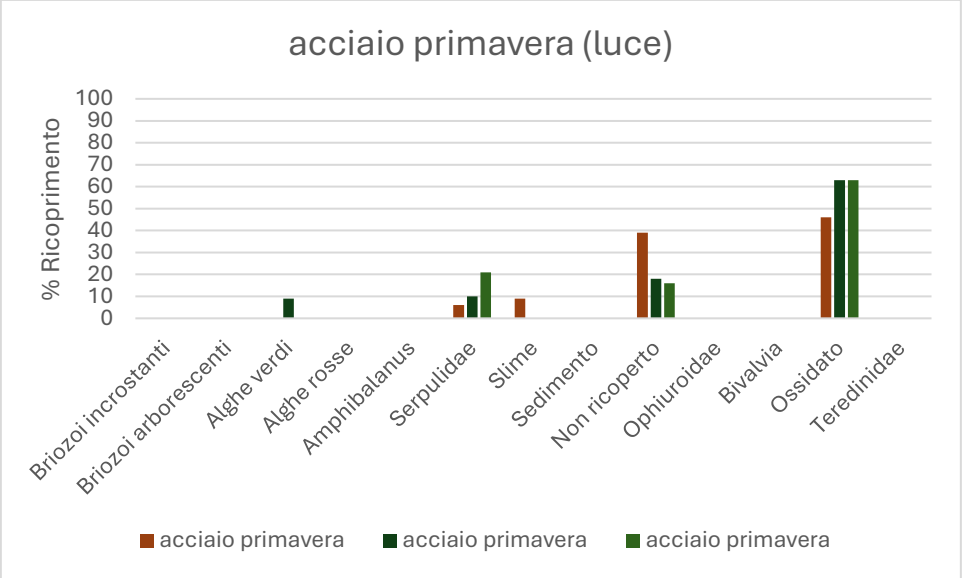
Frame 15 m – INOX

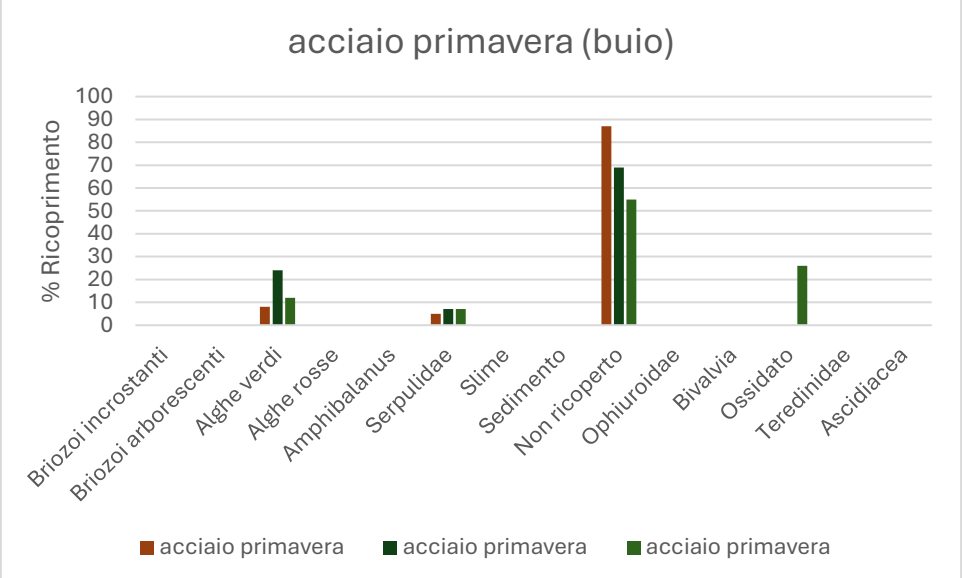


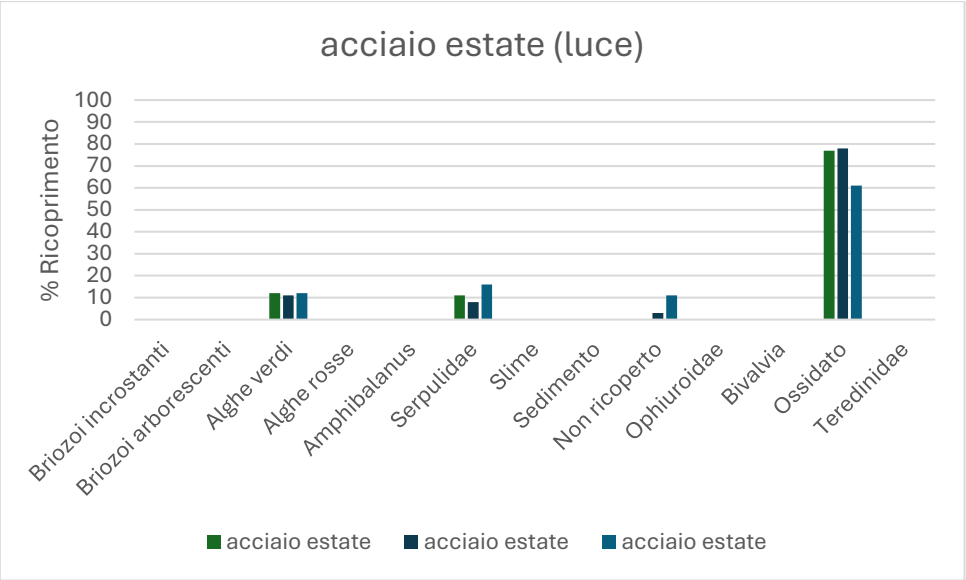


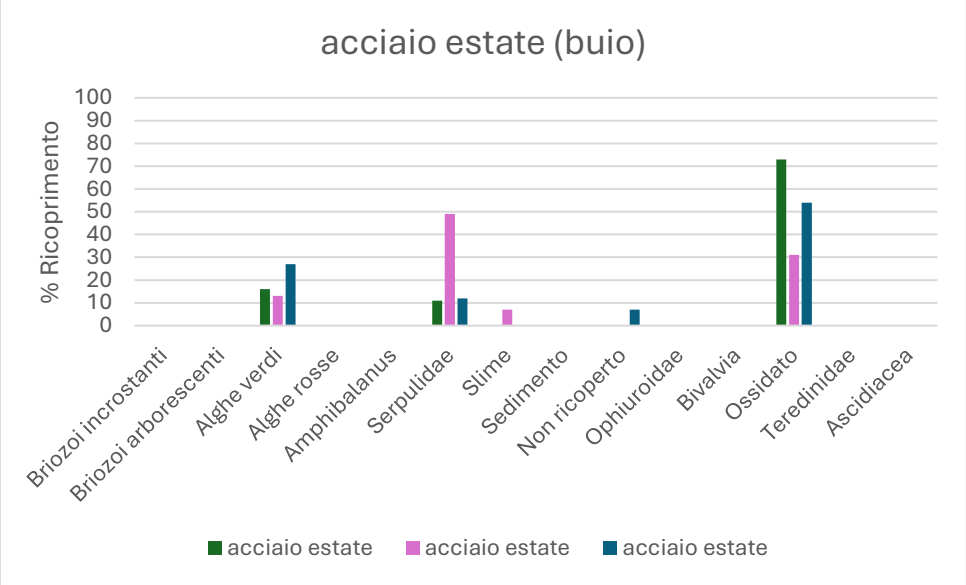



acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno


acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

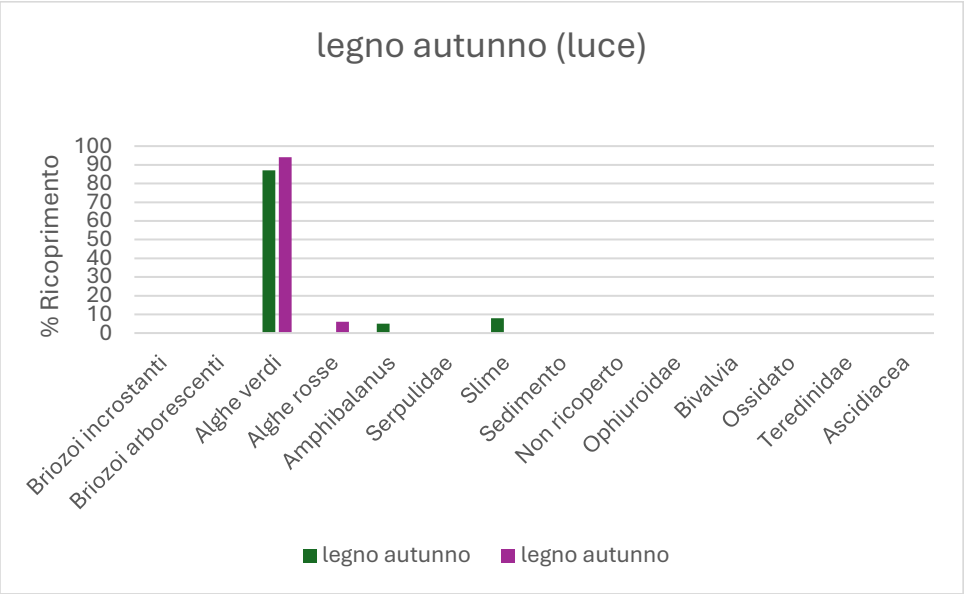

acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

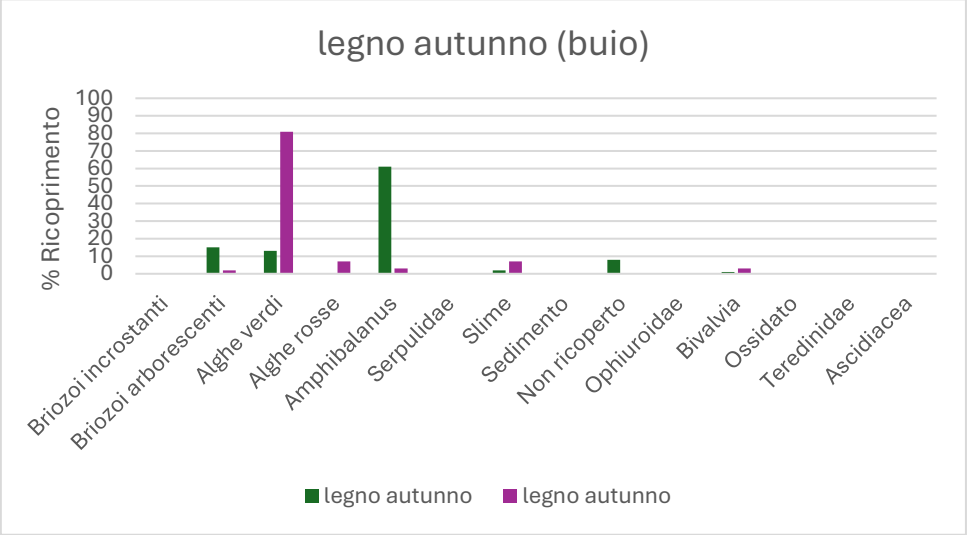

acciaio estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
acciaio estate
acciaio estate
acciaio estate

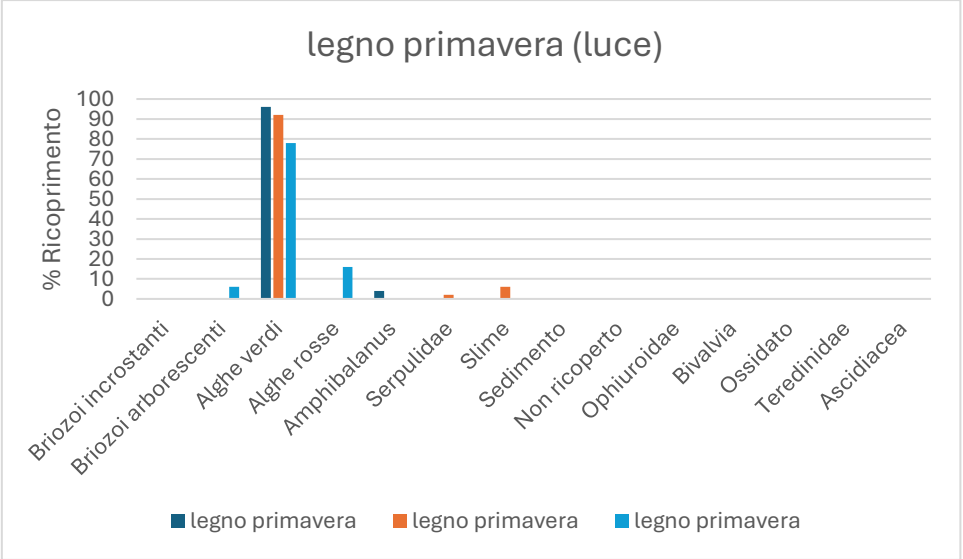

acciaio estate (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio estate
acciaio estate
acciaio estate

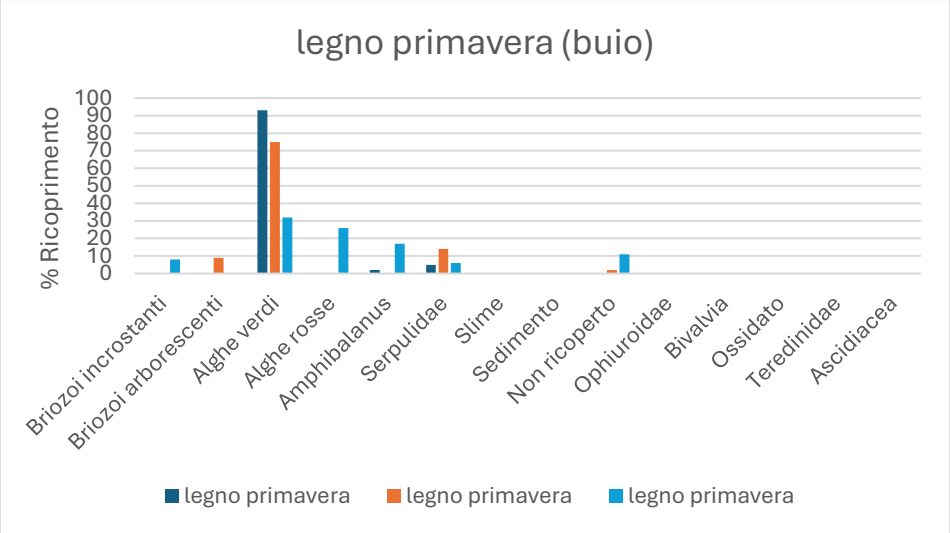
Secondo campionamento

Frame 0,5 m – Legno

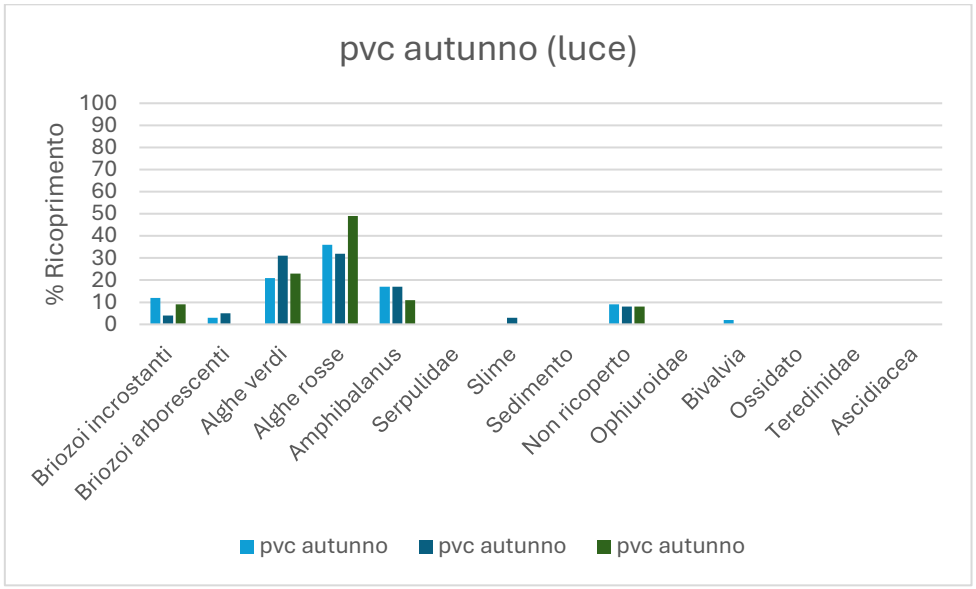


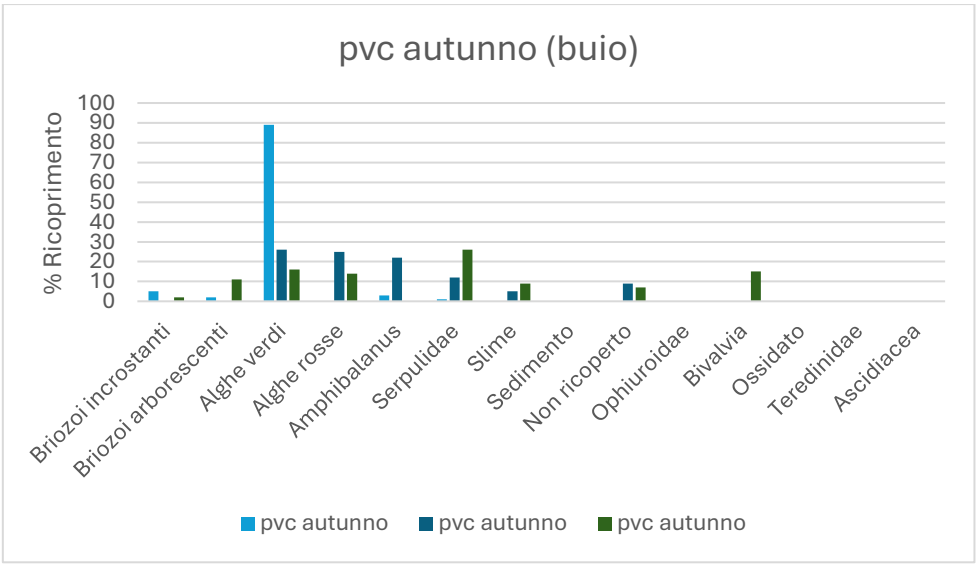


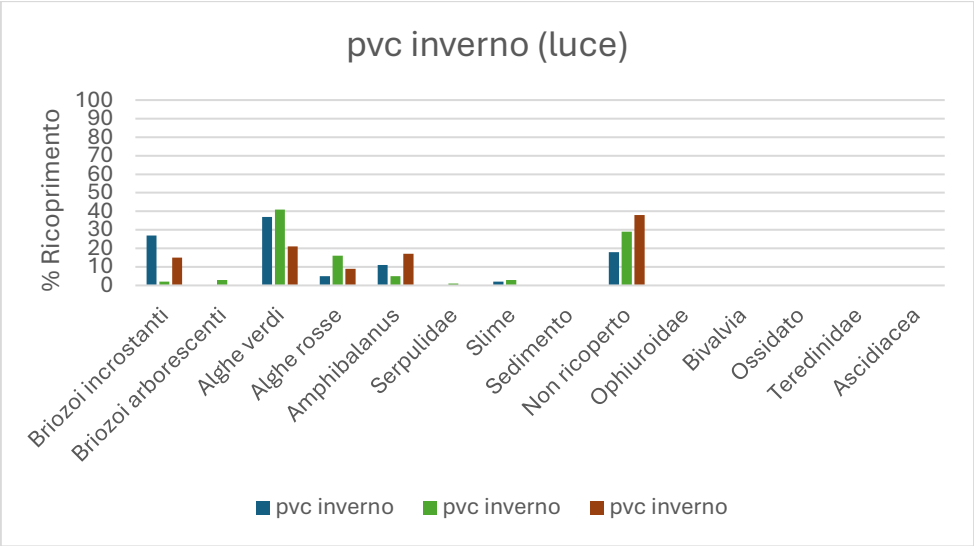


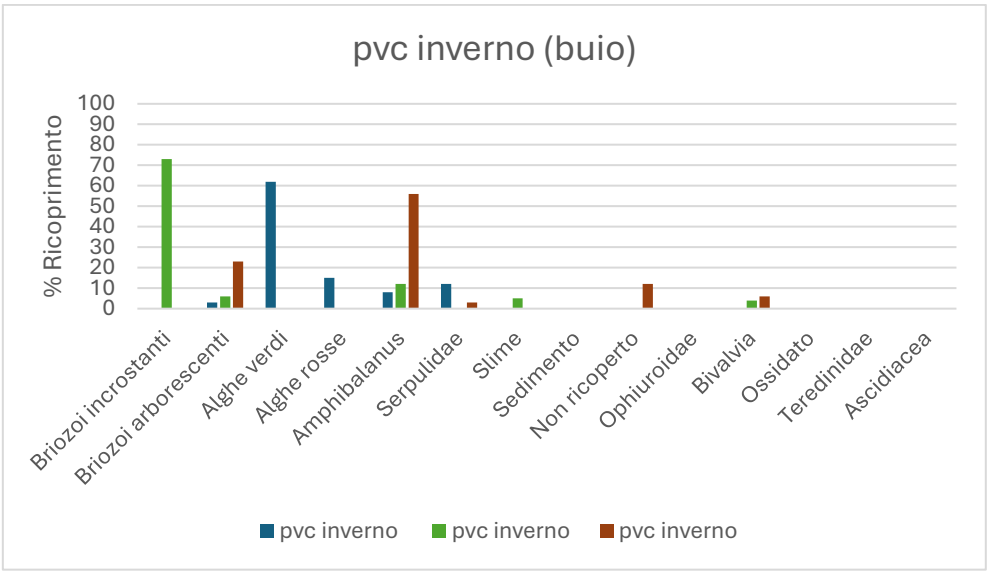


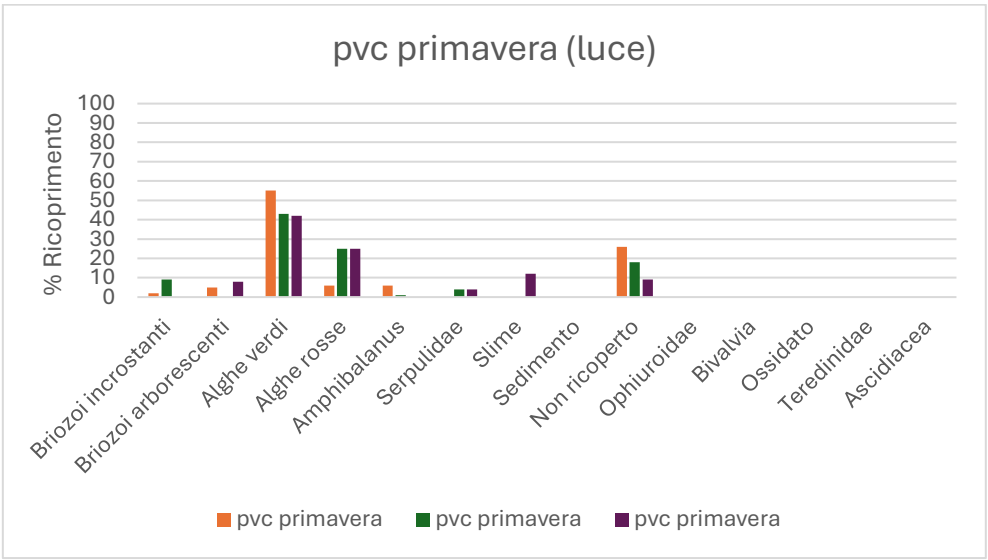
Frame 0,5 m – PVC

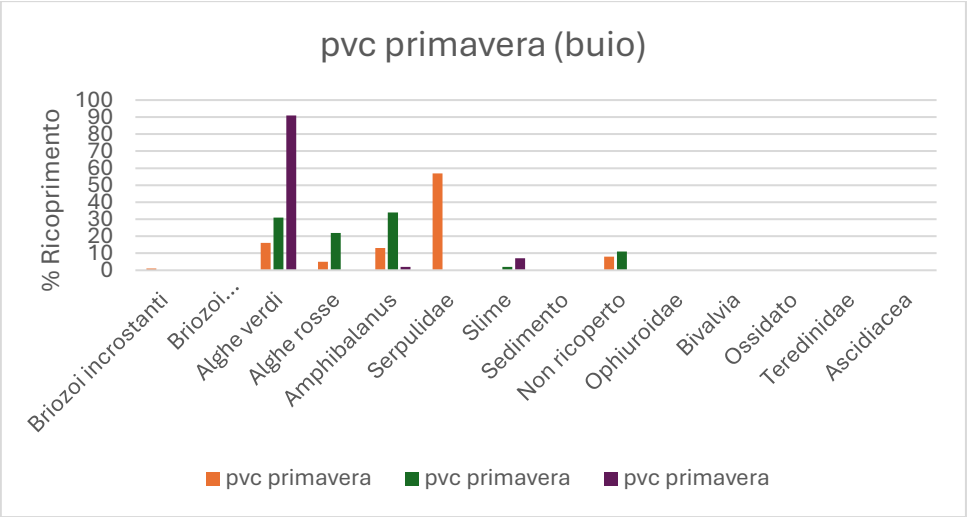


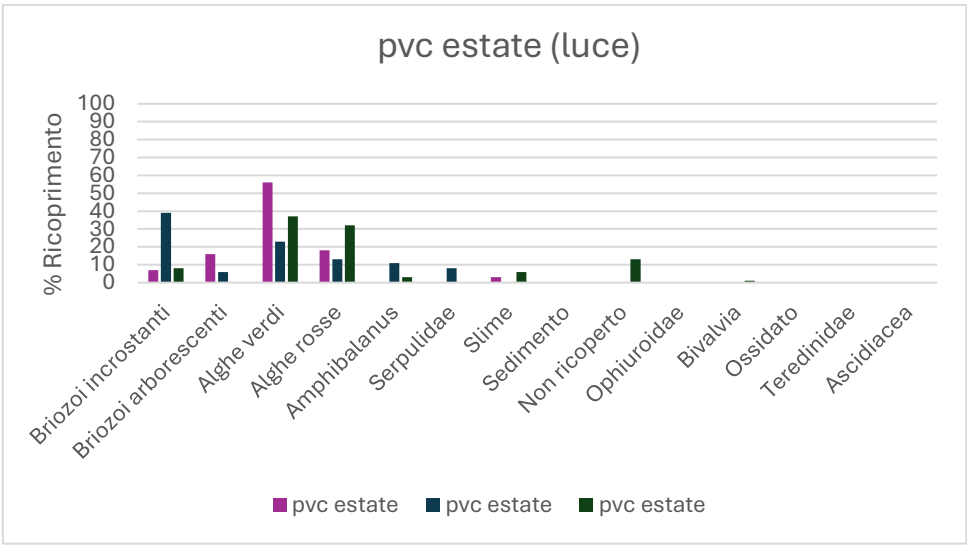


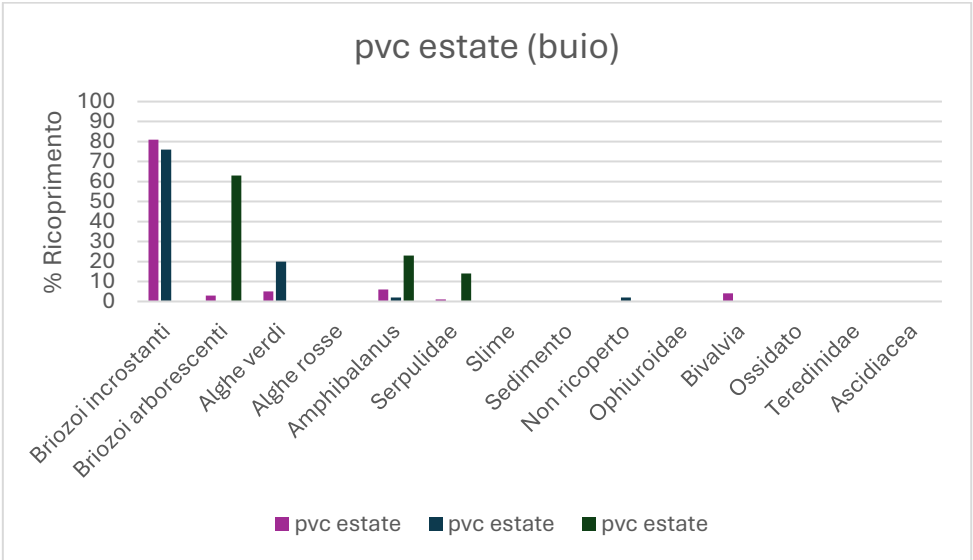

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno


pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

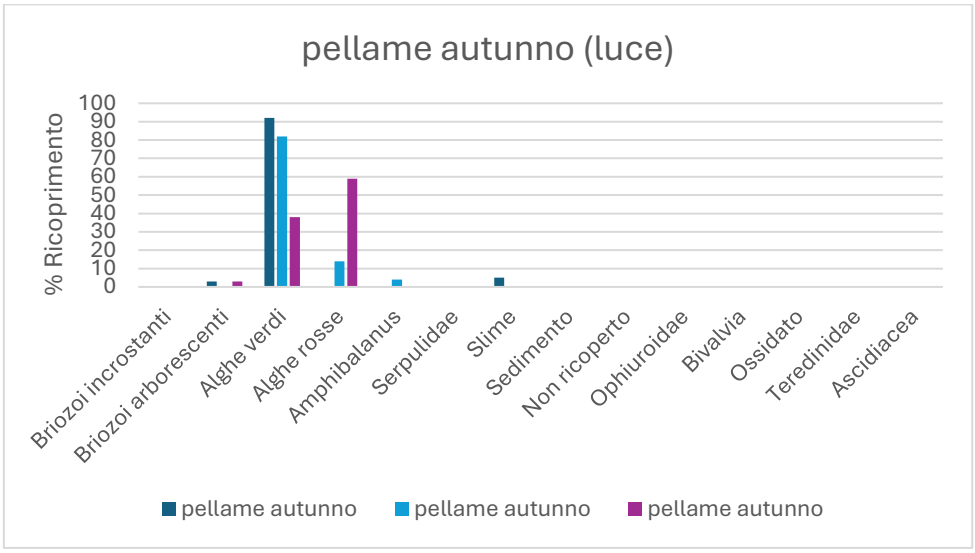

pvc primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

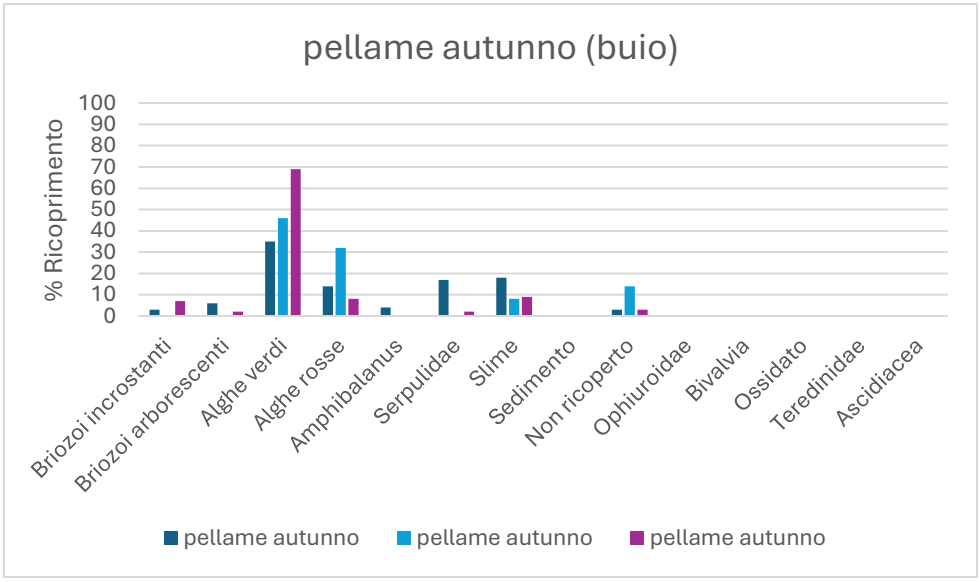

pvc primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi...
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

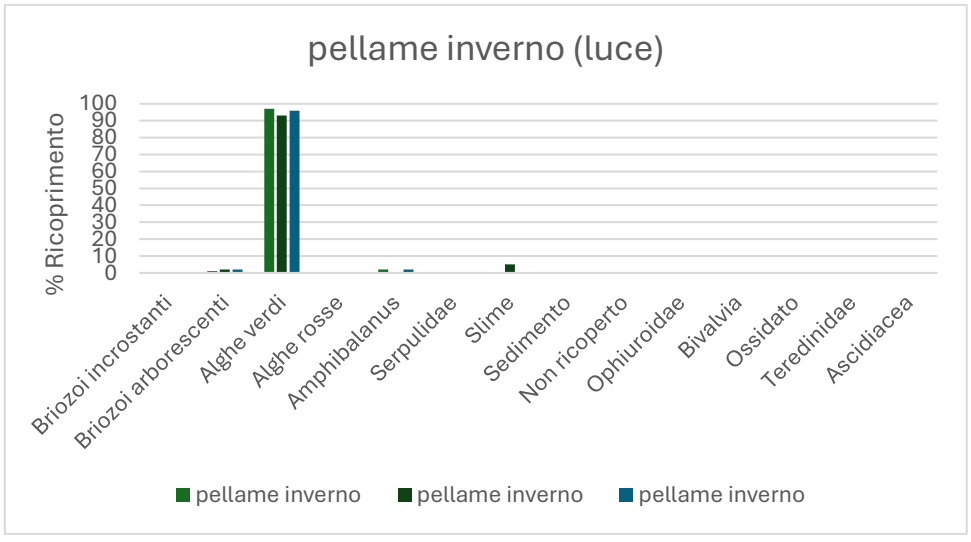

pvc estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc estate
pvc estate
pvc estate

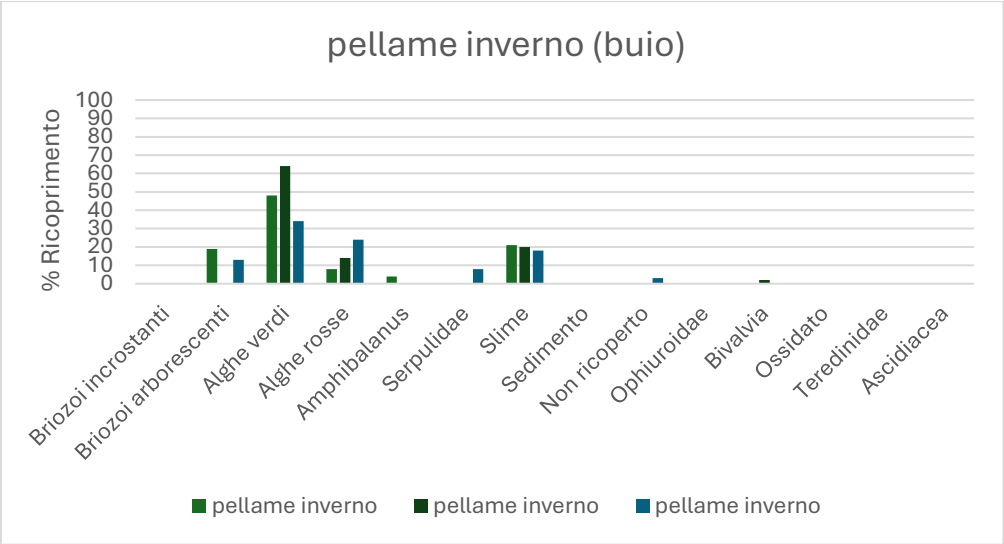

pvc estate (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc estate
pvc estate
pvc estate

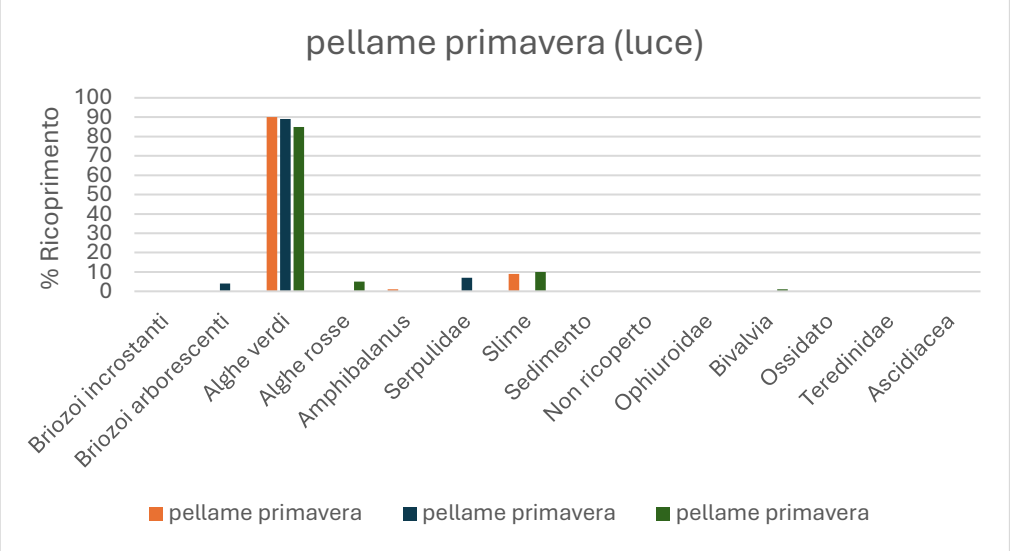
Frame 0,5 m – Pellame

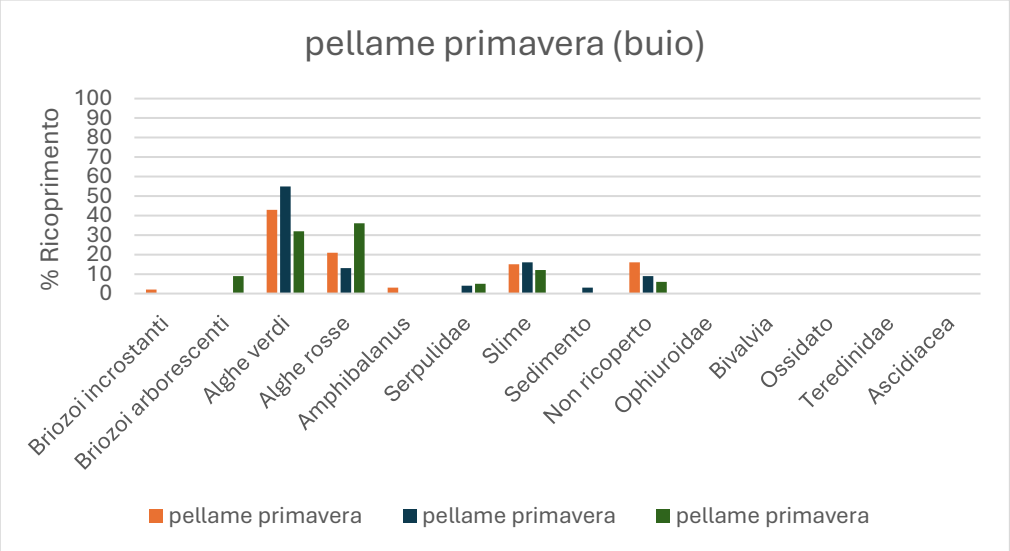


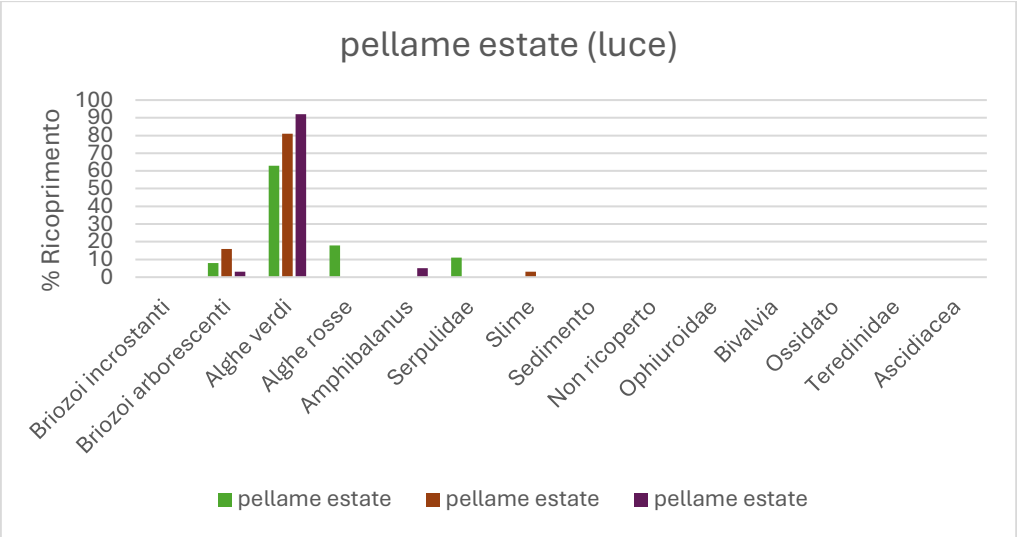


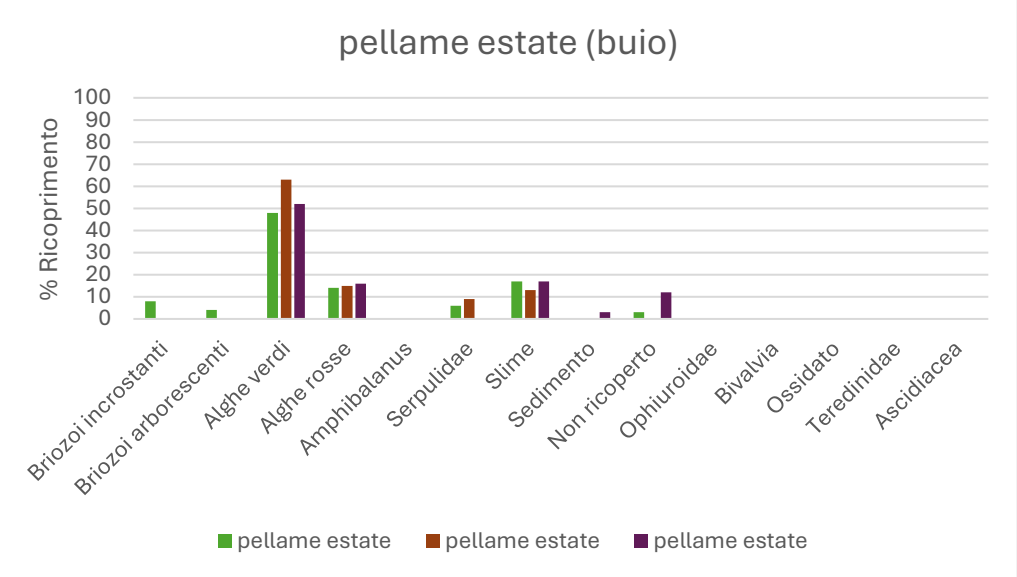



pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

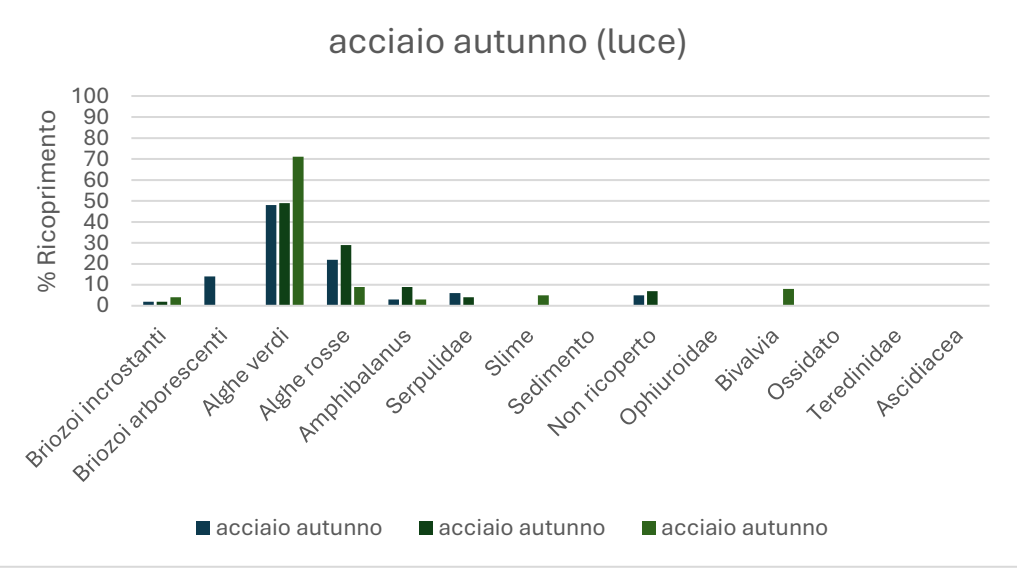

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

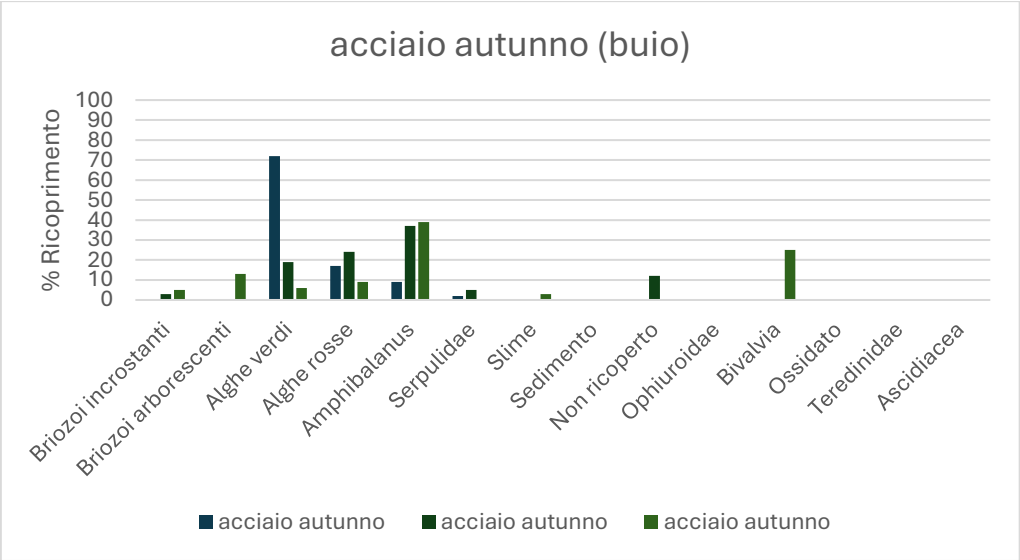

pellame primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

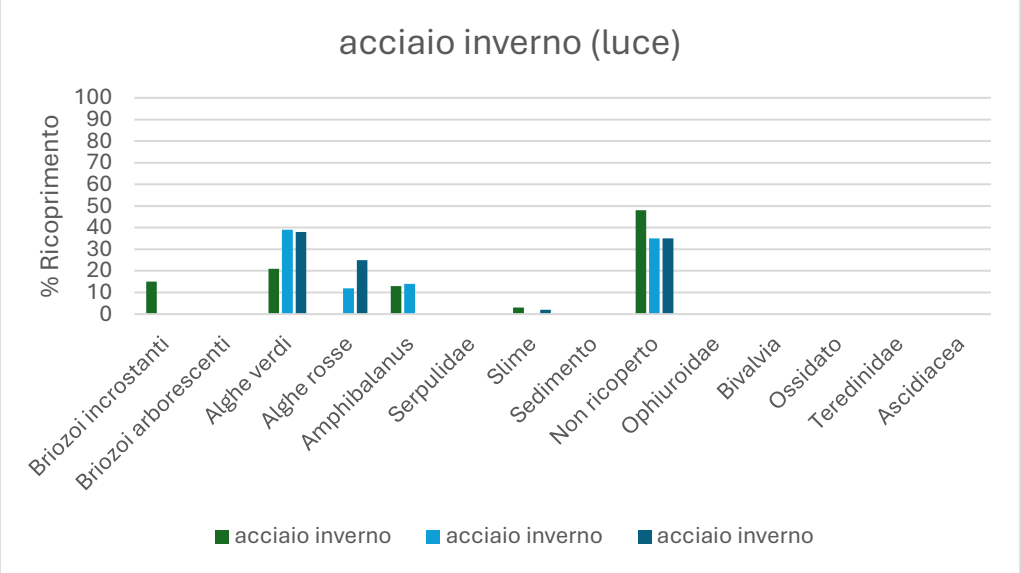


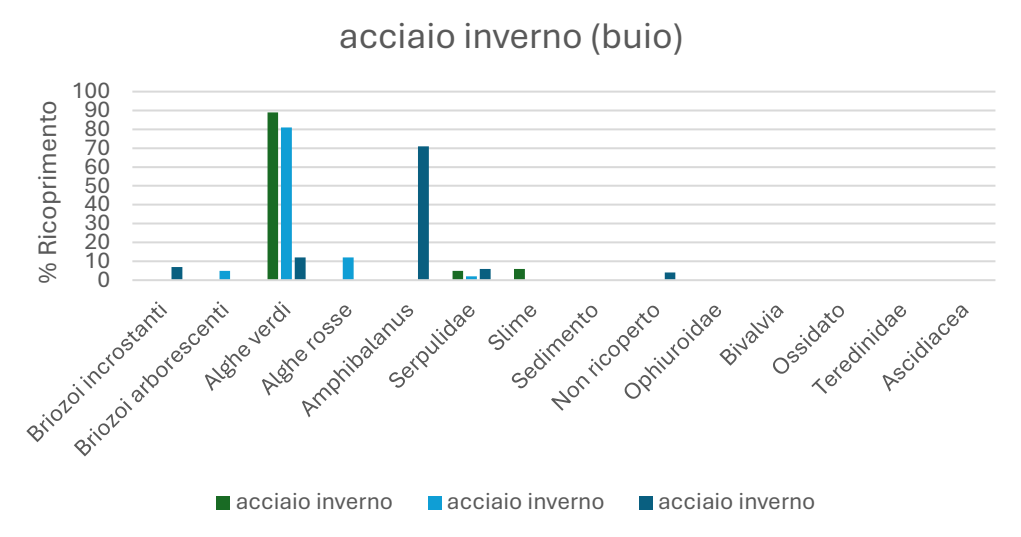


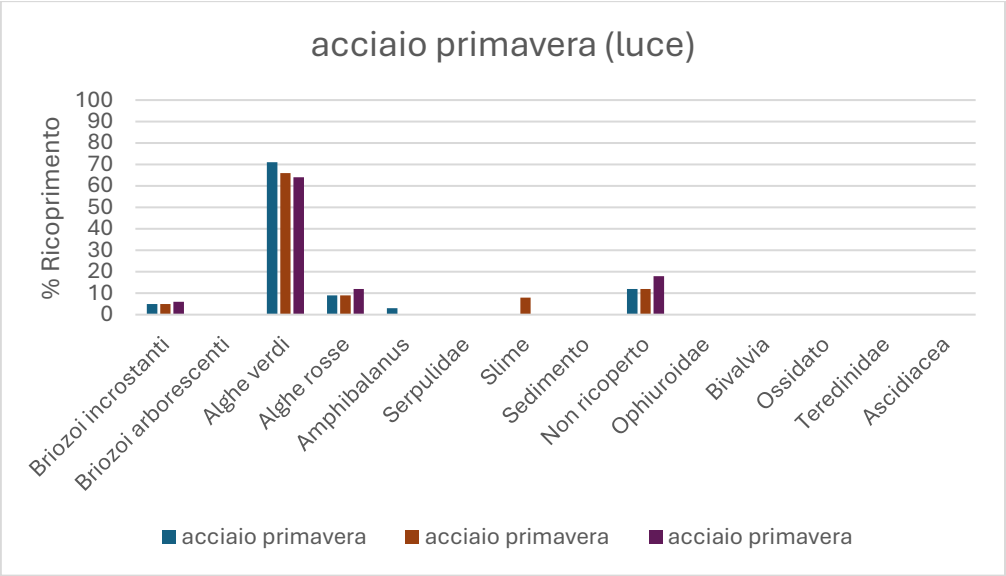
Frame 0,5 m – INOX

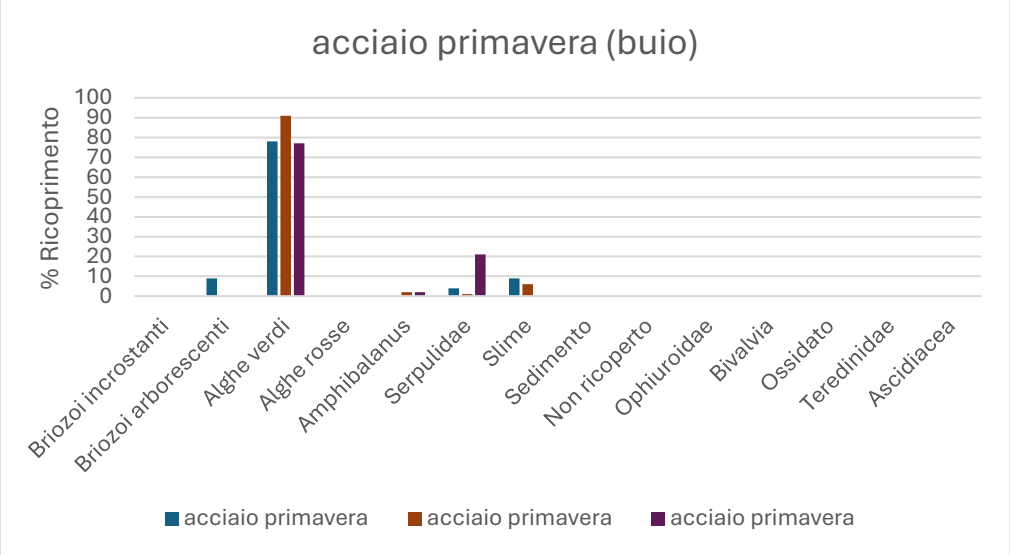


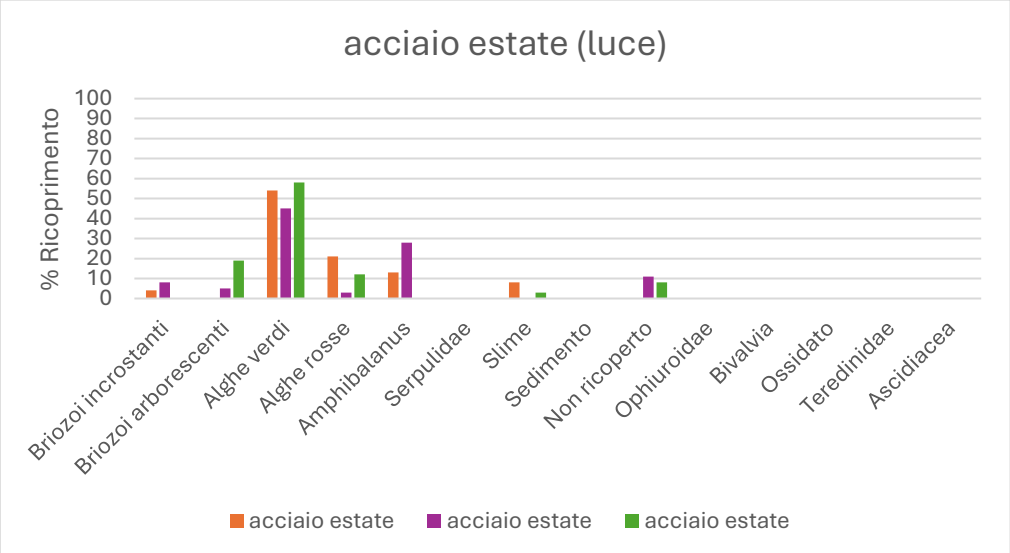

acciaio autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio autunno
acciaio autunno
acciaio autunno

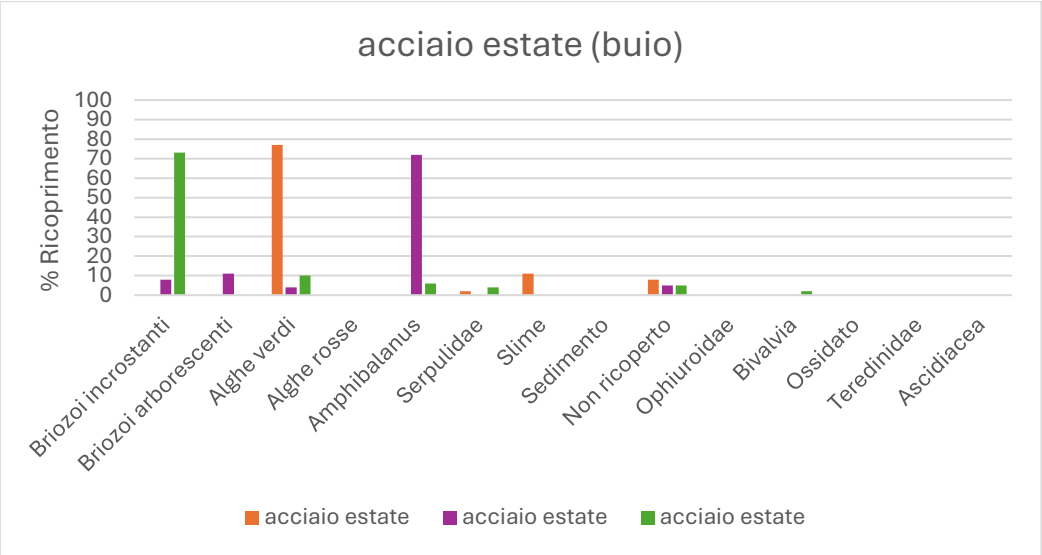

acciaio inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno


acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

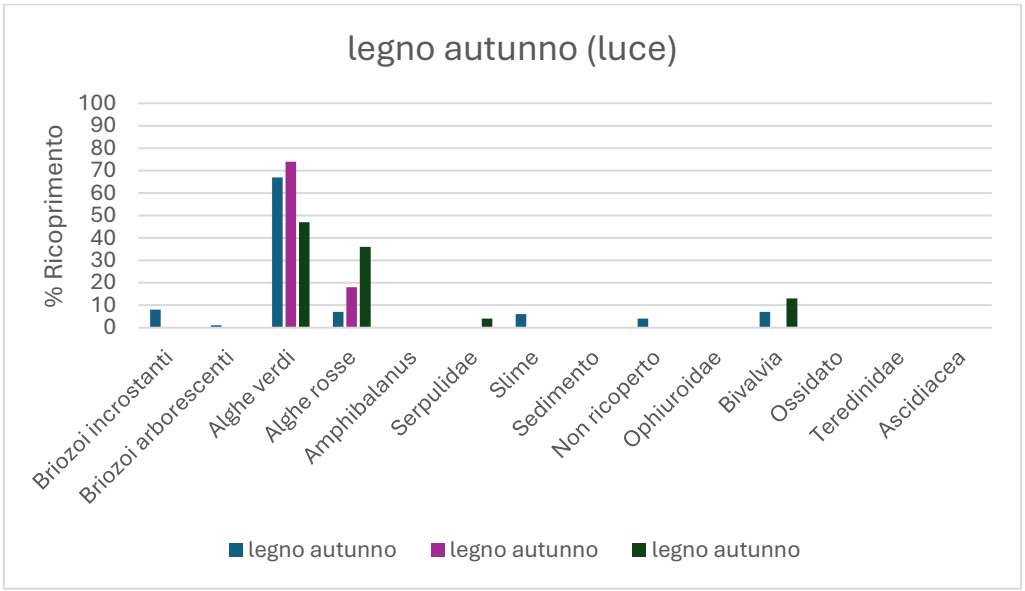

acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

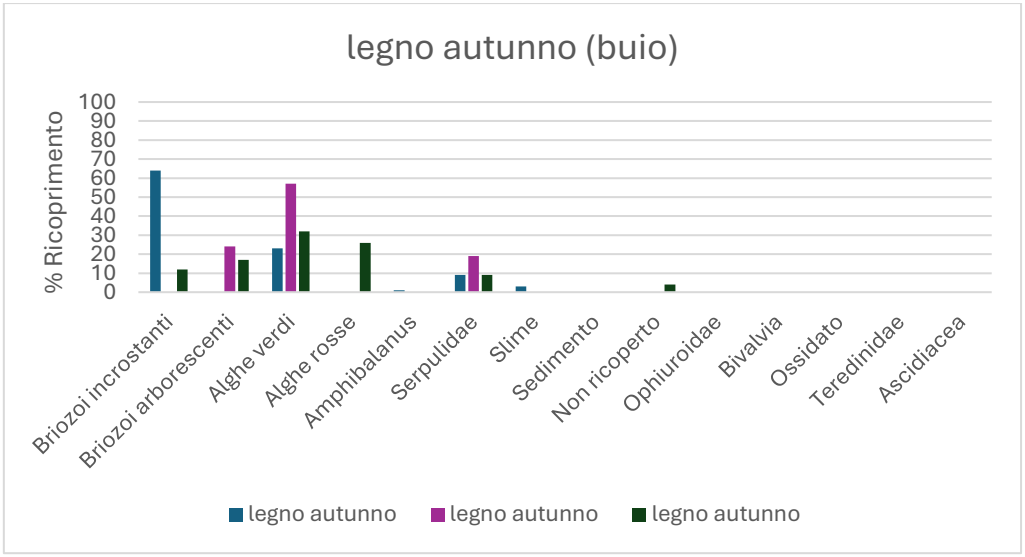

acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

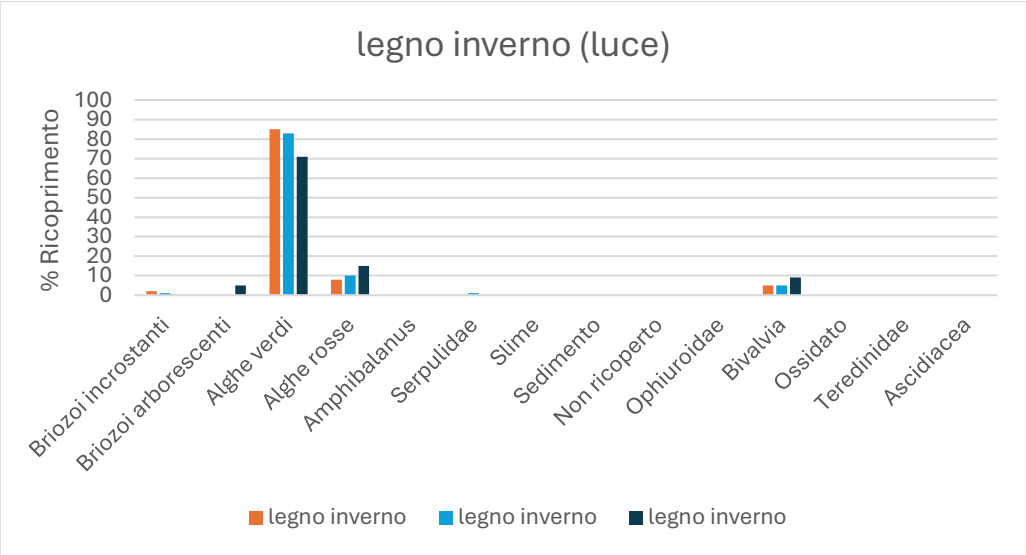

acciaio estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio estate
acciaio estate
acciaio estate

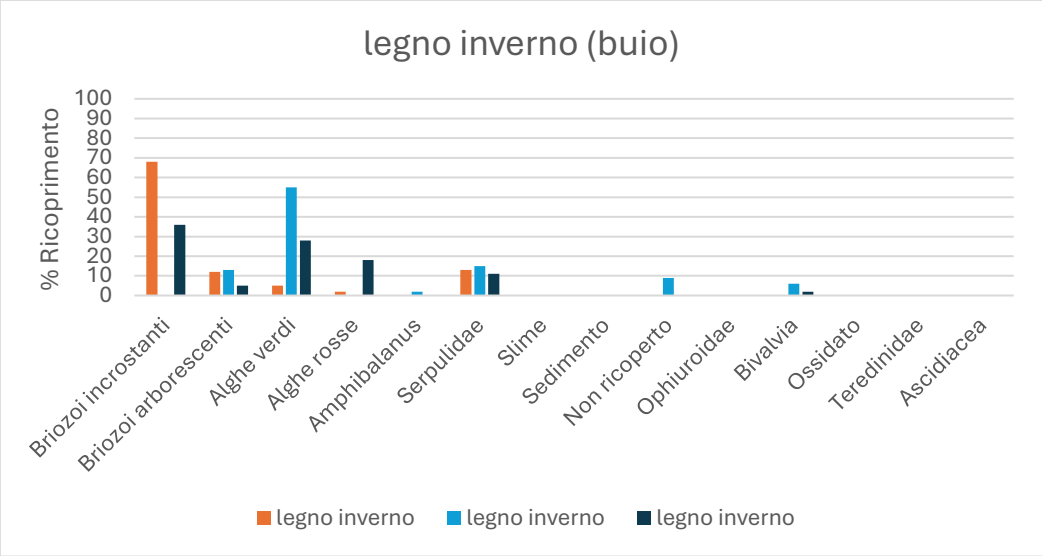


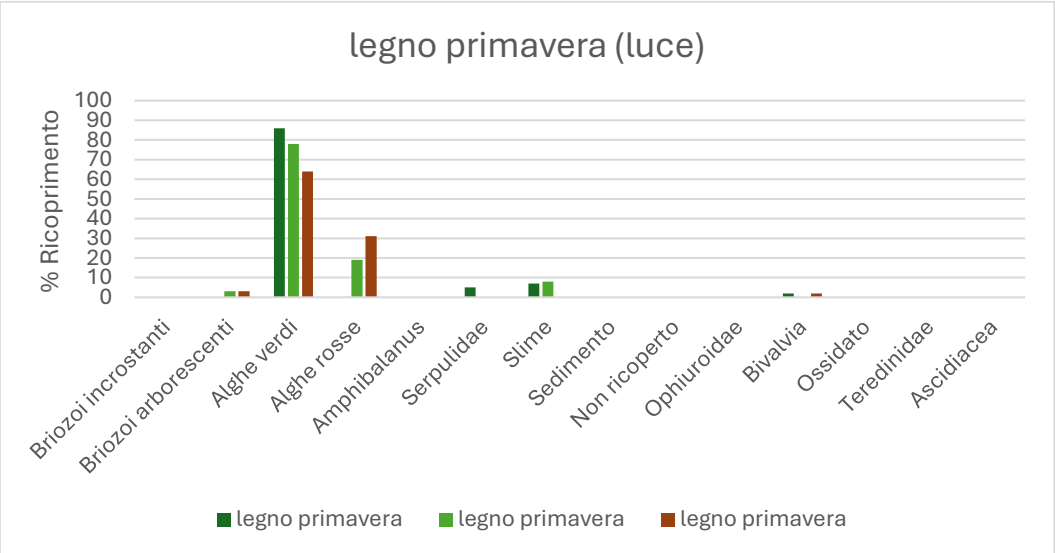
Frame 7,5 m – Legno

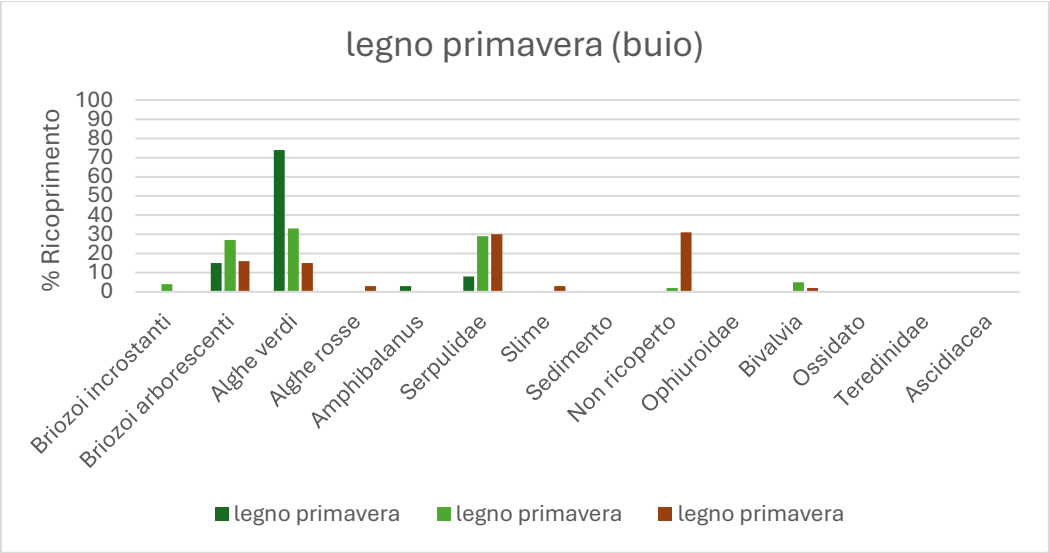




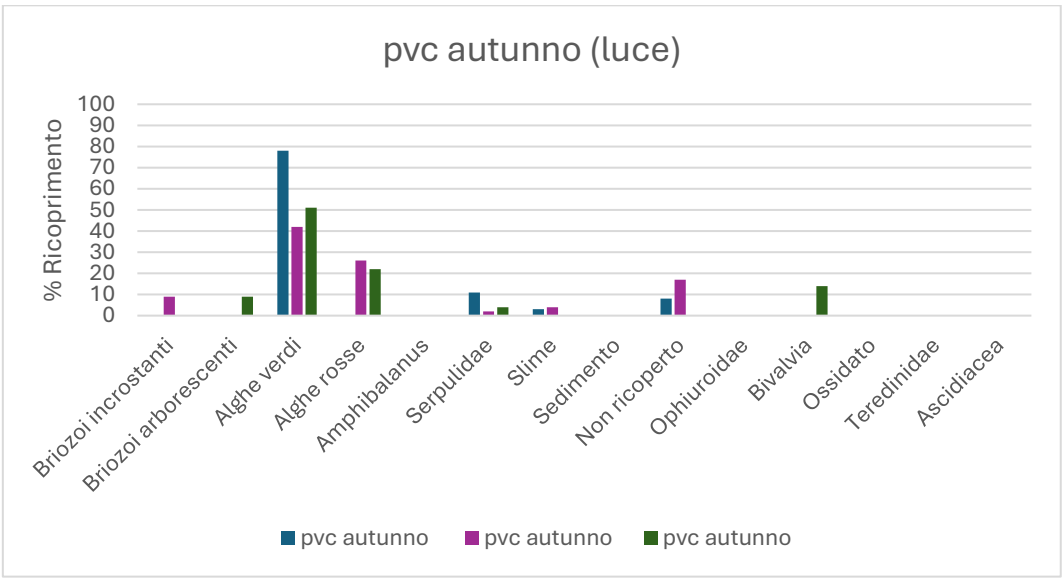

legno inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

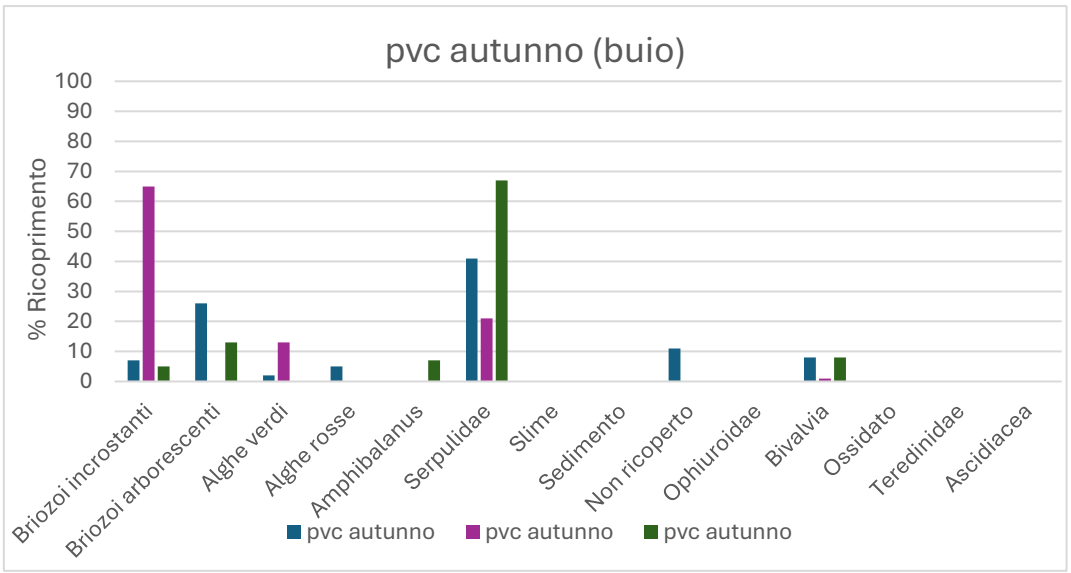

legno inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

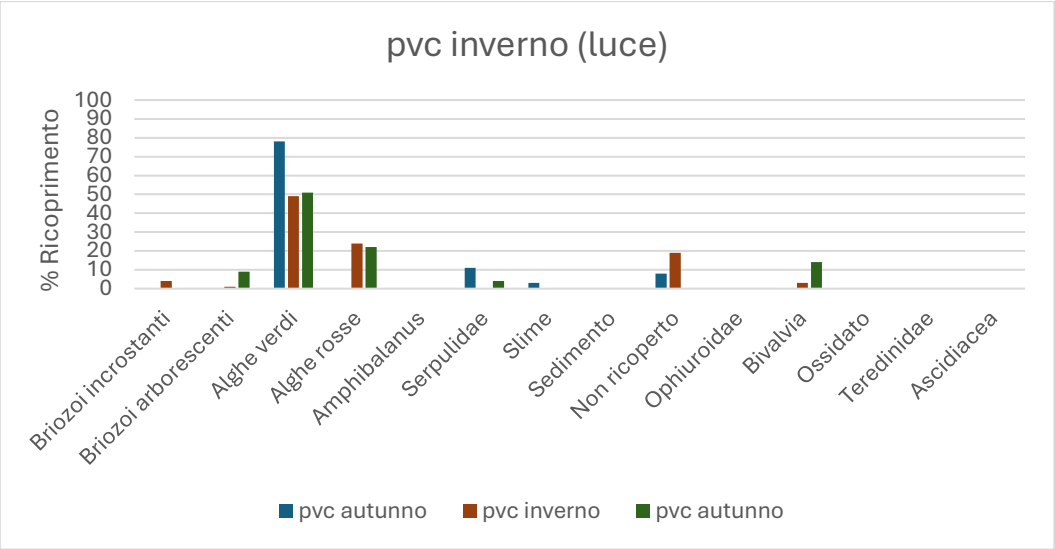

legno primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno primavera
legno primavera
legno primavera

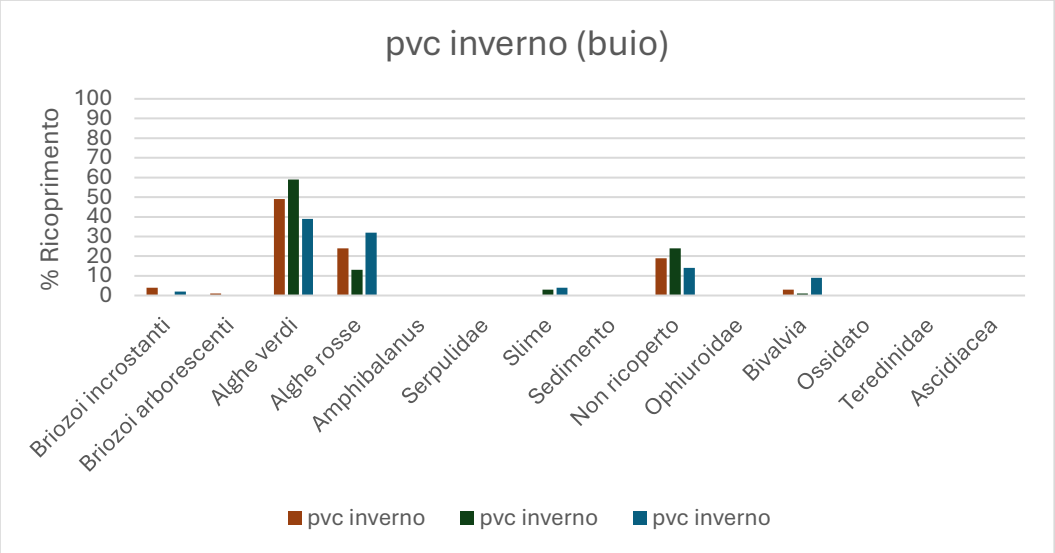


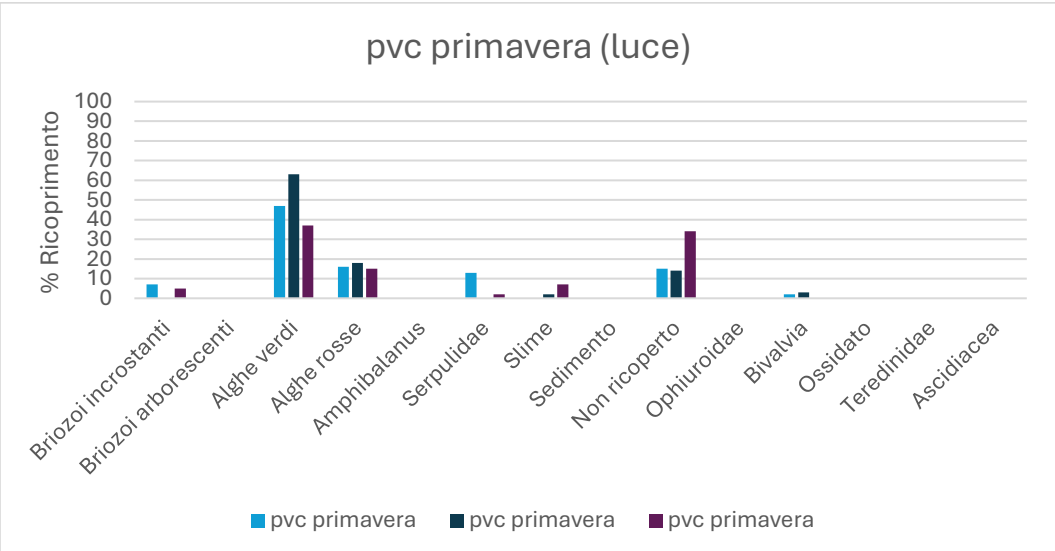
Frame 7,5 m – PVC

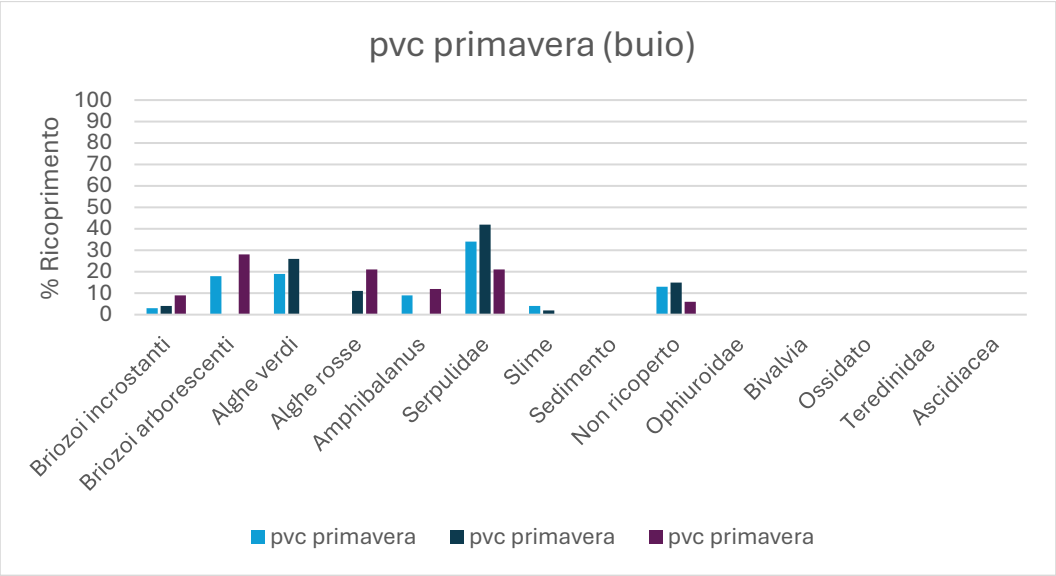


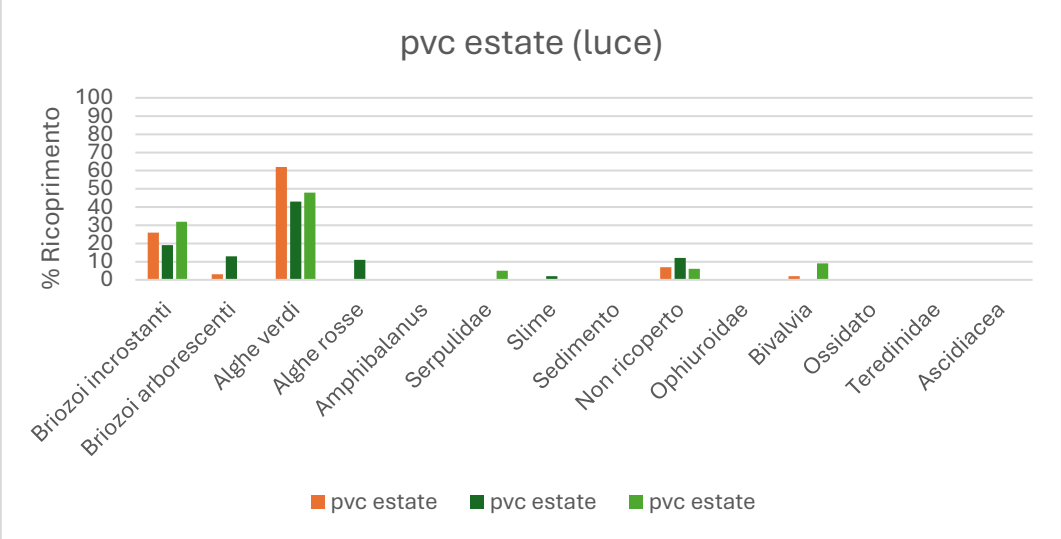


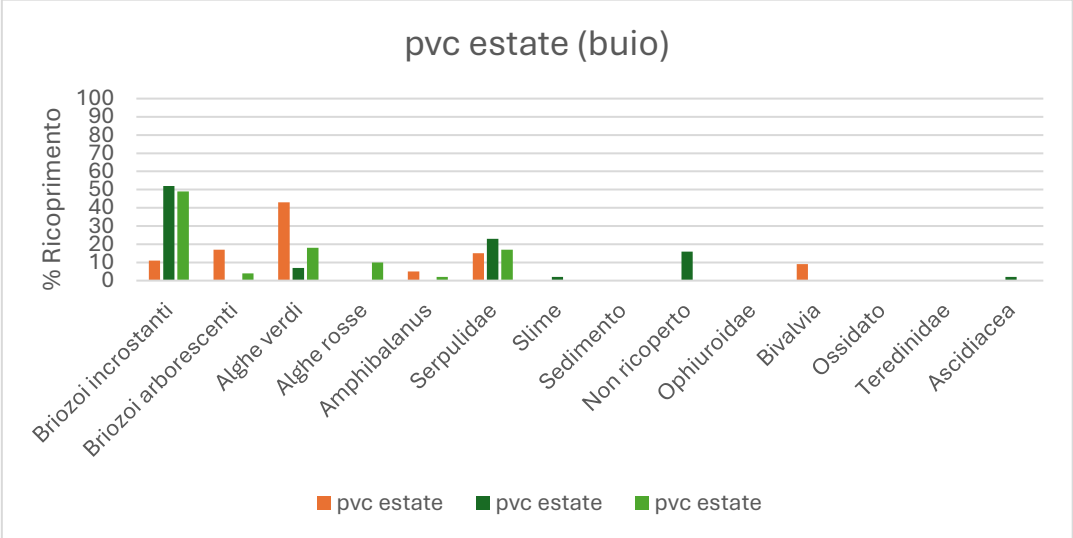

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc autunno
pvc inverno
pvc autunno


pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

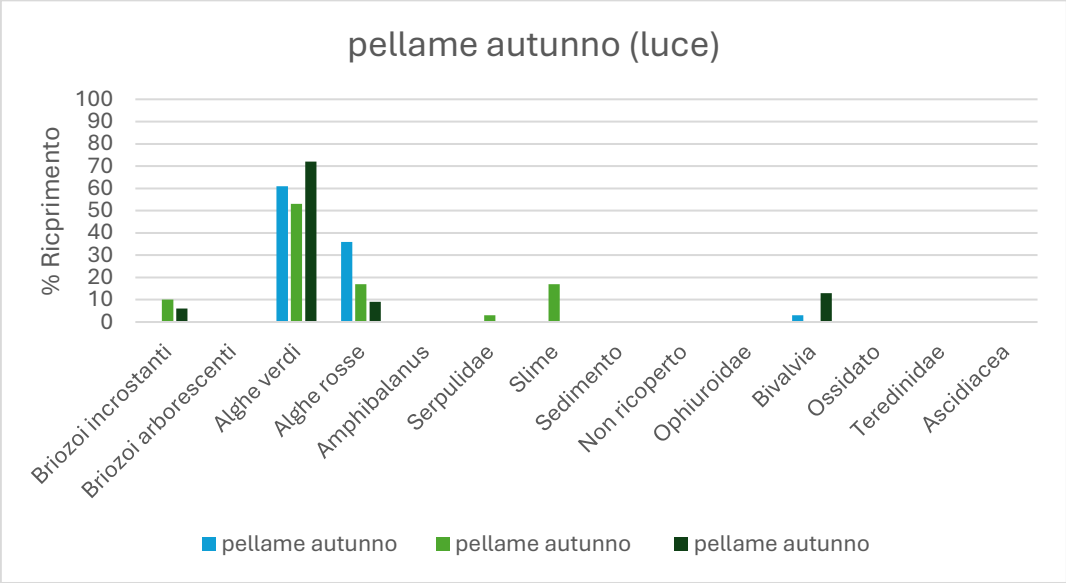

pvc primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

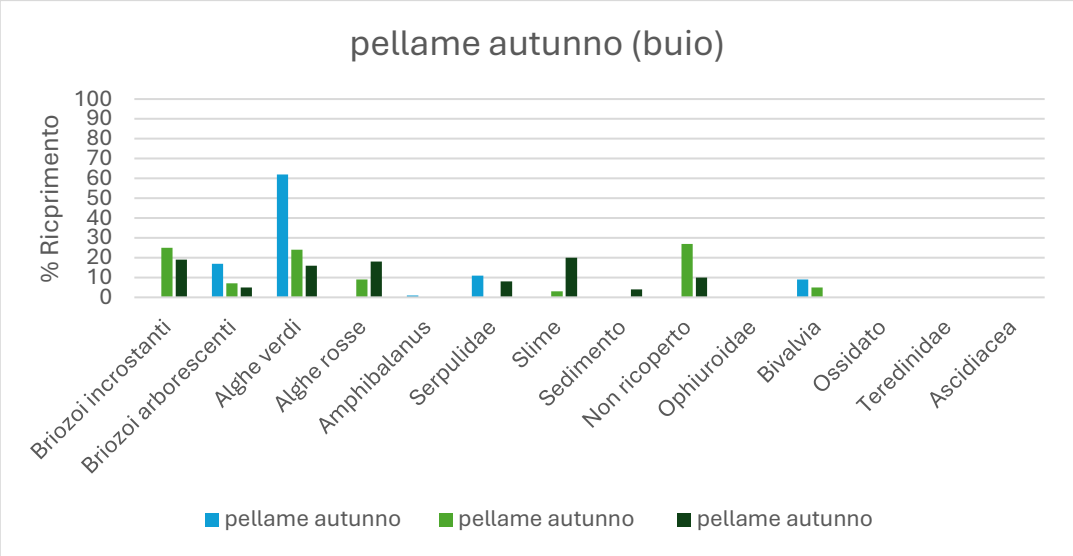

pvc primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

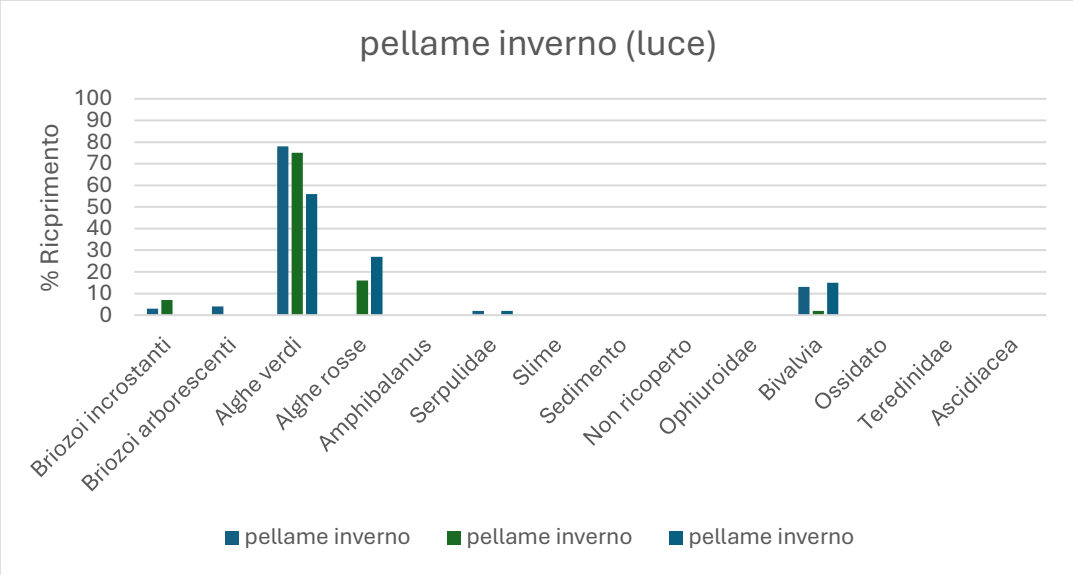

pvc estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc estate
pvc estate
pvc estate

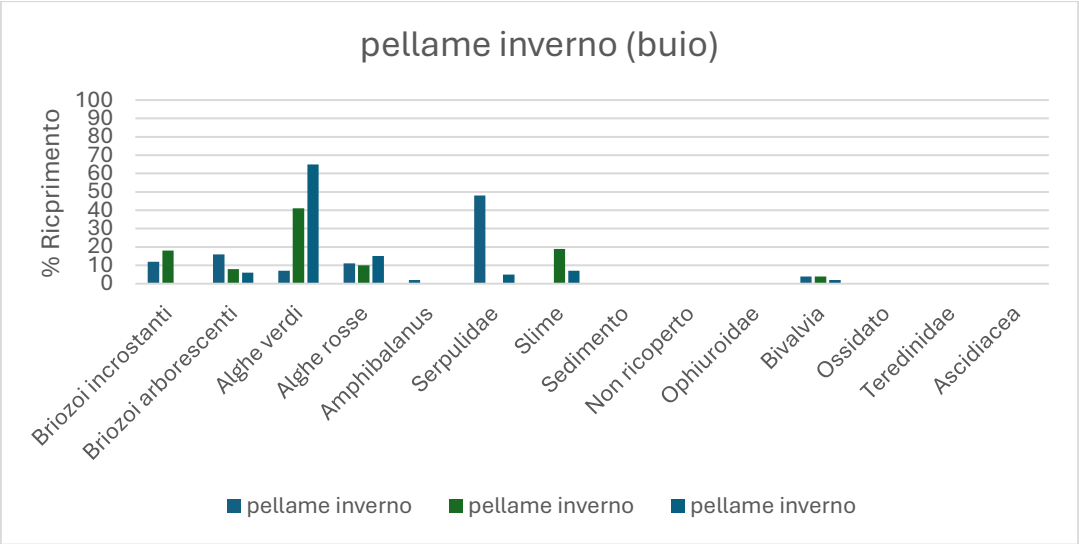

pvc estate (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc estate
pvc estate
pvc estate

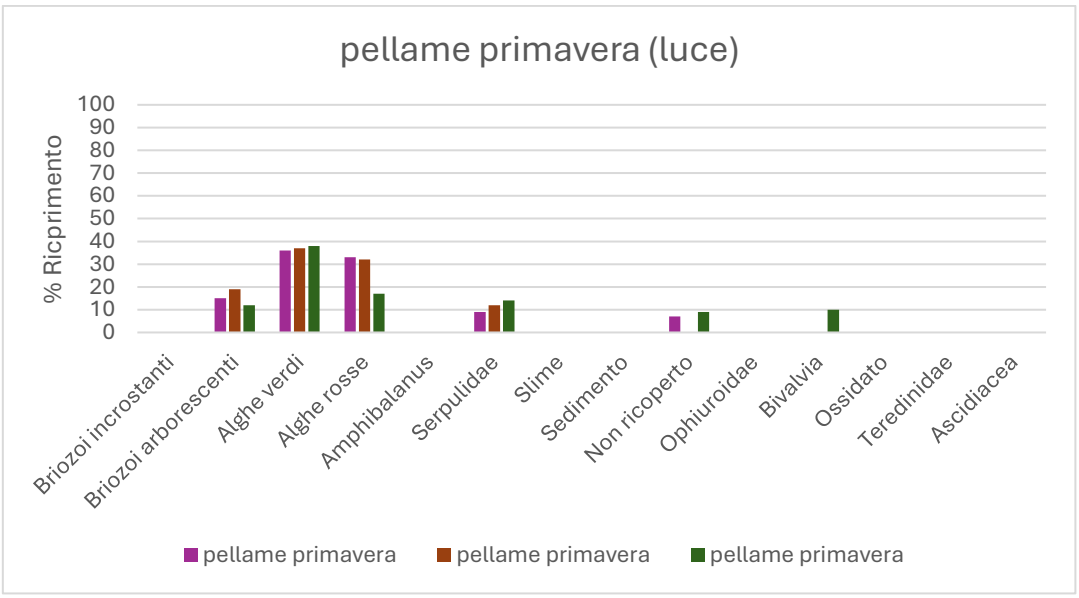
Frame 7,5 m – Pellame

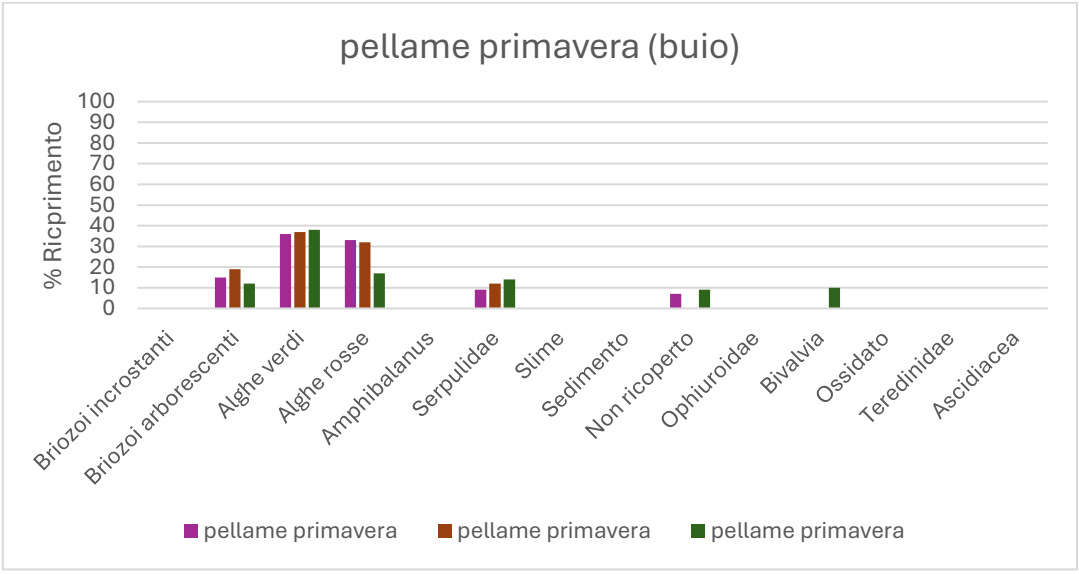


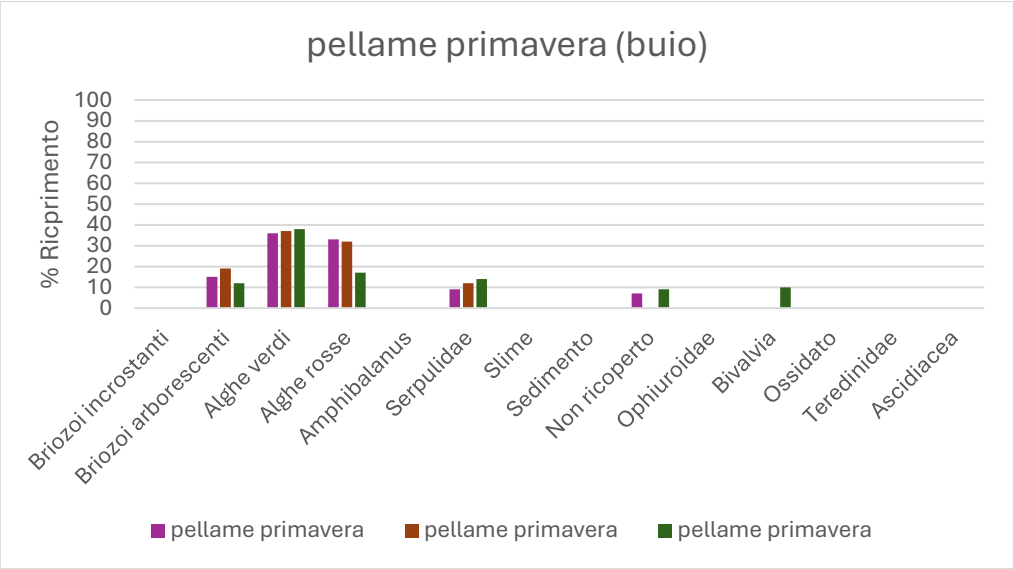


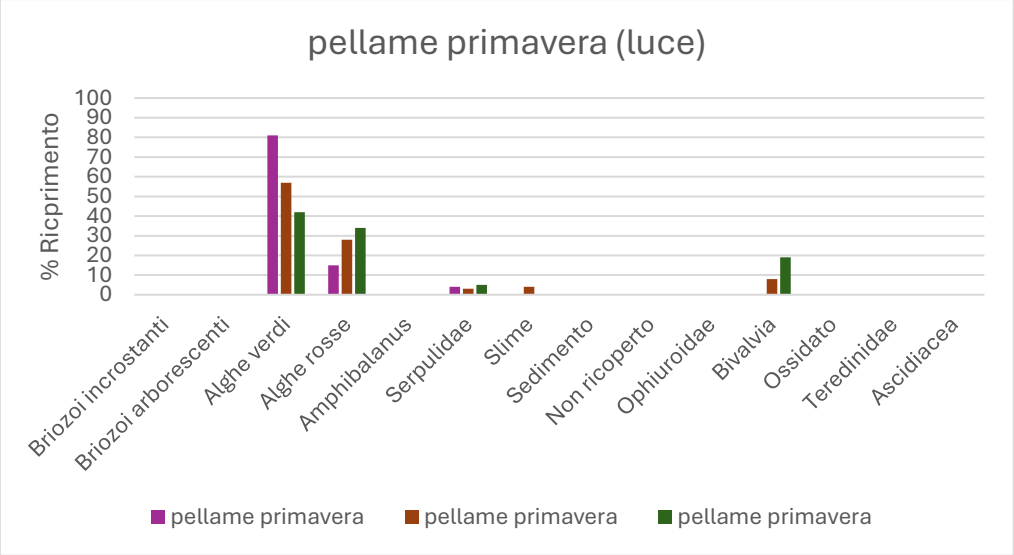


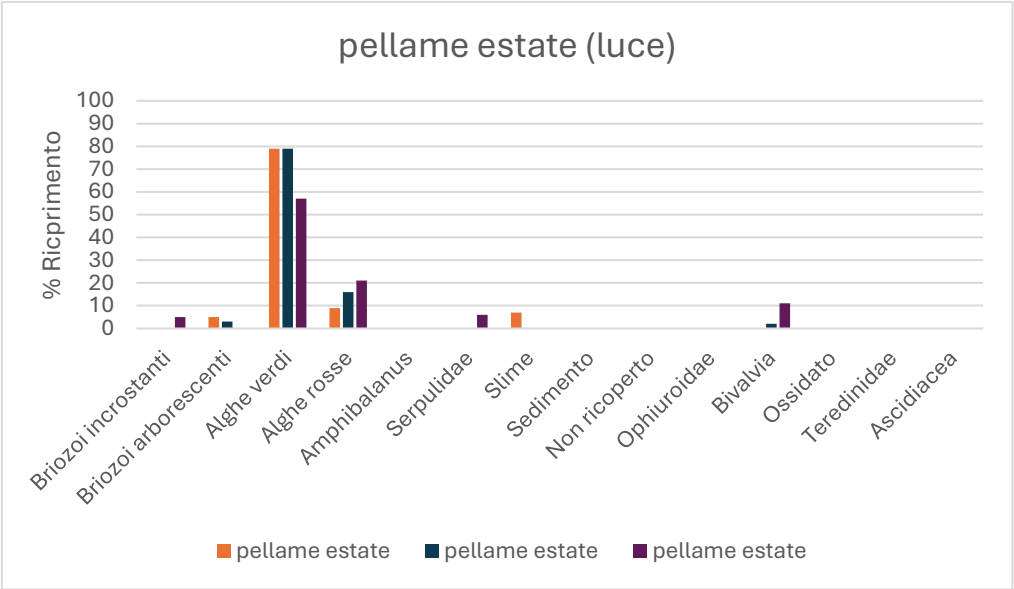

pellame inverno (buio)
% Ricprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

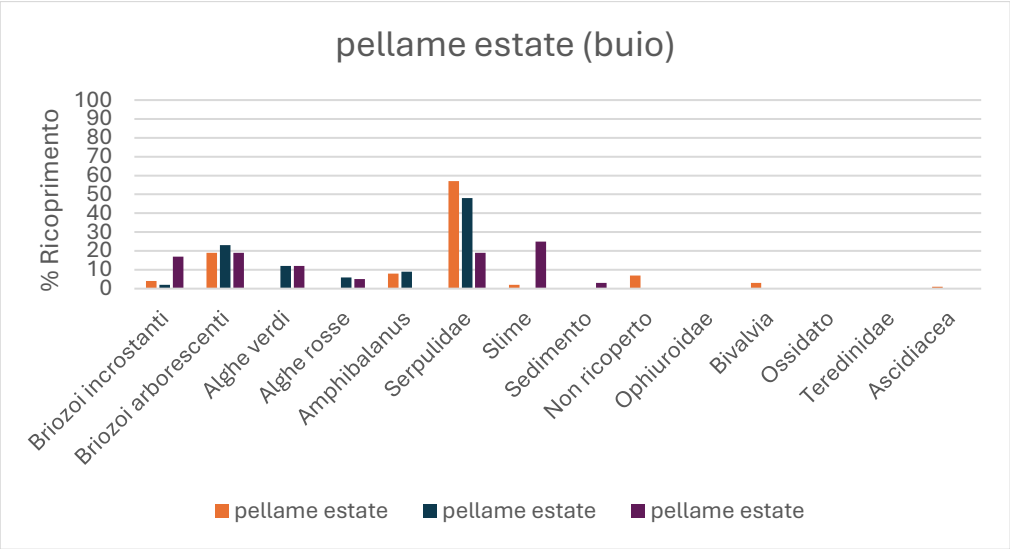

pellame primavera (luce)
% Ricprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera


pellame primavera (buio)
% Ricprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

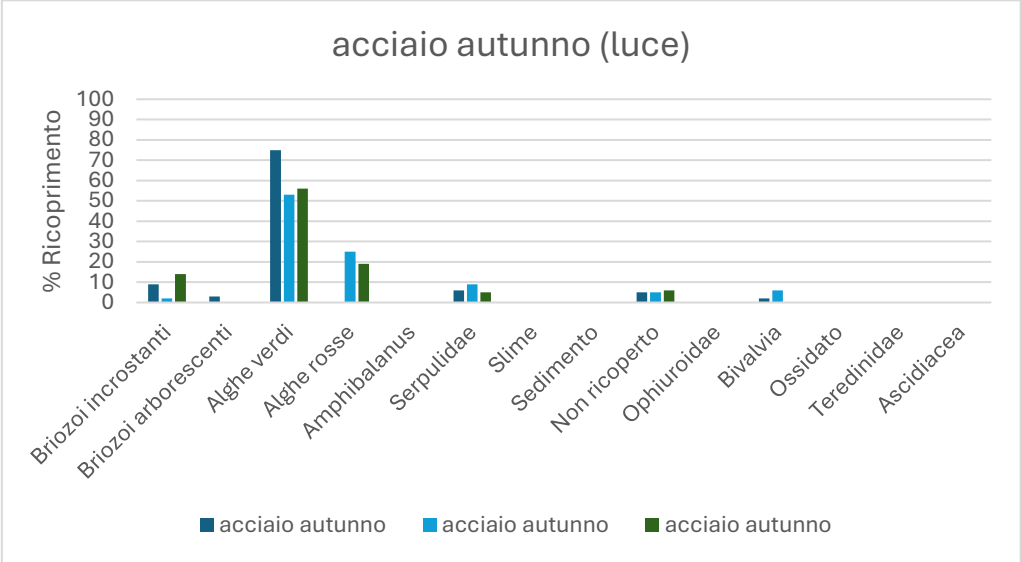

pellame primavera (buio)
% Ricprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

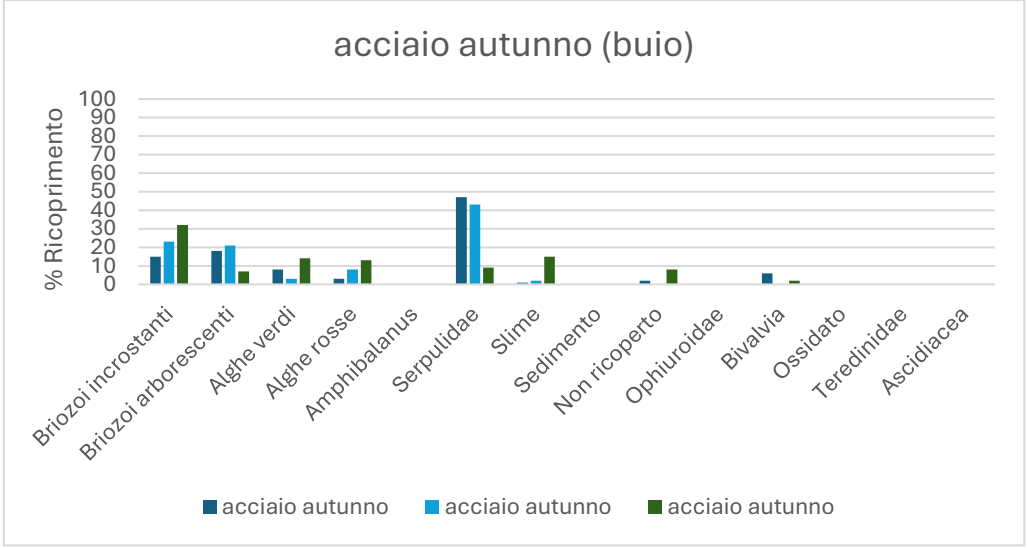

pellame primavera (luce)
% Ricprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

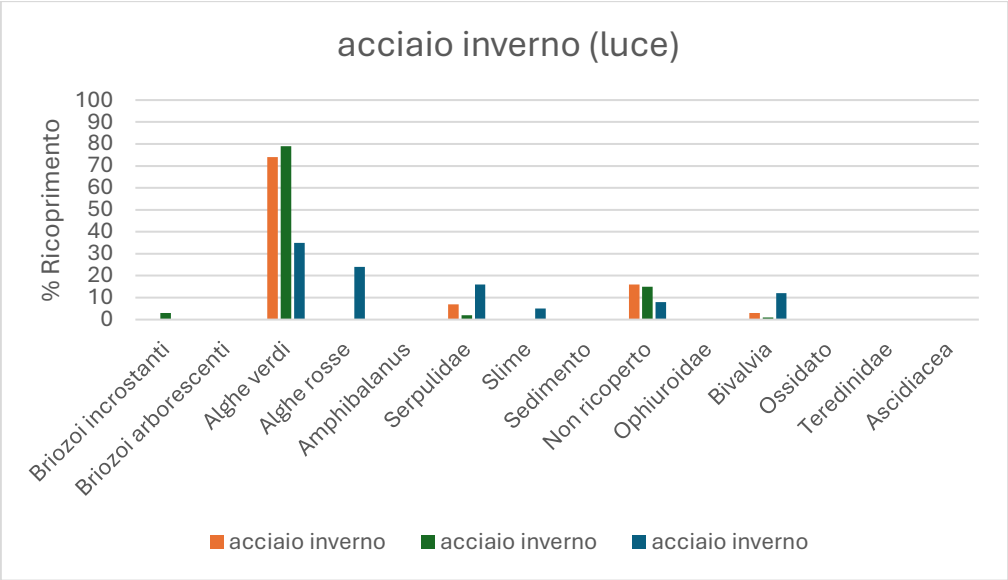

pellame estate (luce)
% Ricprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame estate
pellame estate
pellame estate

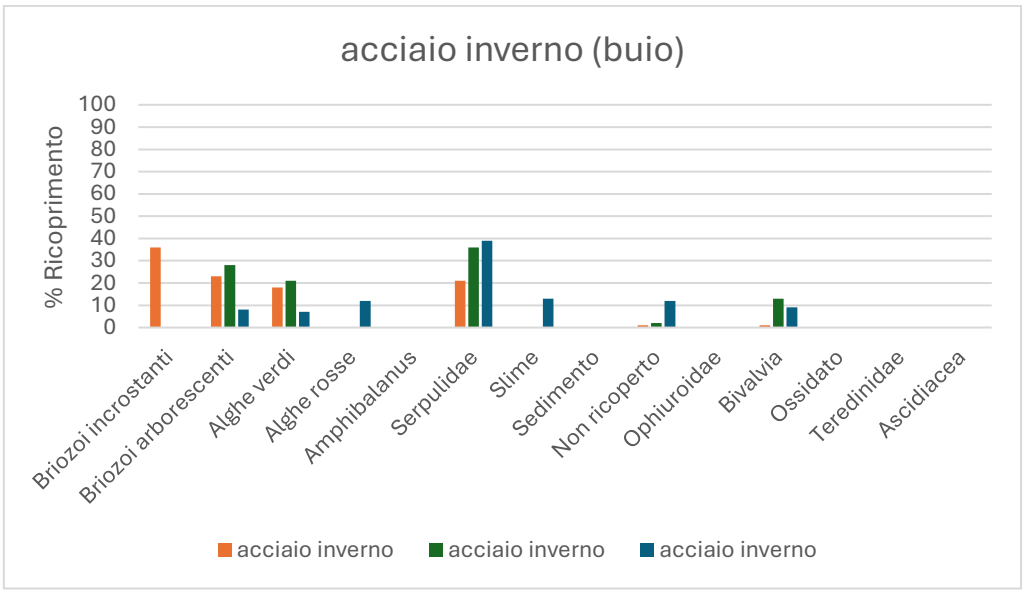


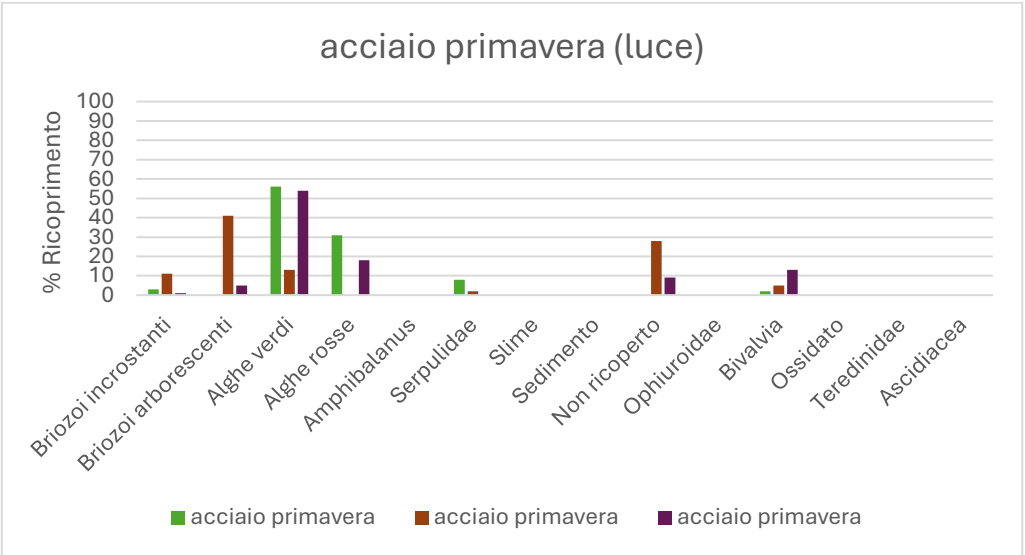
Frame 7,5 m – INOX

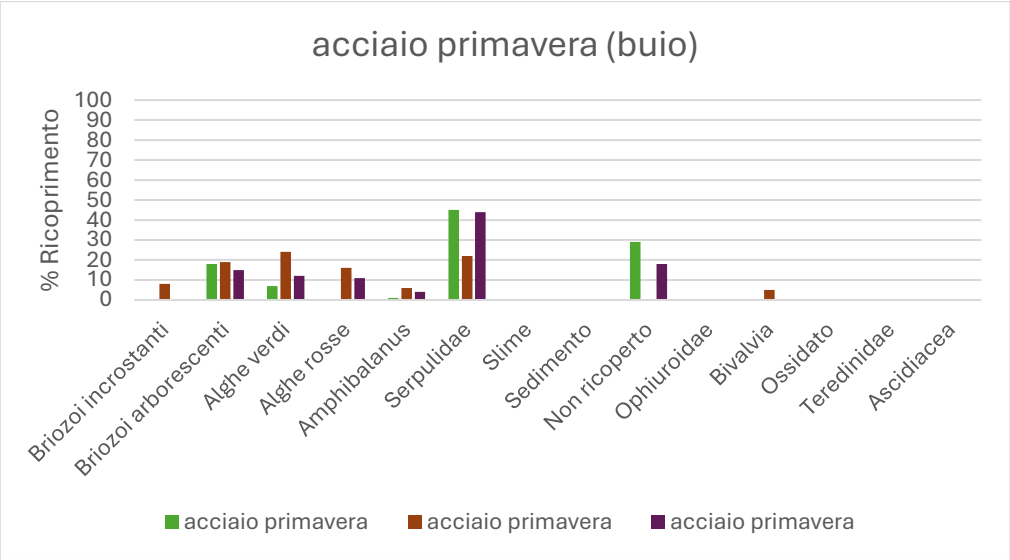


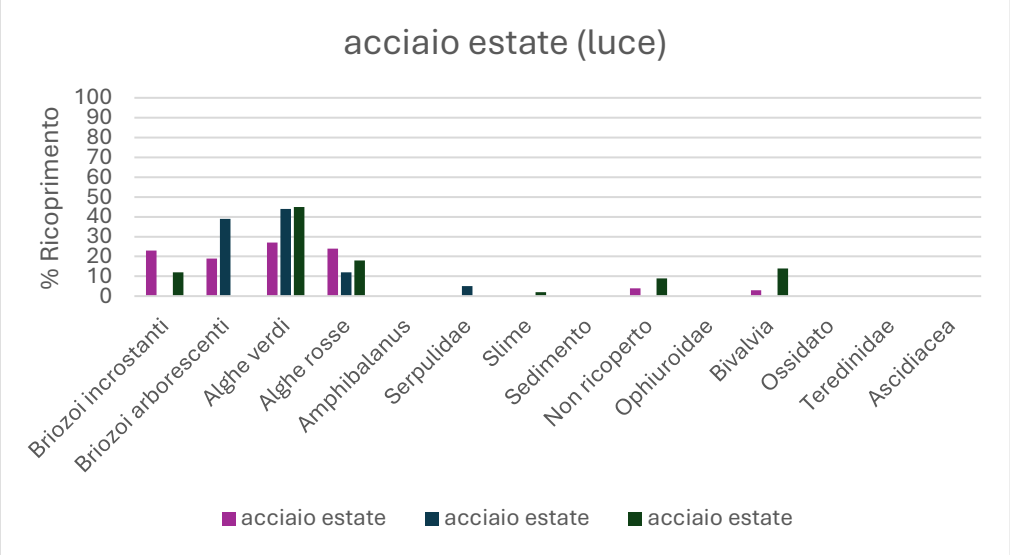


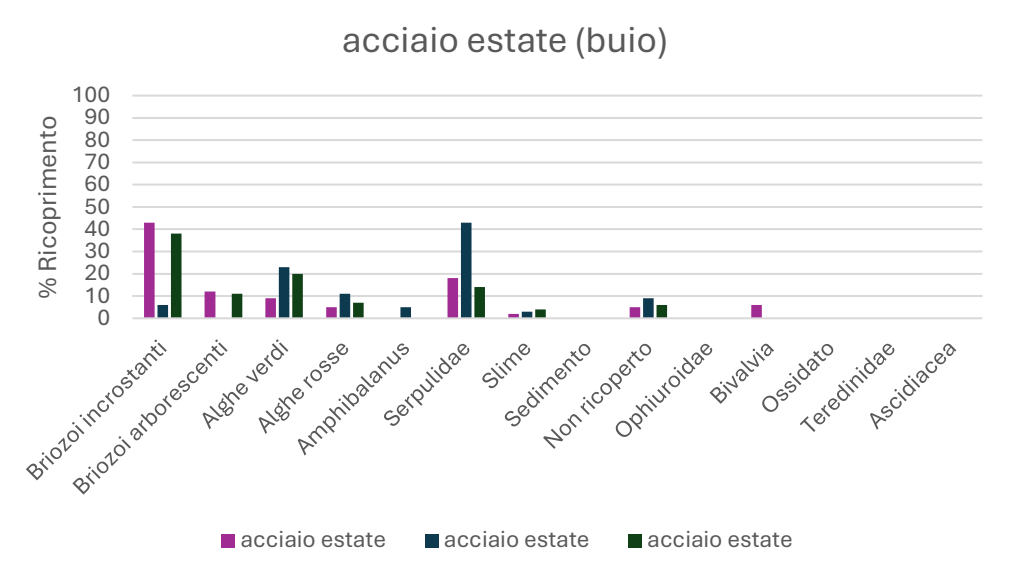

acciaio inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno


acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

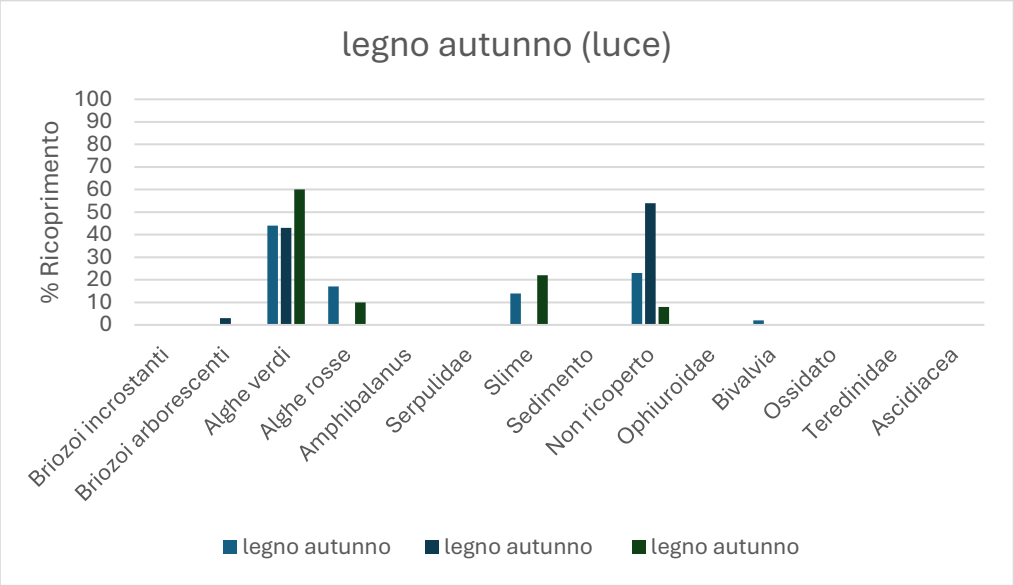

acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

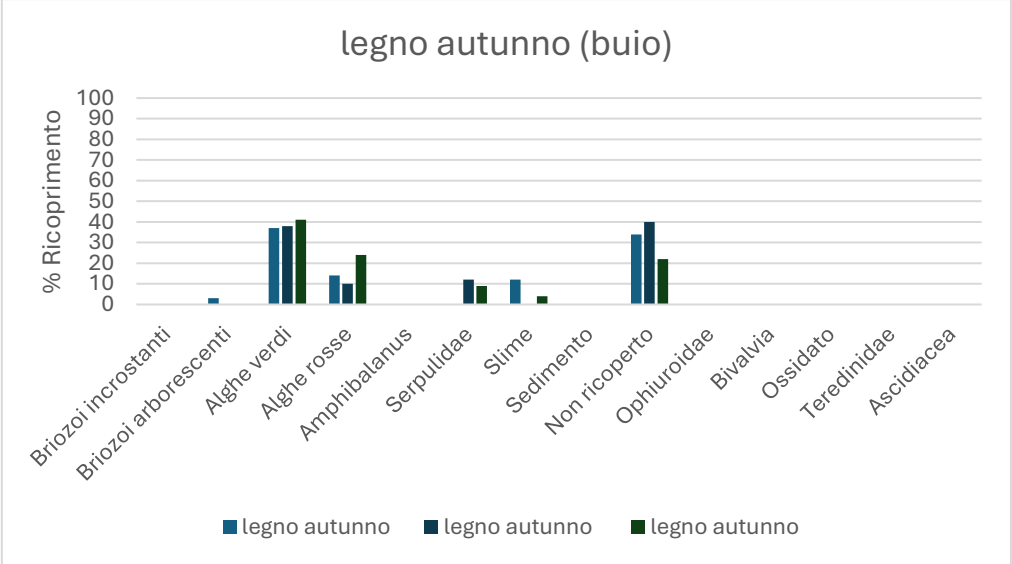

acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

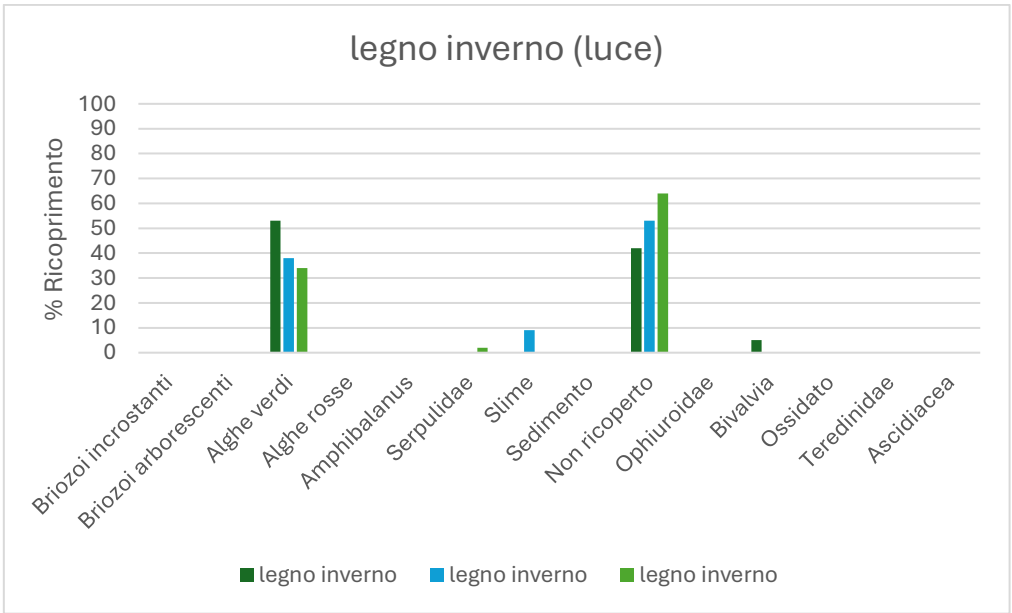

acciaio estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio estate
acciaio estate
acciaio estate

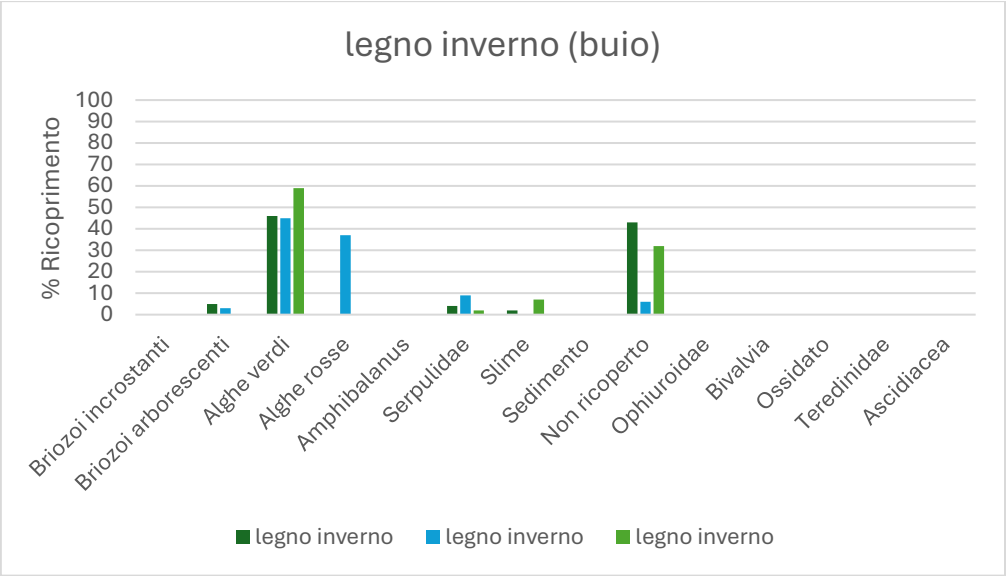

acciaio estate (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio estate
acciaio estate
acciaio estate

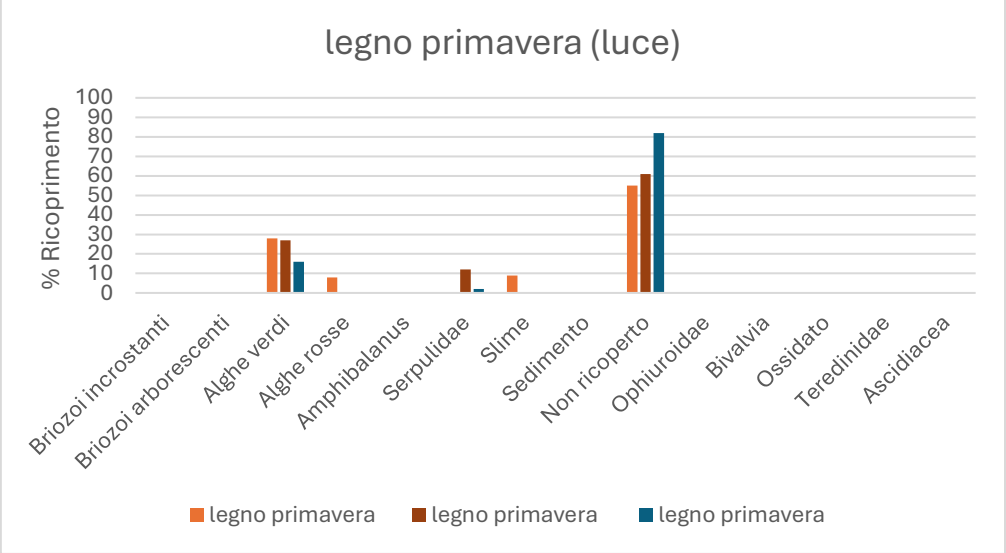
Frame 15 m – Legno

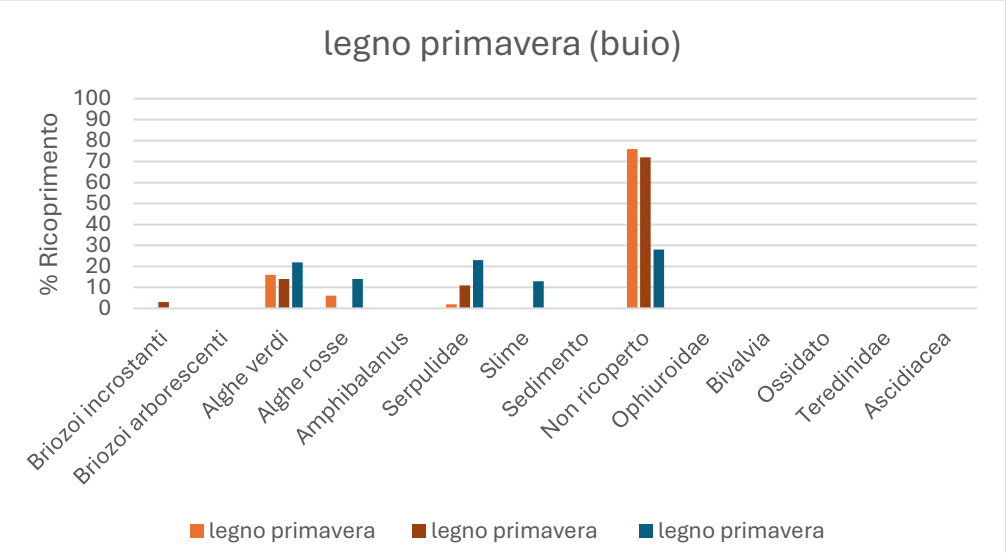


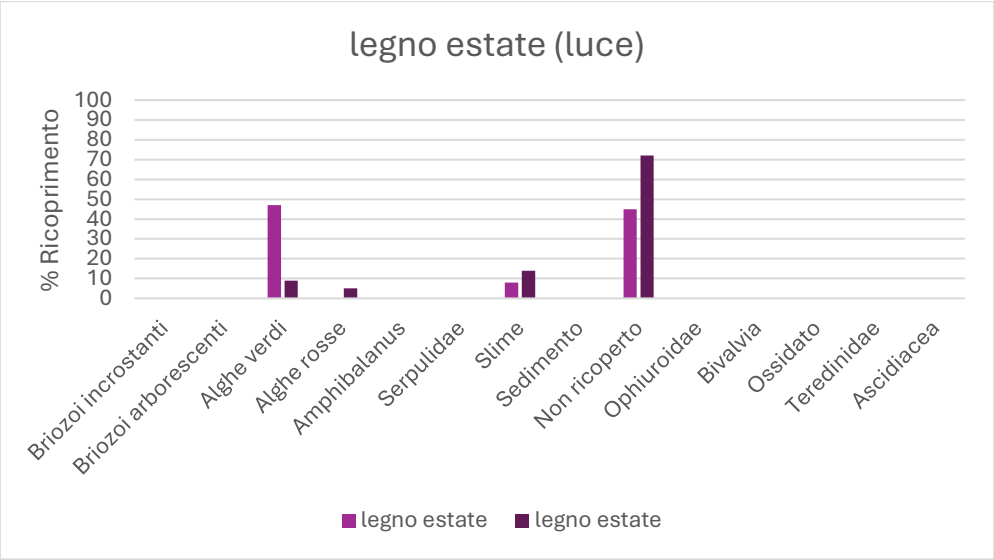


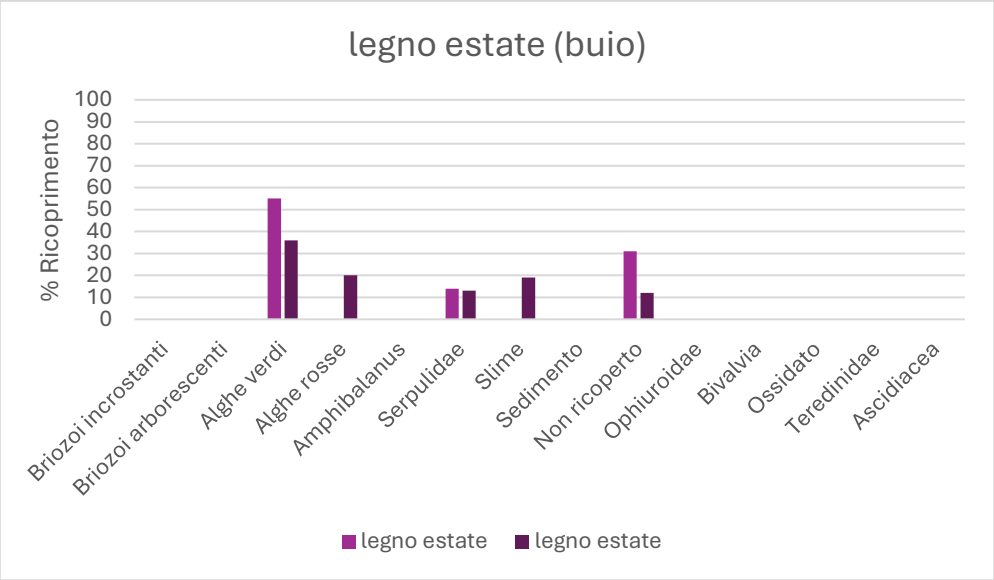



legno inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

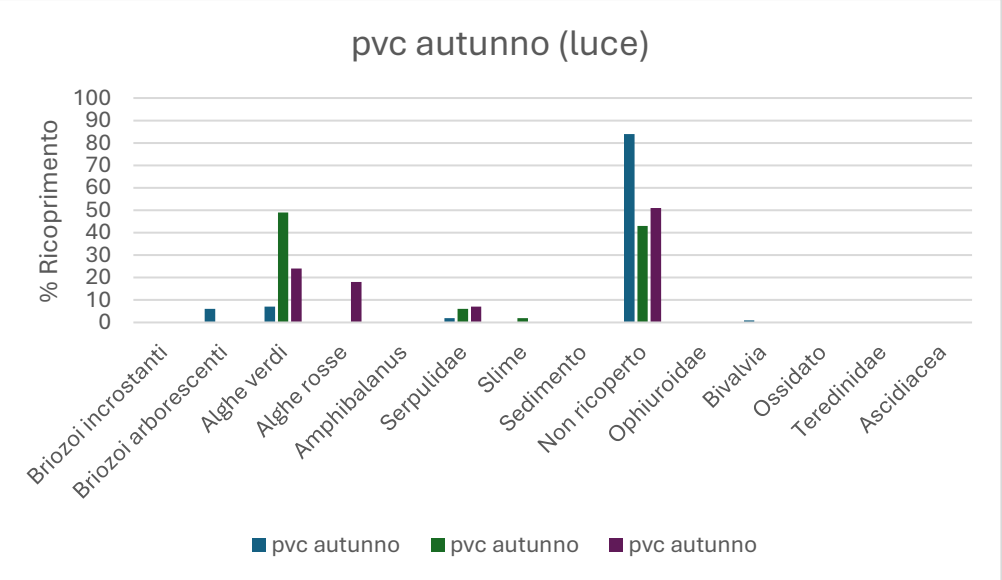

legno primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno primavera
legno primavera
legno primavera

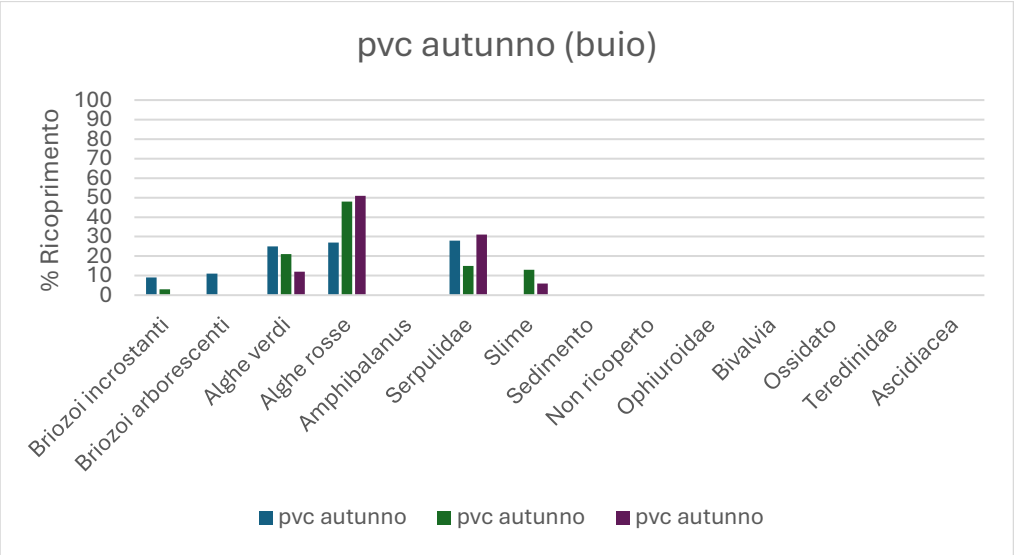

legno primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno primavera
legno primavera
legno primavera

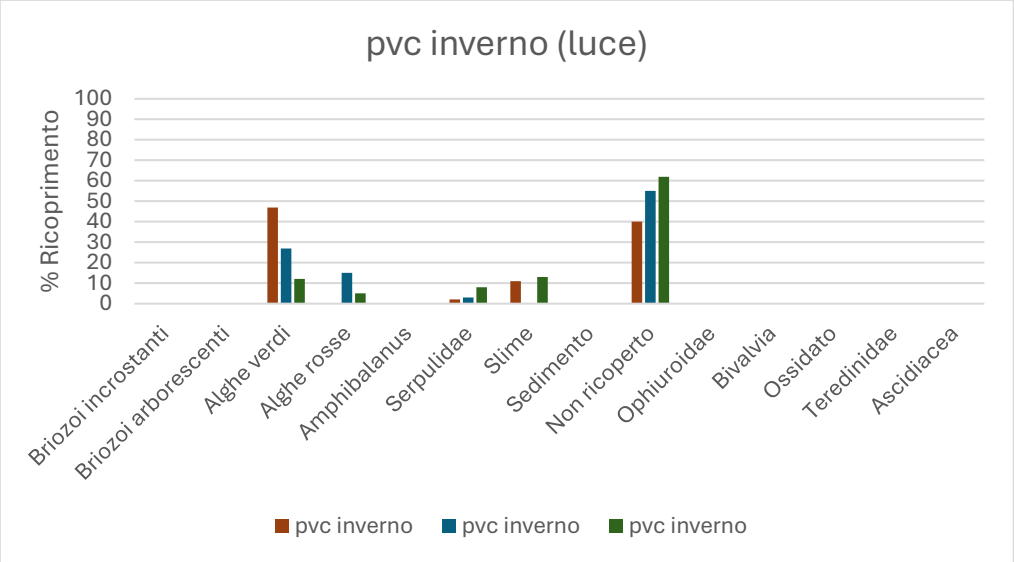


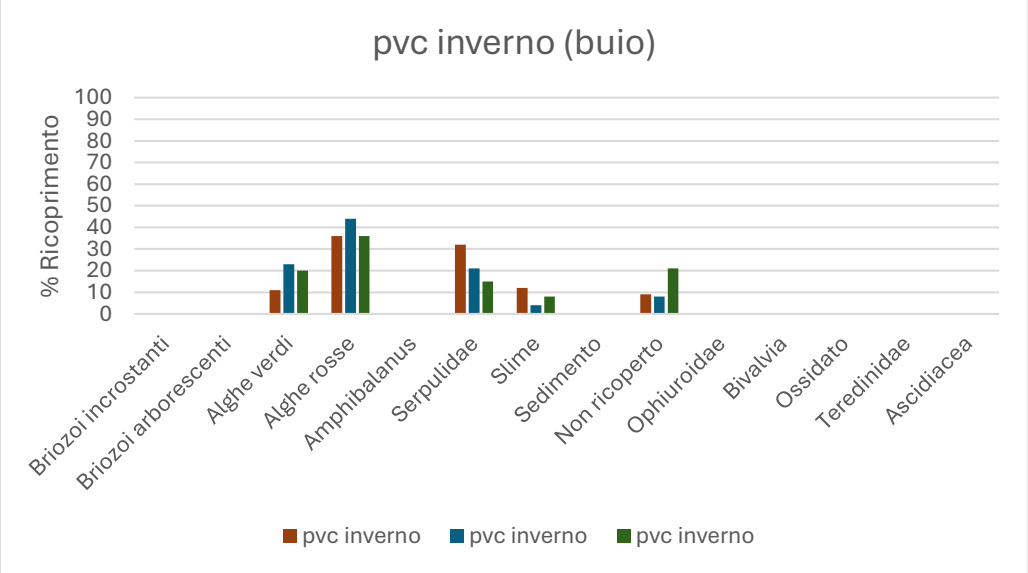


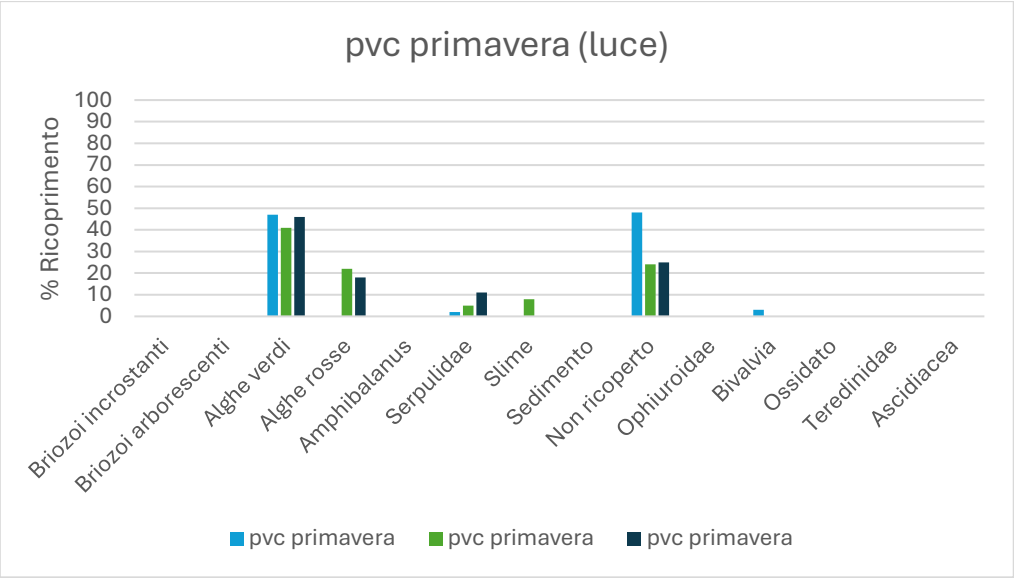
Frame 15 m – PVC

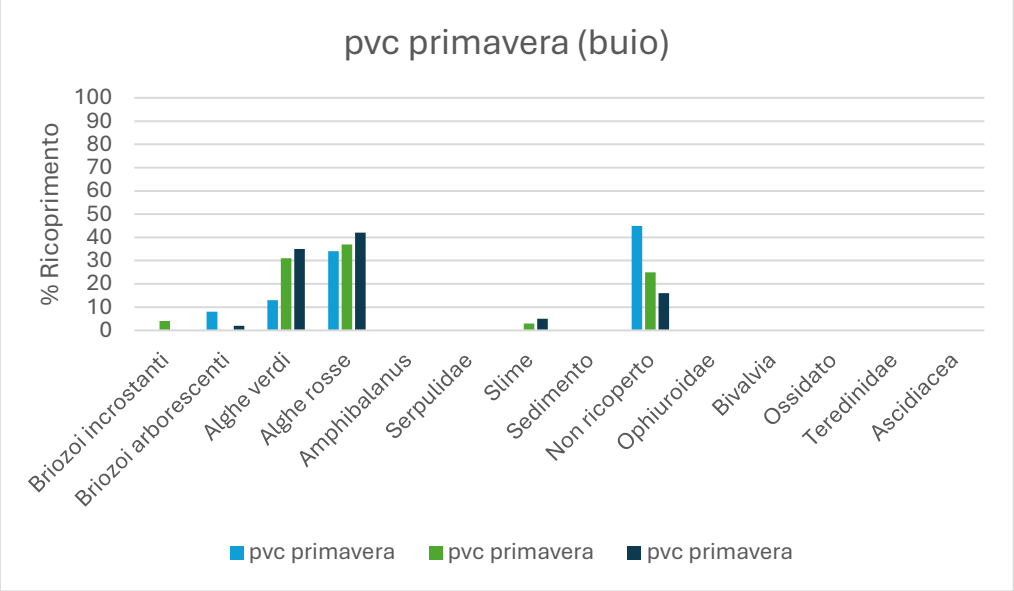


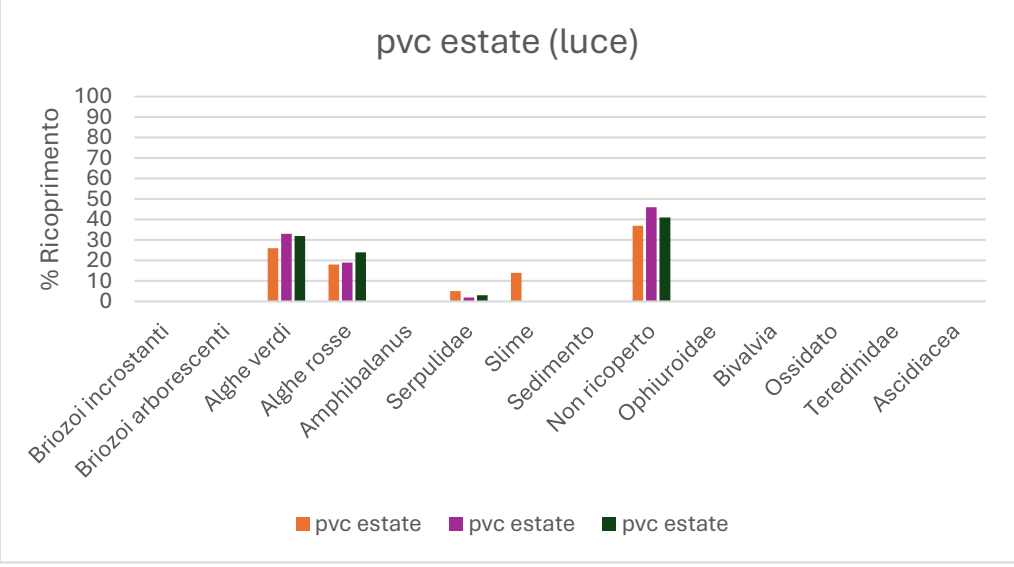

pvc autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc autunno
pvc autunno
pvc autunno

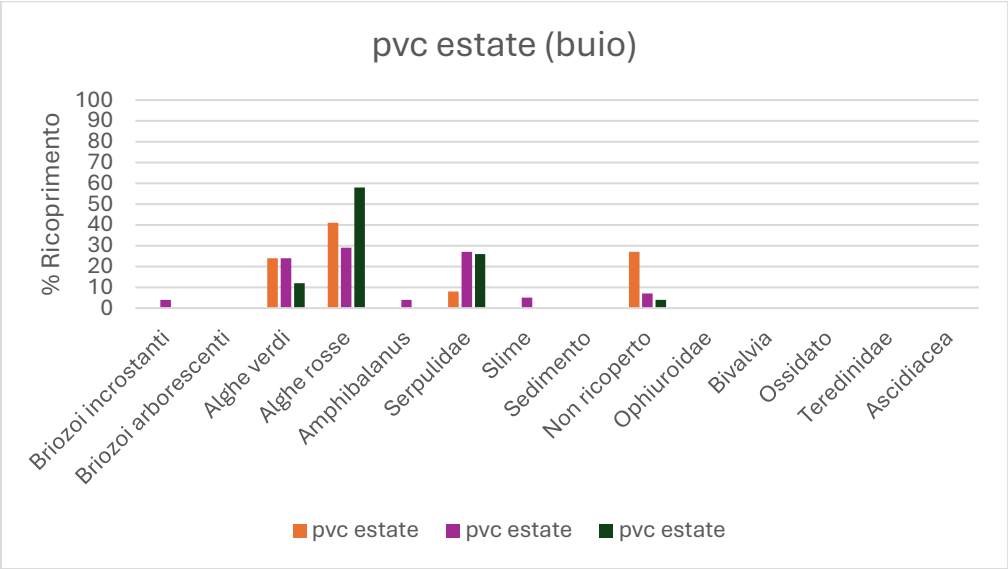

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno


pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

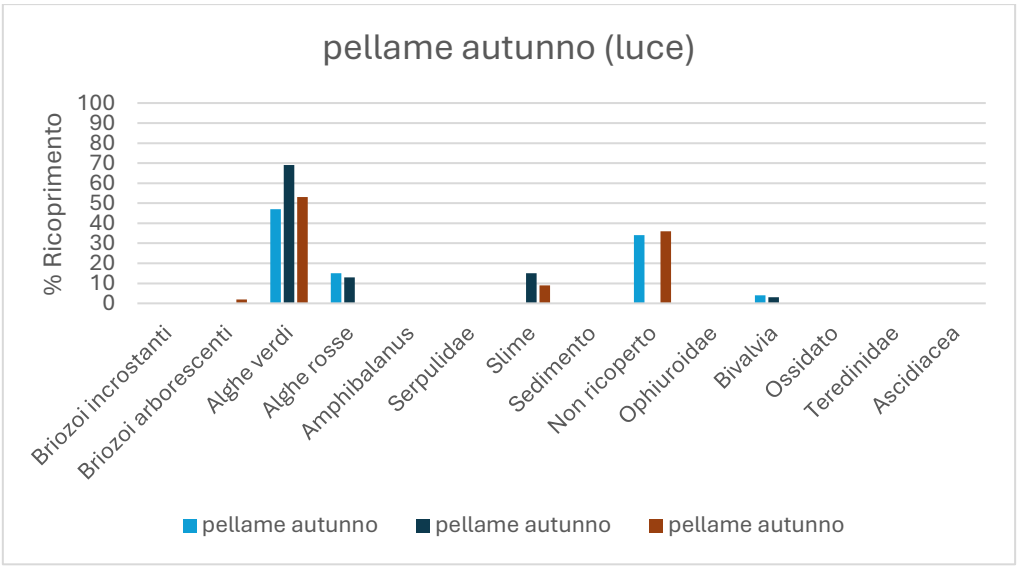

pvc primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

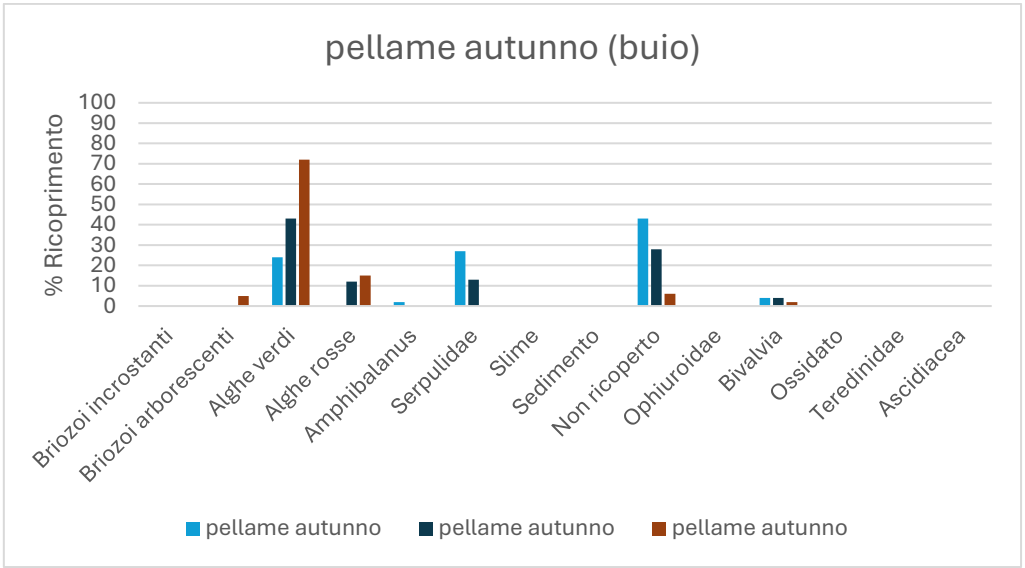

pvc primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

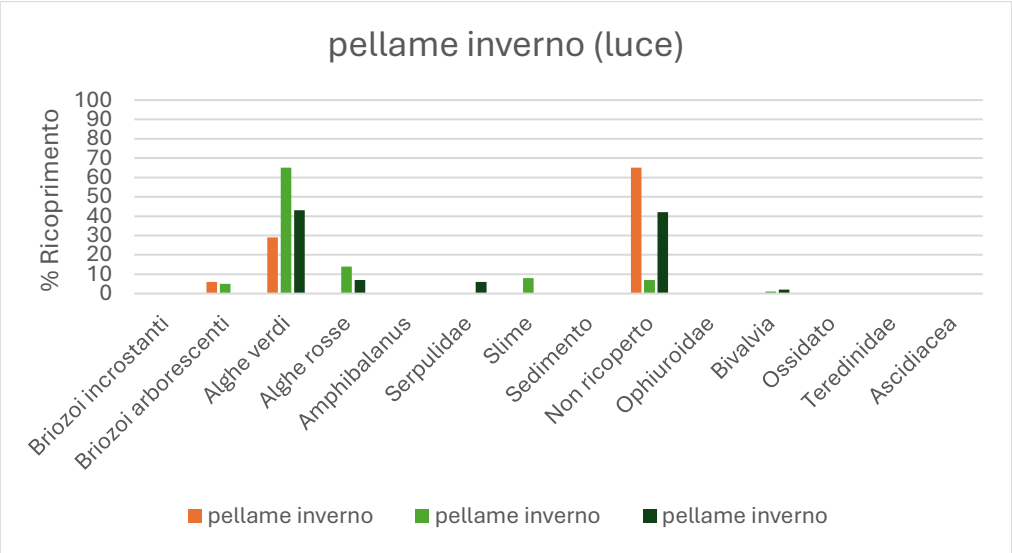

pvc estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc estate
pvc estate
pvc estate

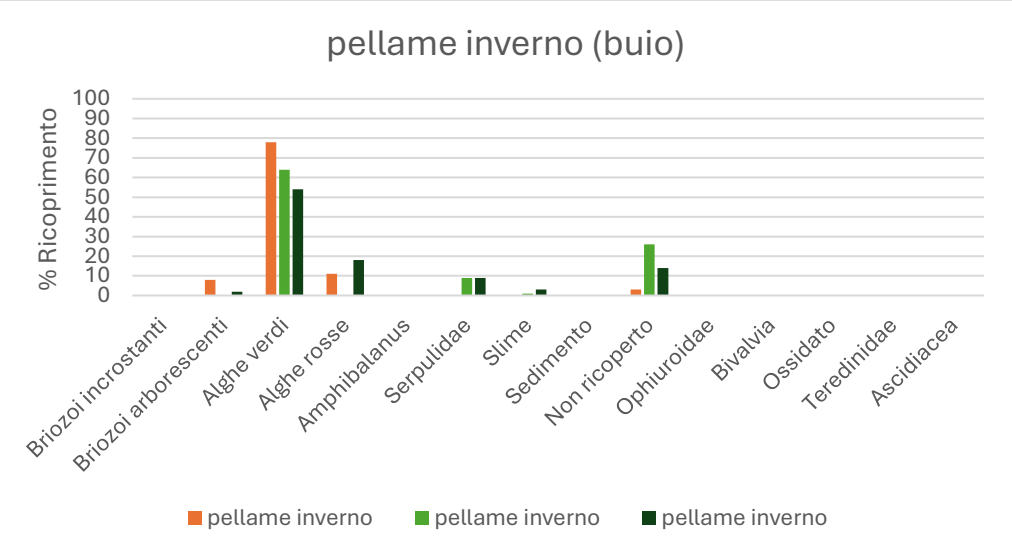


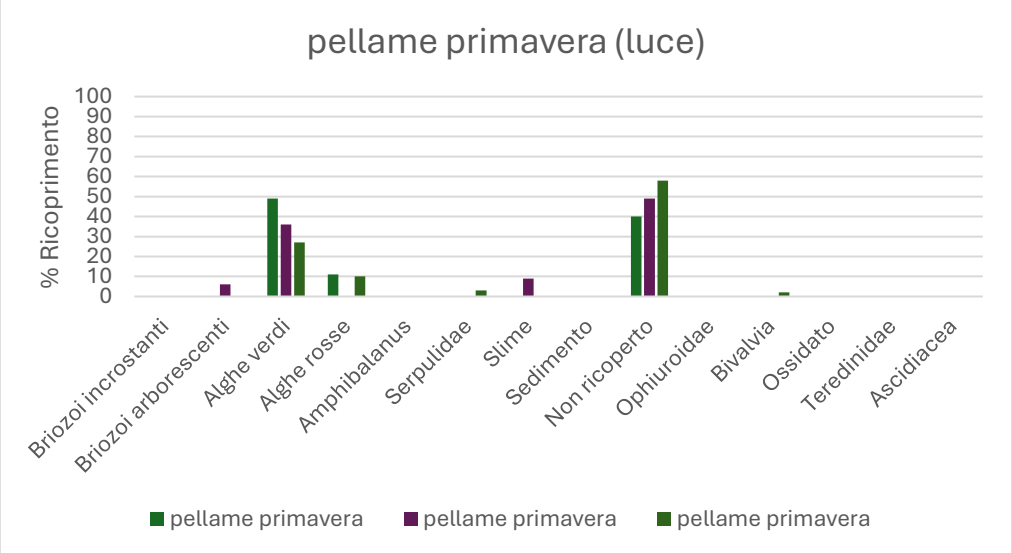
Frame 15 m - Pellame

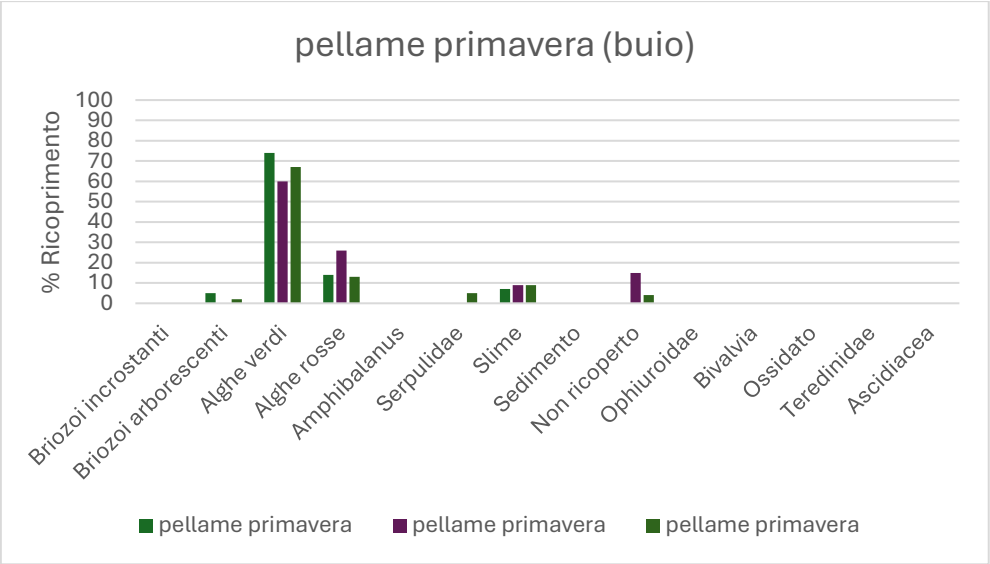


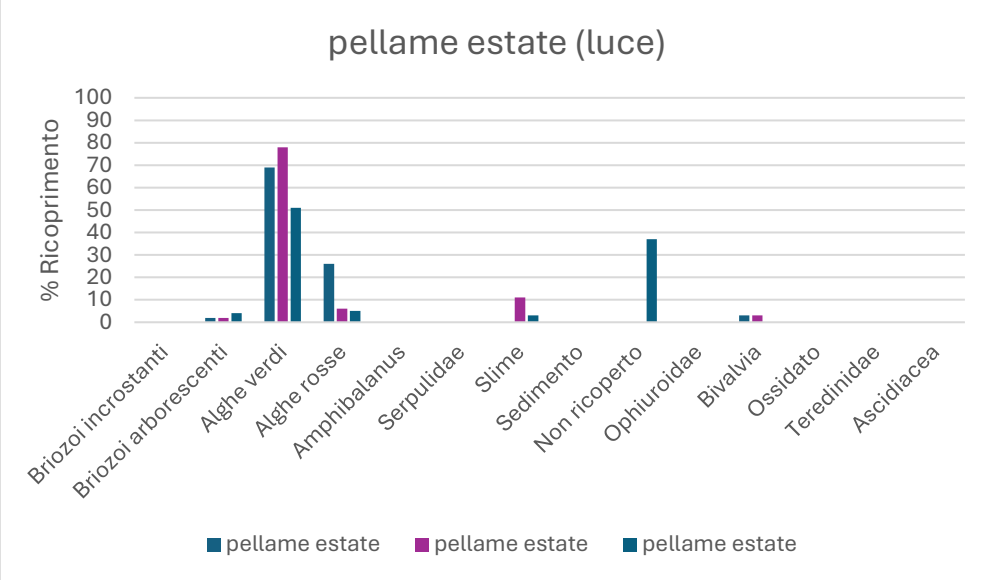


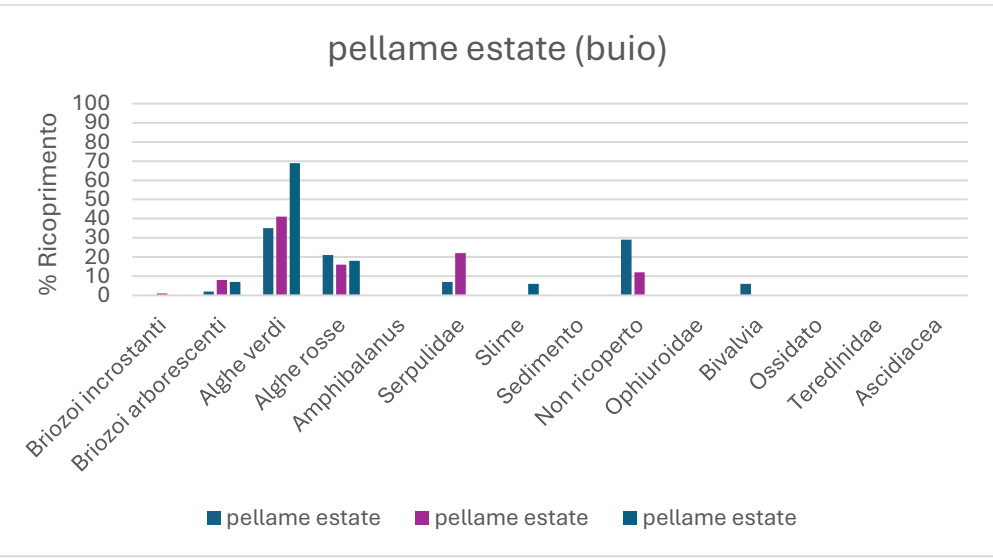

pellame inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno


pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

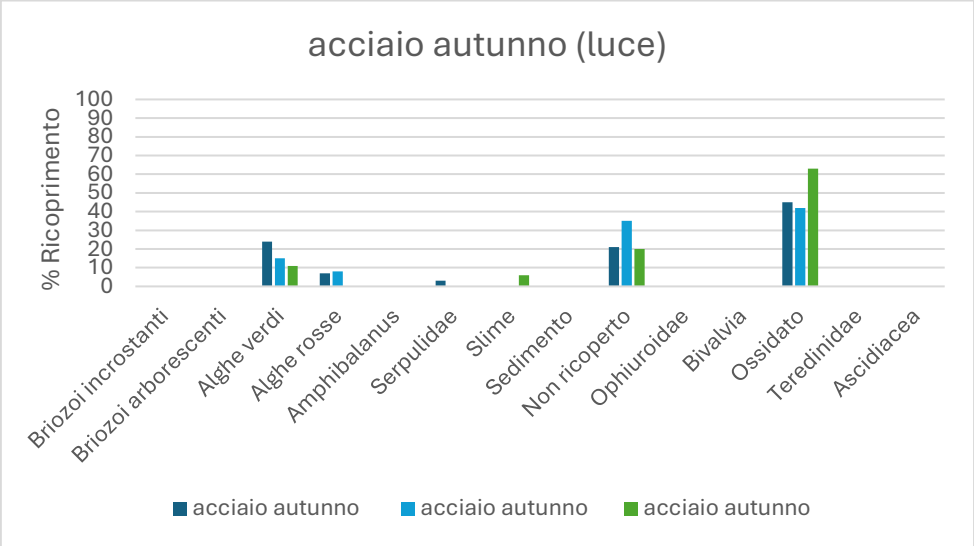

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

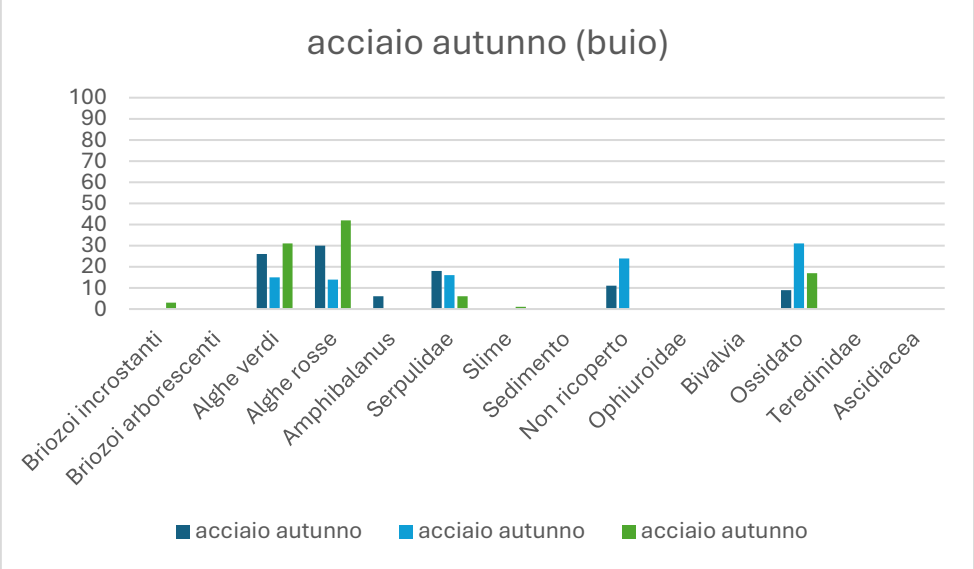

pellame primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

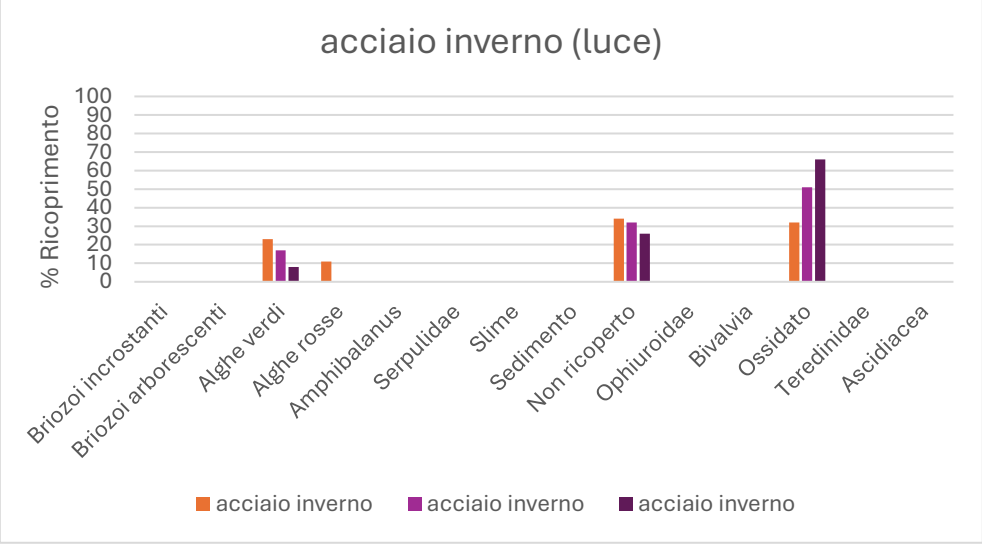

pellame estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame estate
pellame estate
pellame estate

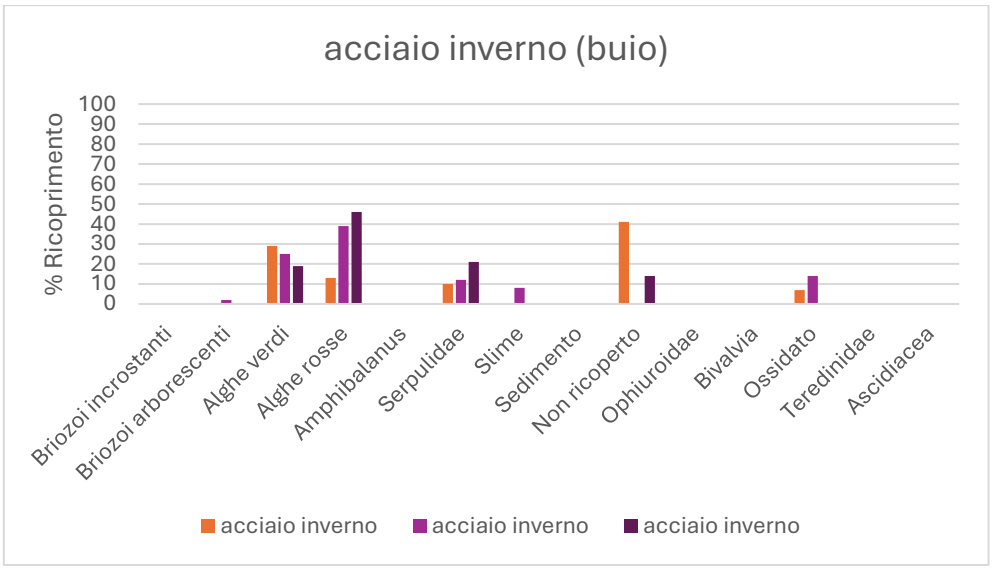

pellame estate (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame estate
pellame estate
pellame estate

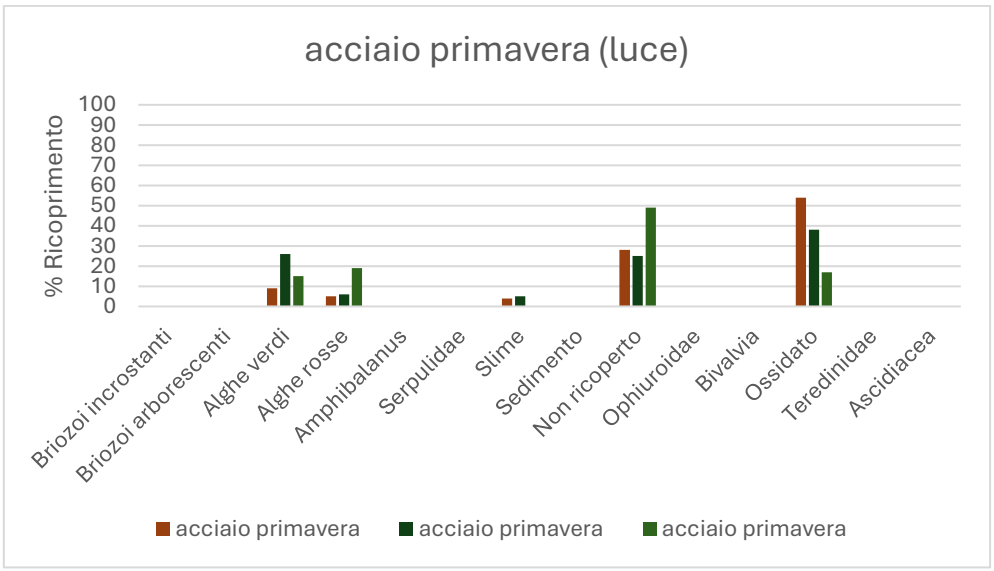
Frame 15 m – INOX

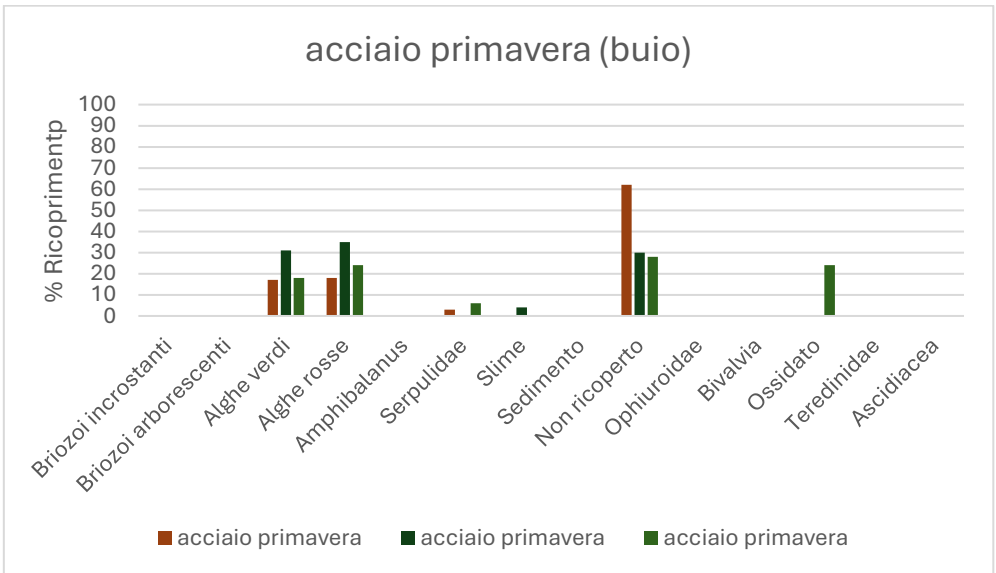


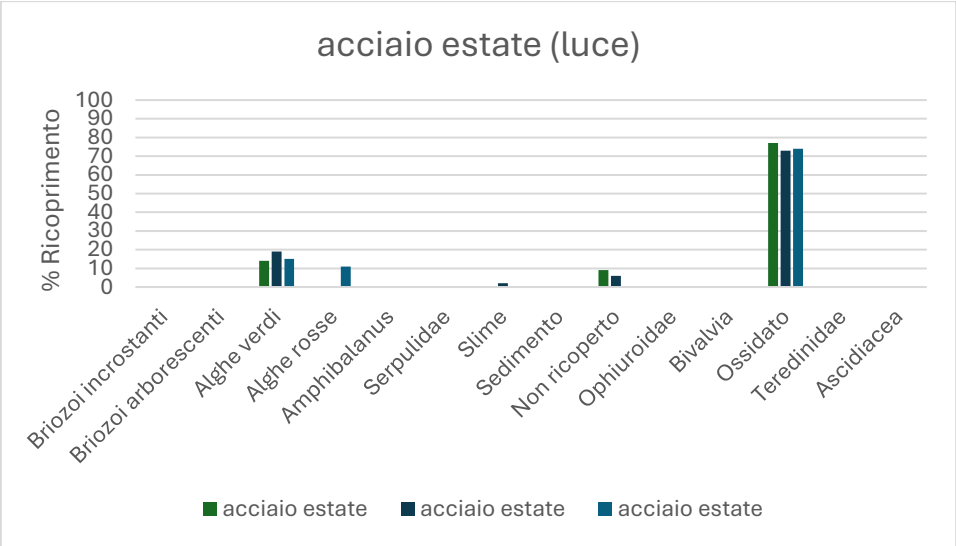


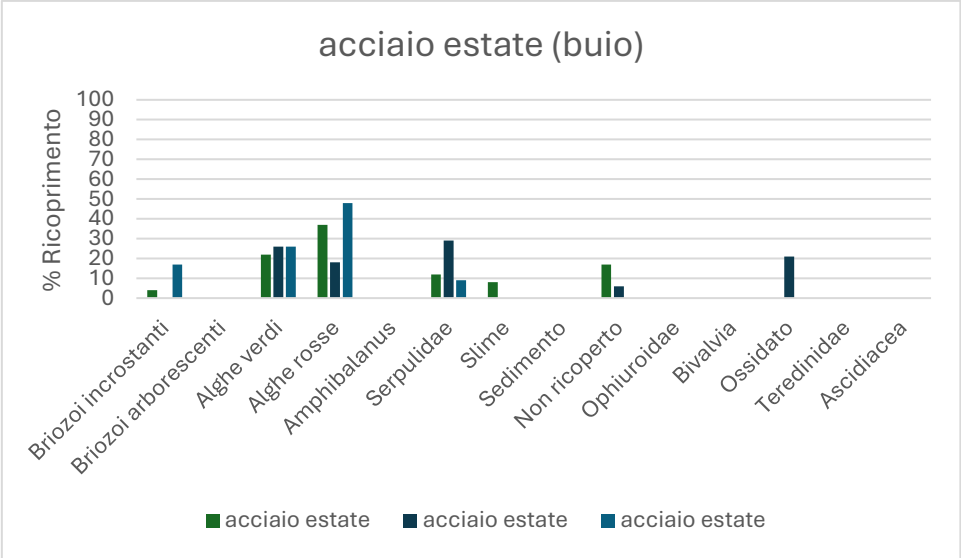



acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno


acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

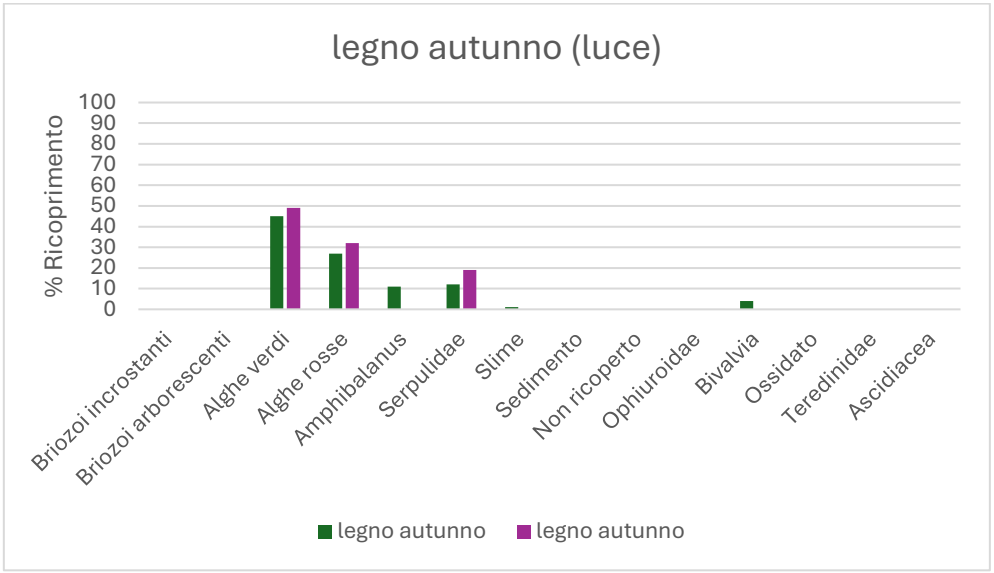

acciaio primavera (buio)
% Ricoprimentp
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

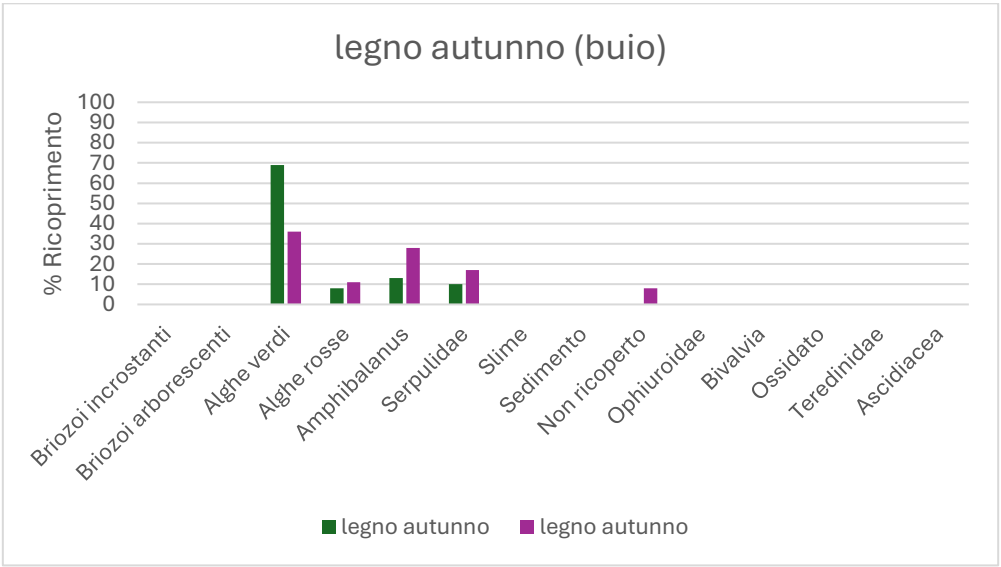

acciaio estate (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio estate
acciaio estate
acciaio estate

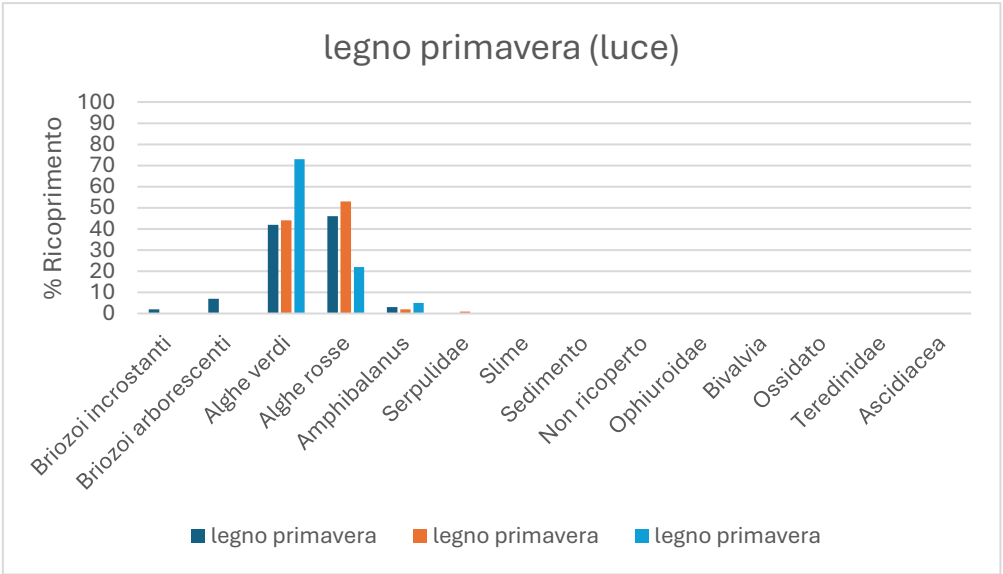

acciaio estate (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio estate
acciaio estate
acciaio estate

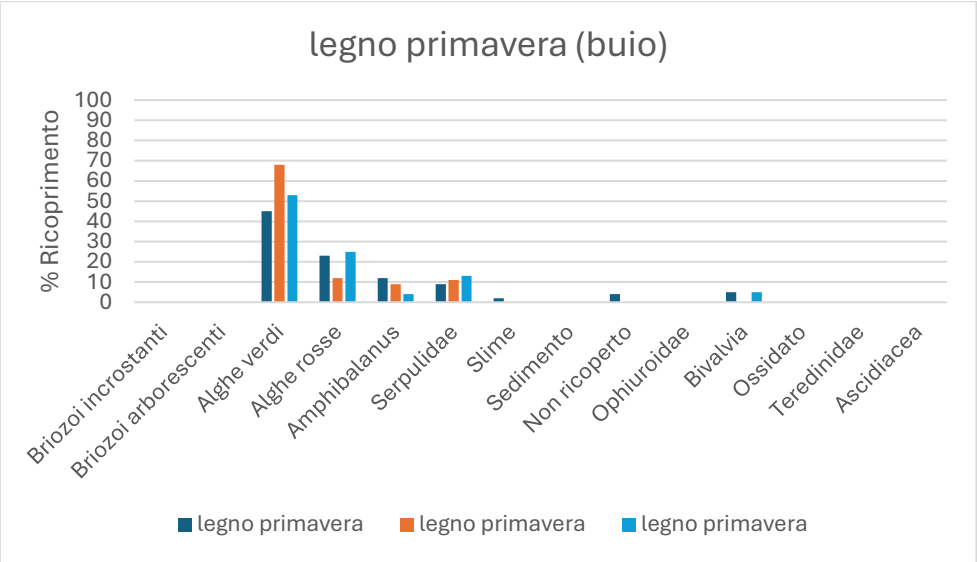
Terzo campionamento

Frame 0,5 m – Legno

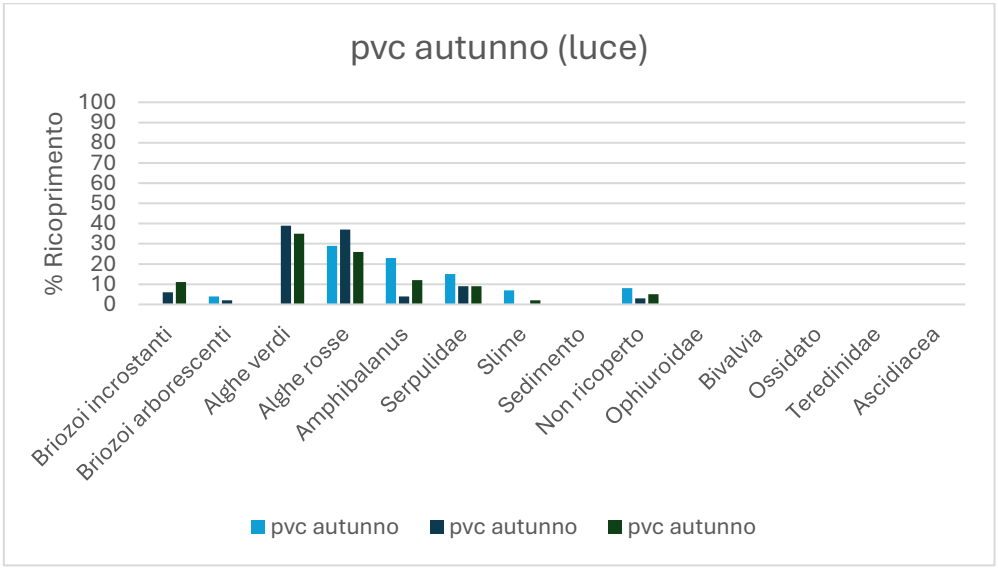


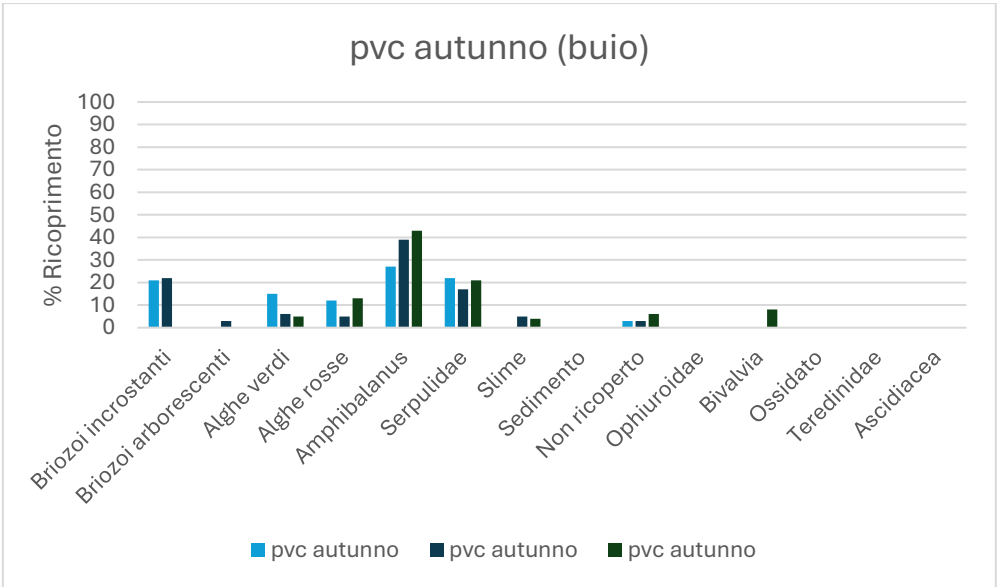


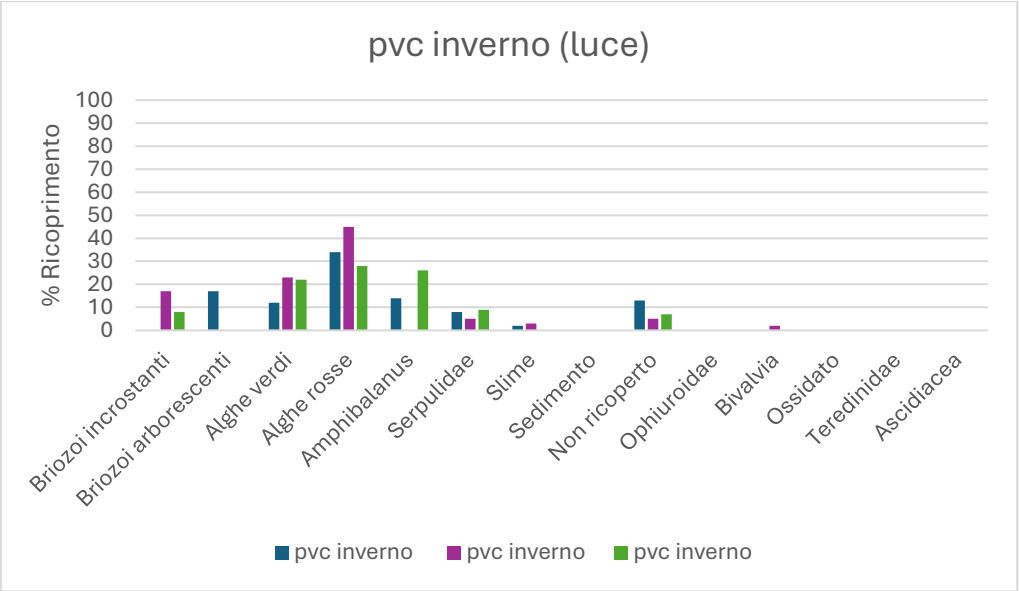


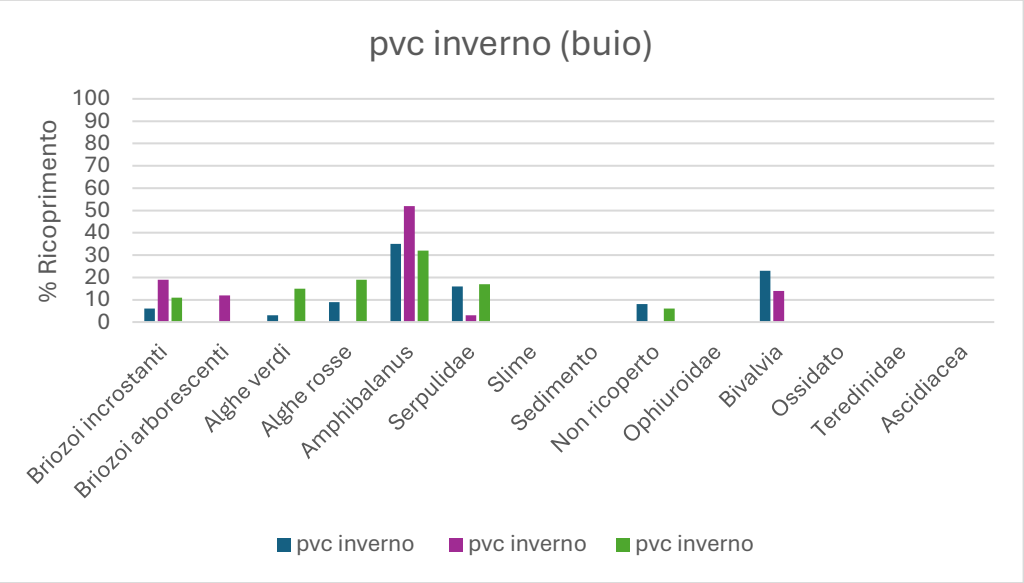


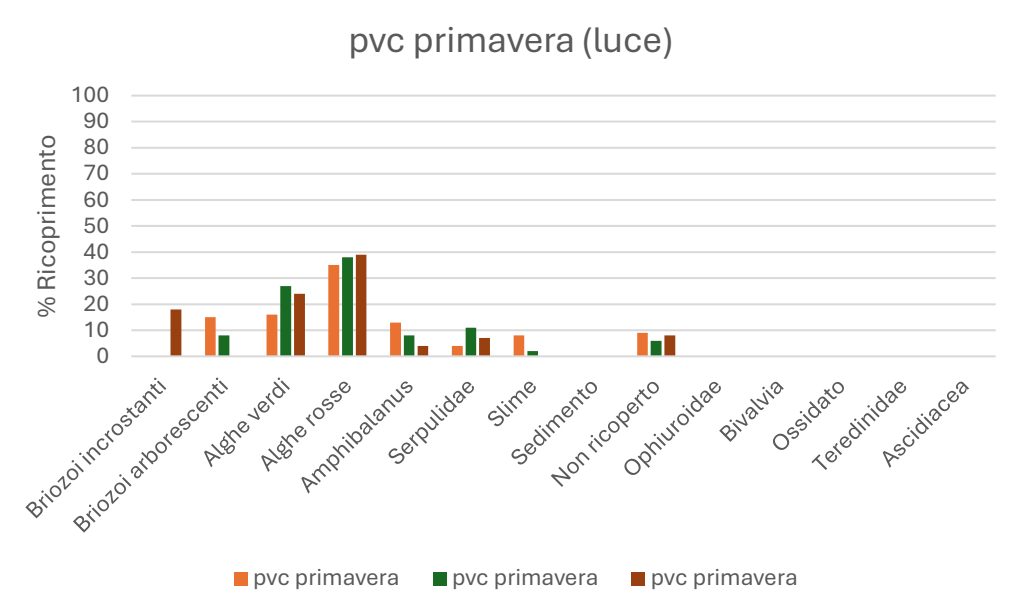
Frame 0,5 m – PVC

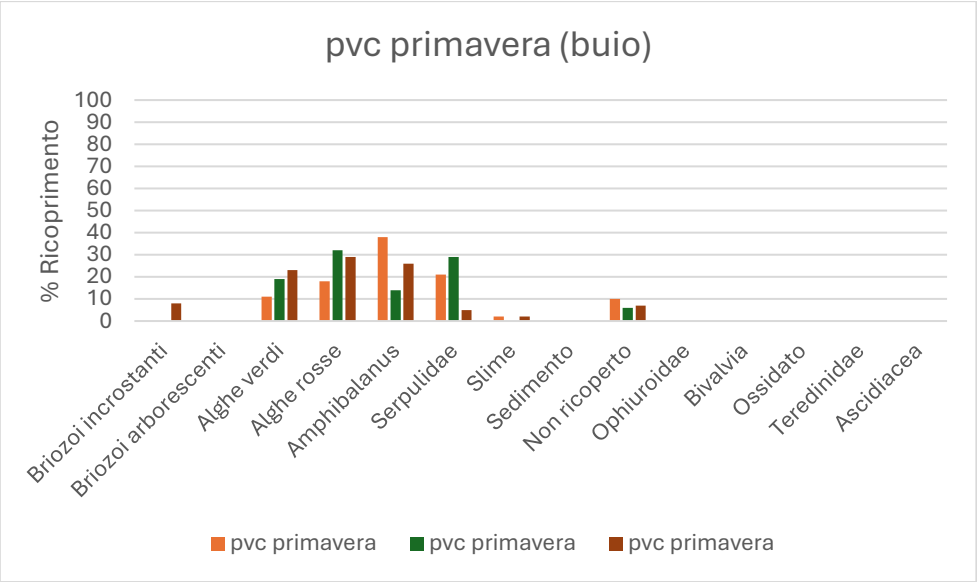




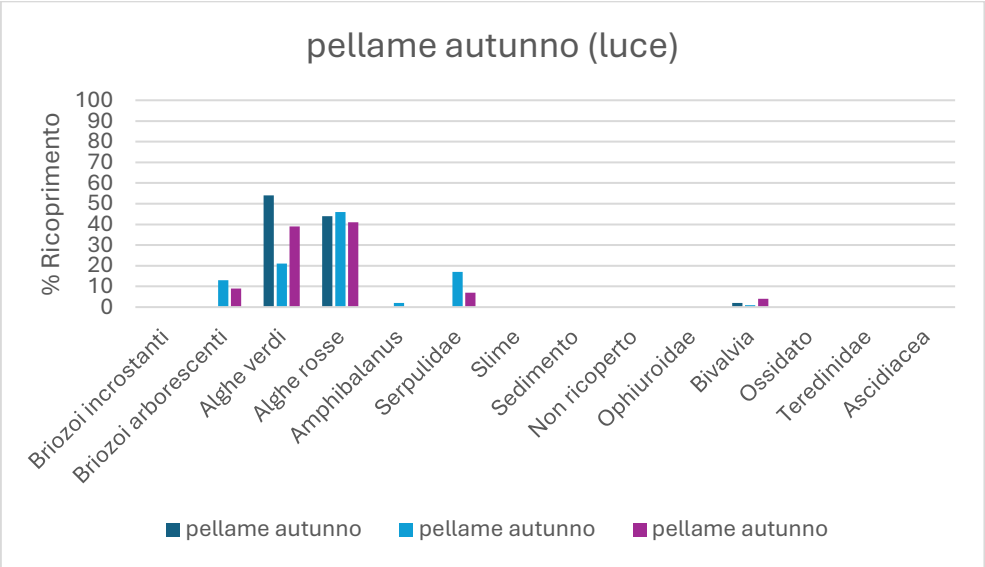

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

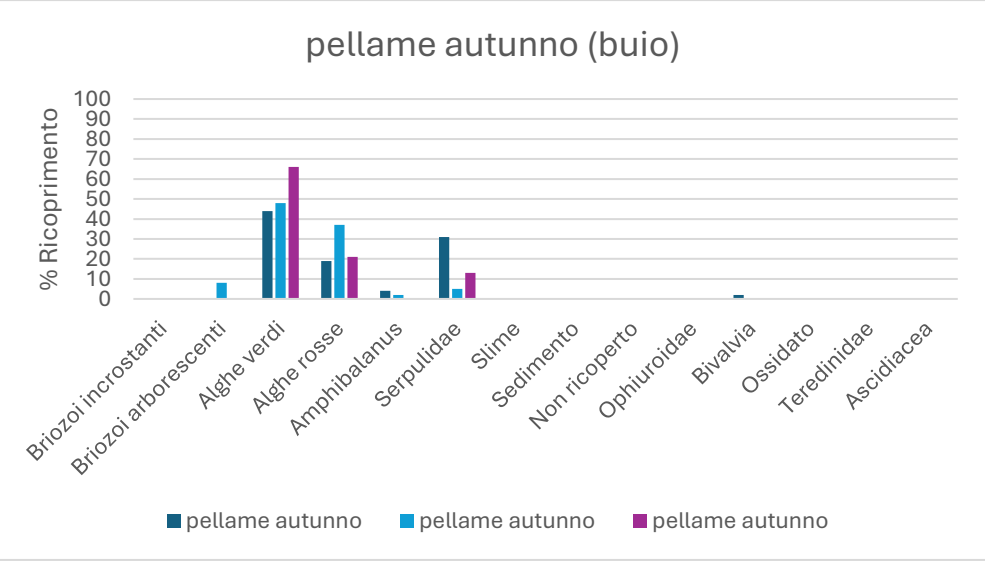

pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

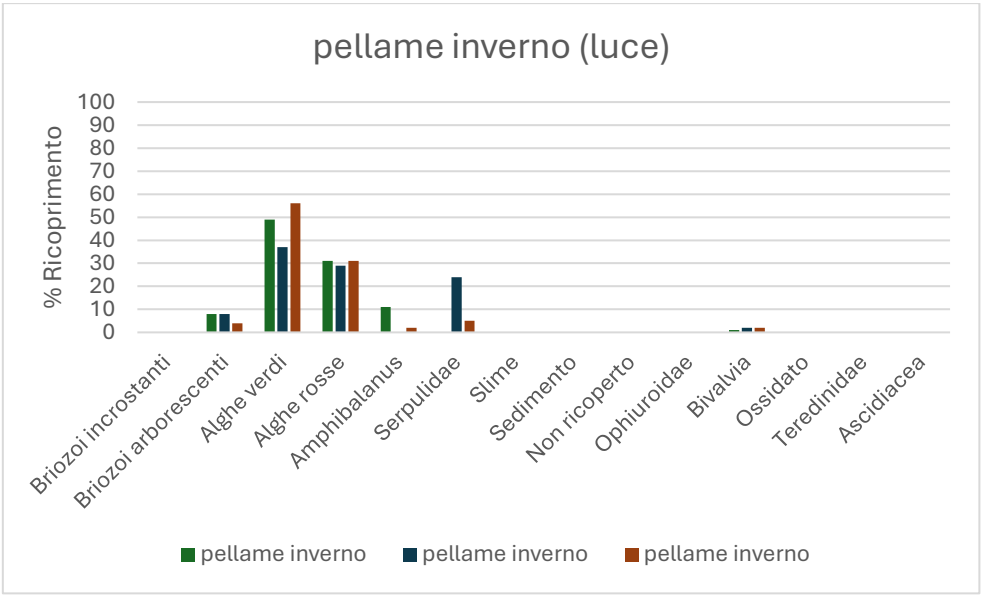

pvc primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

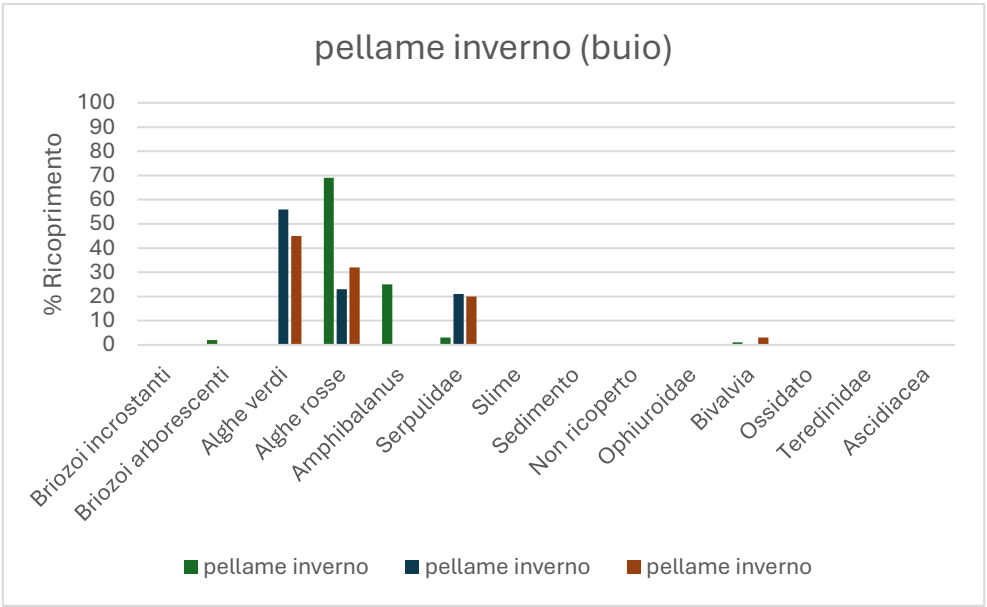


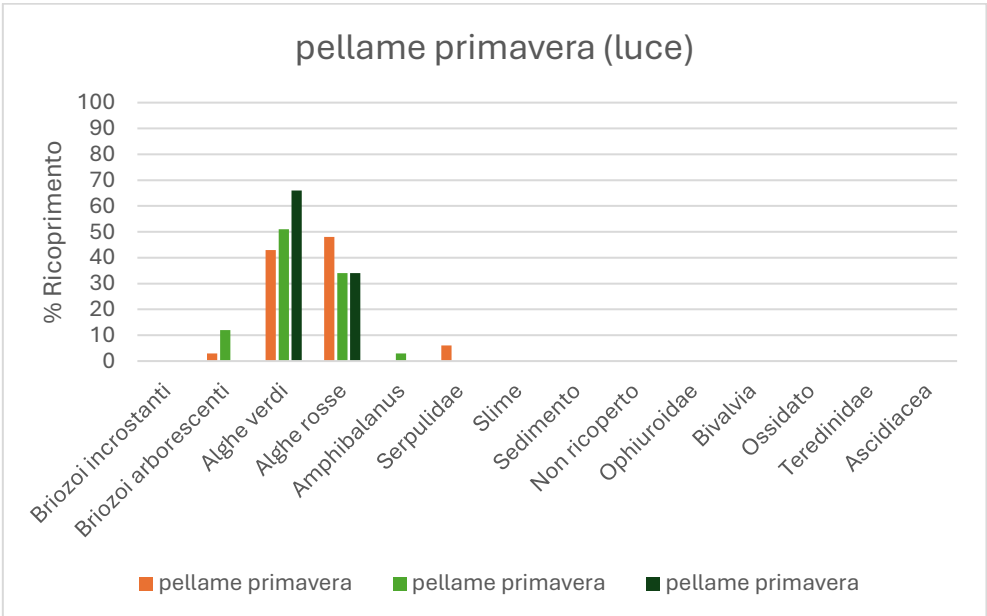
Frame 0,5 m – Pellame

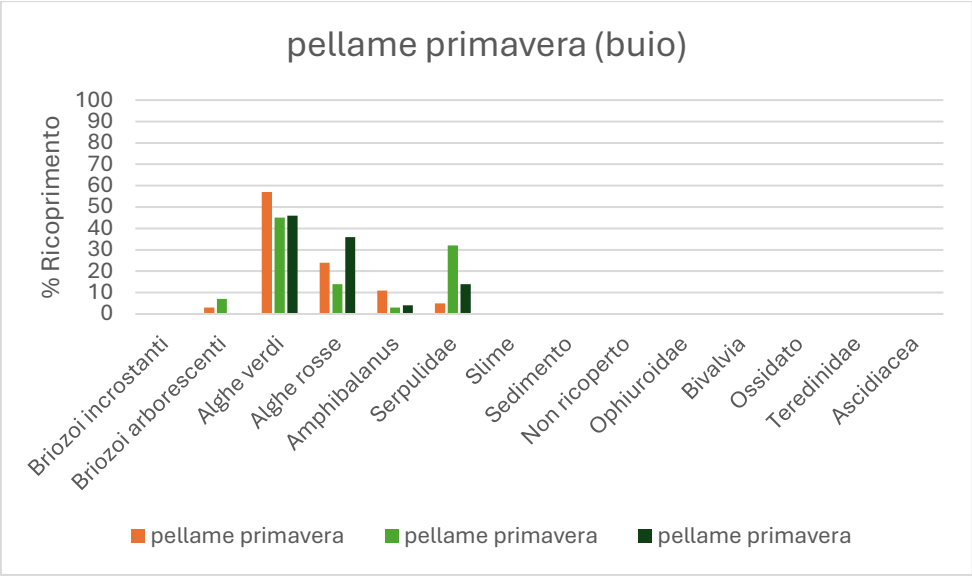




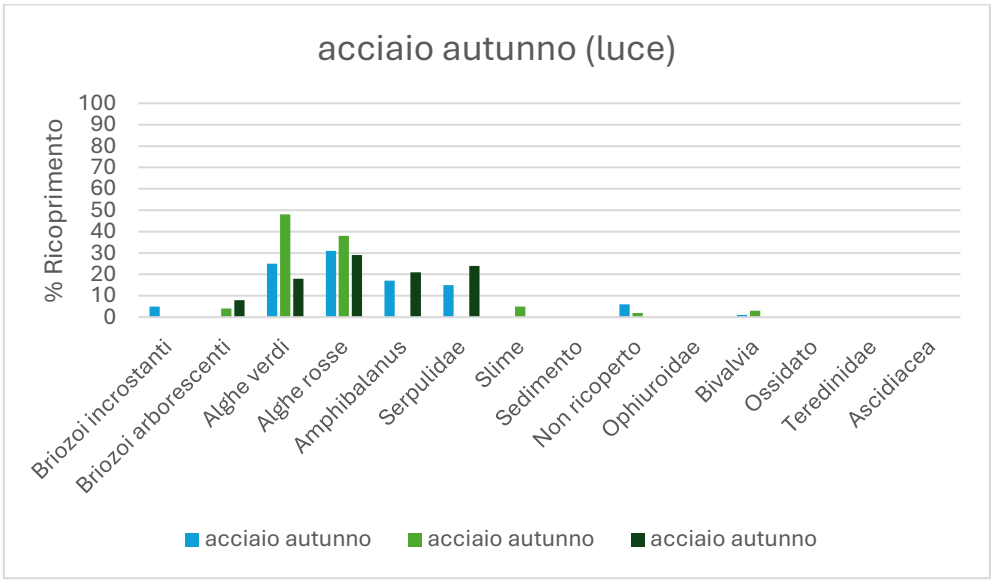

pellame inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

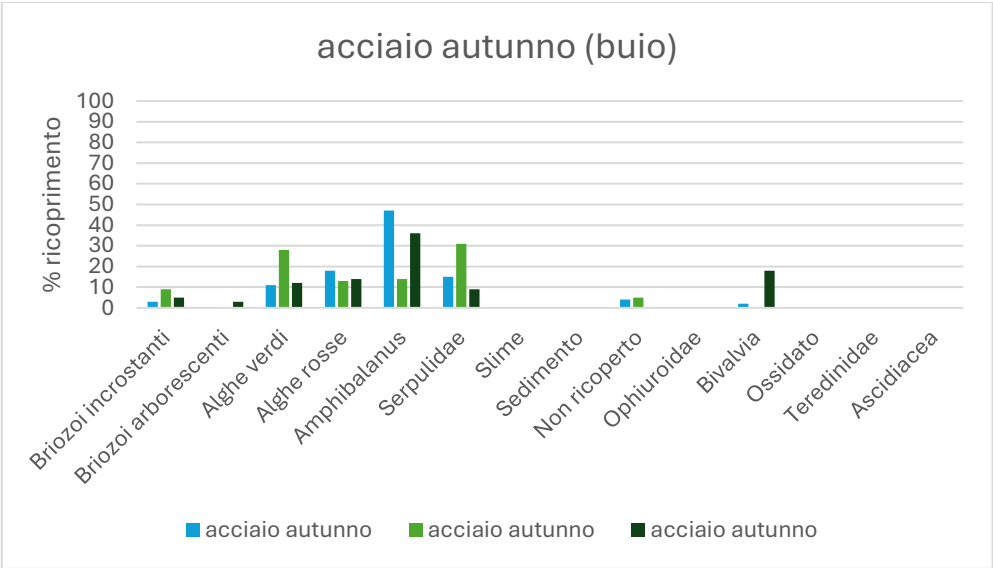

pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

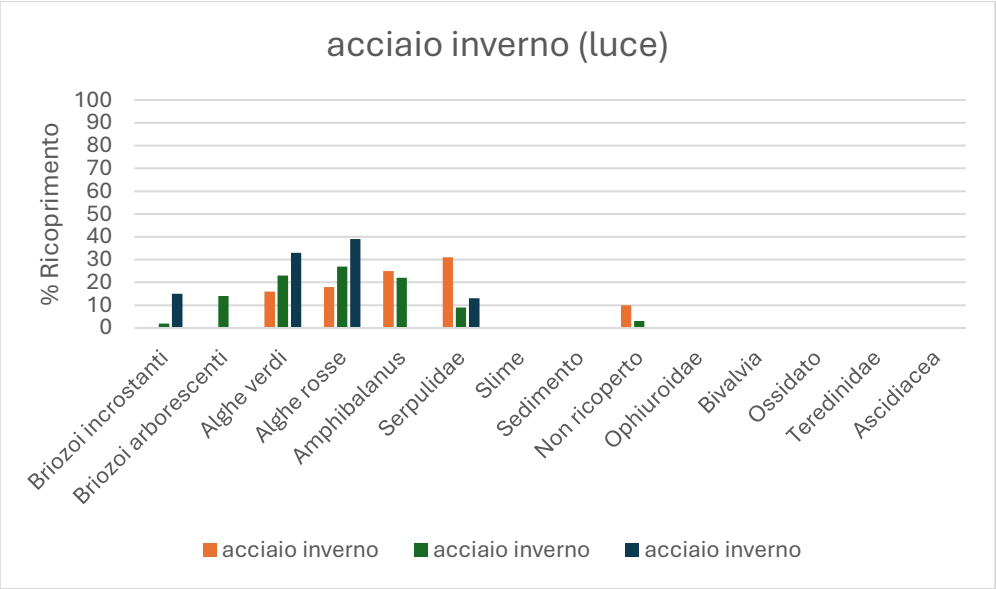

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

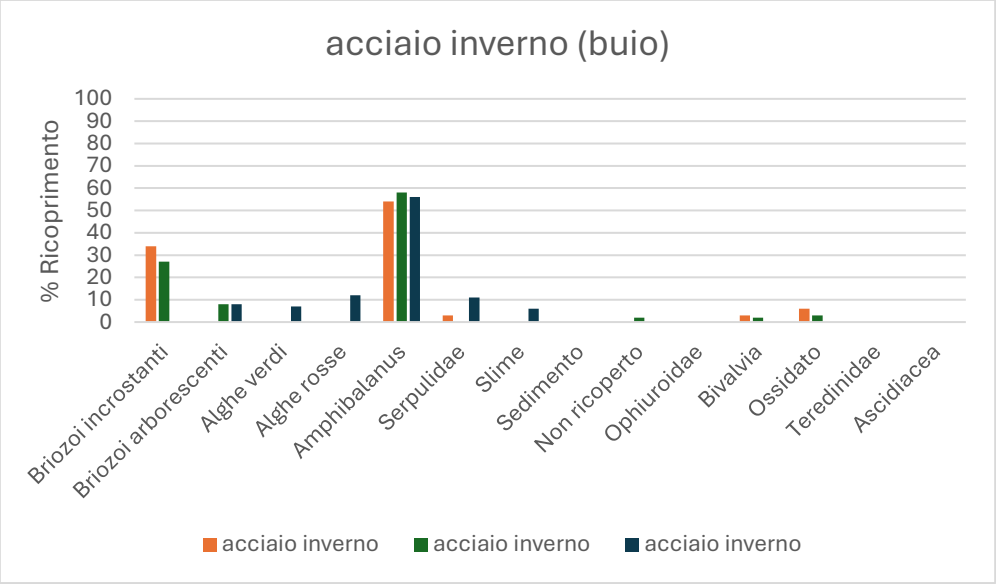


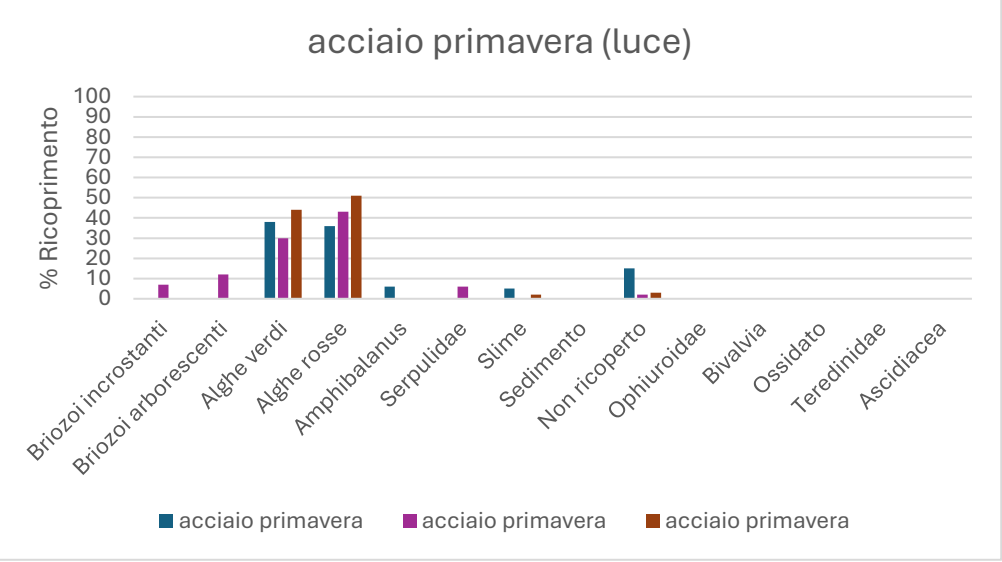
Frame 0,5 m – INOX

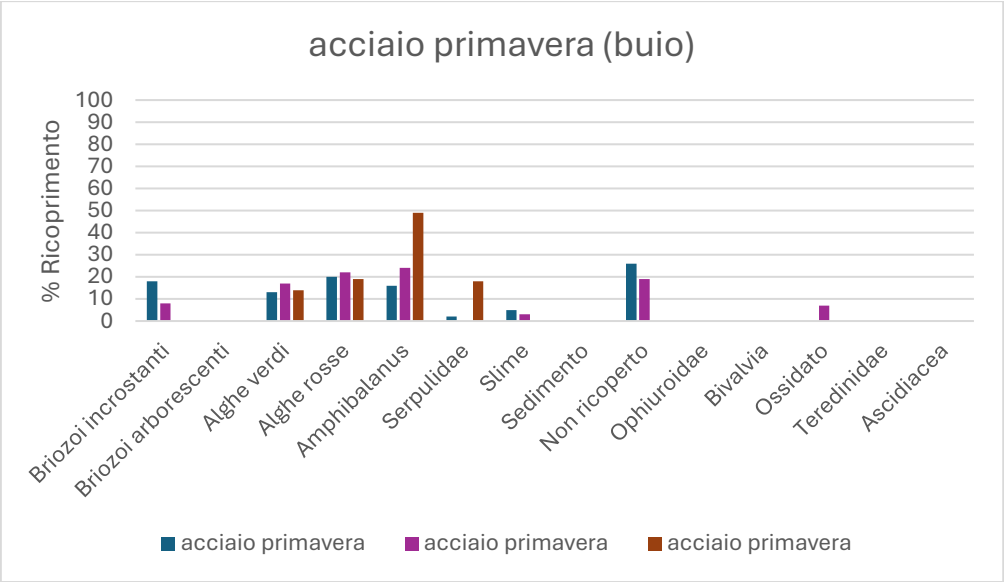




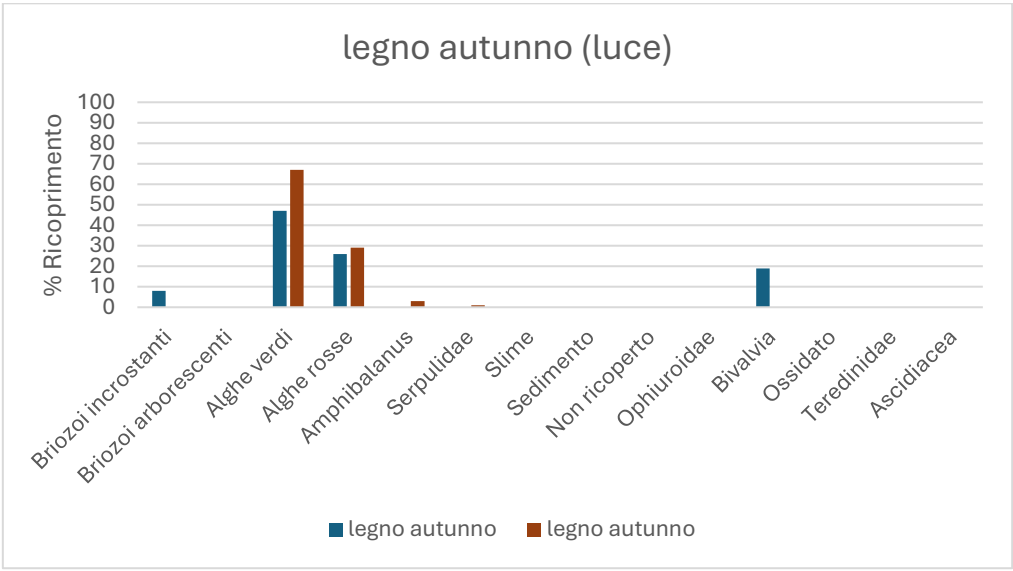

acciaio inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

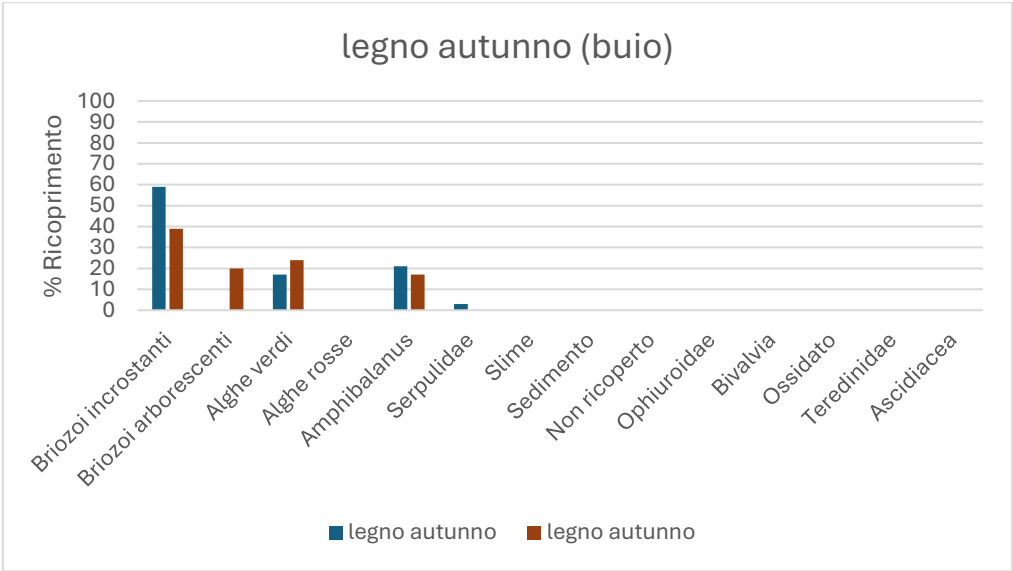

acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

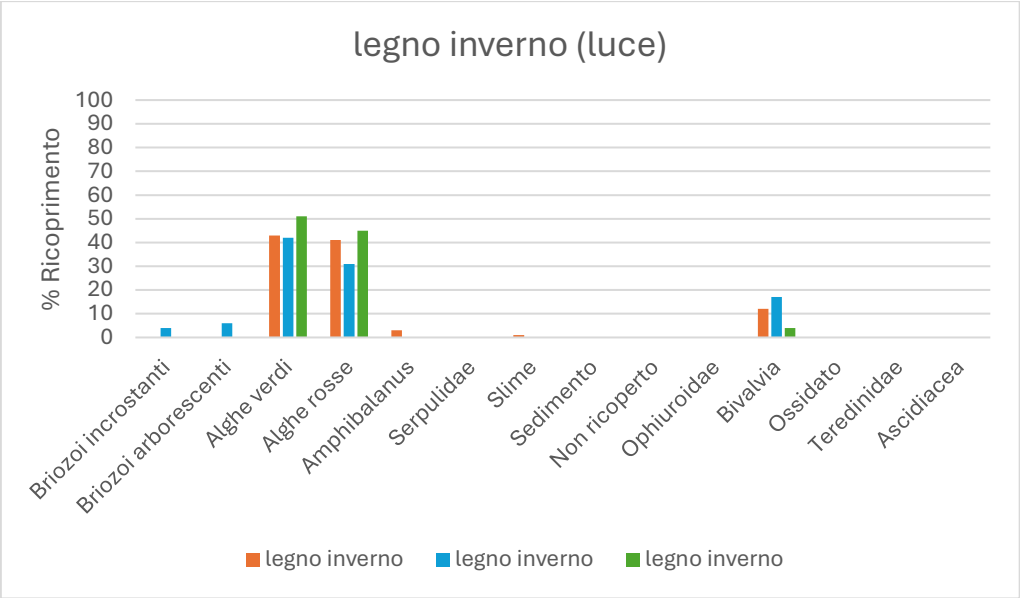

acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

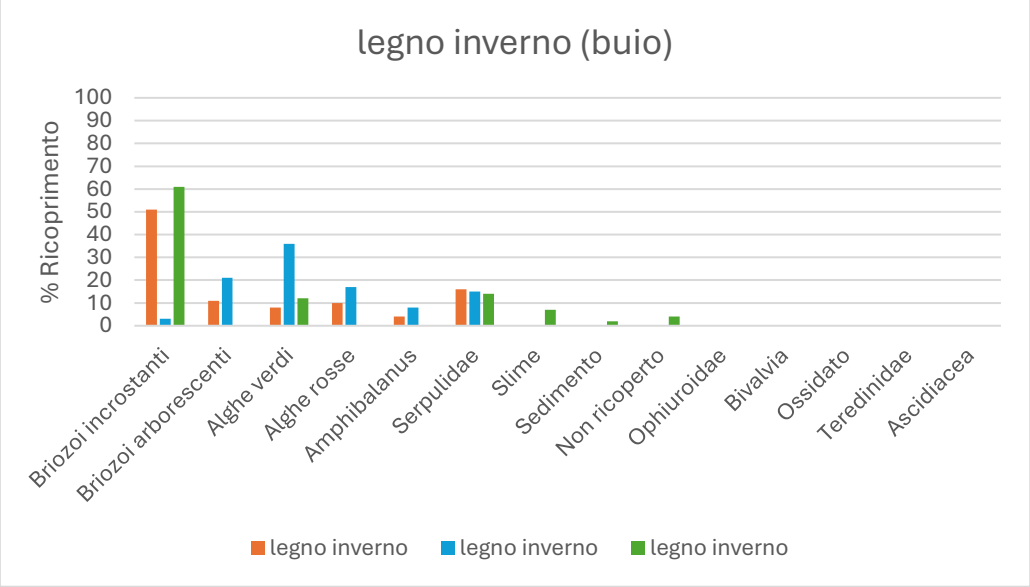


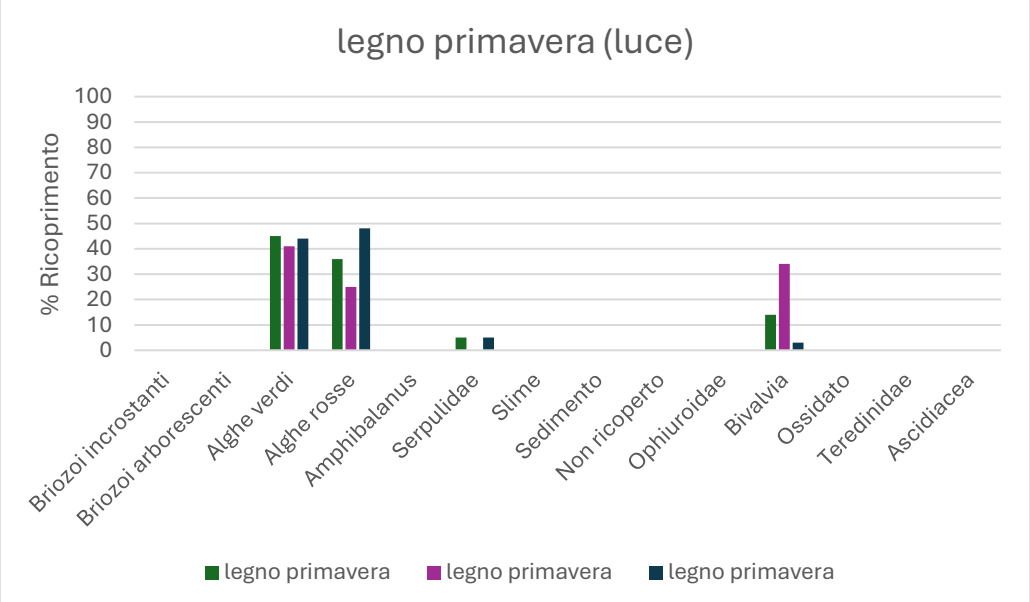
Frame 7,5 m – Legno

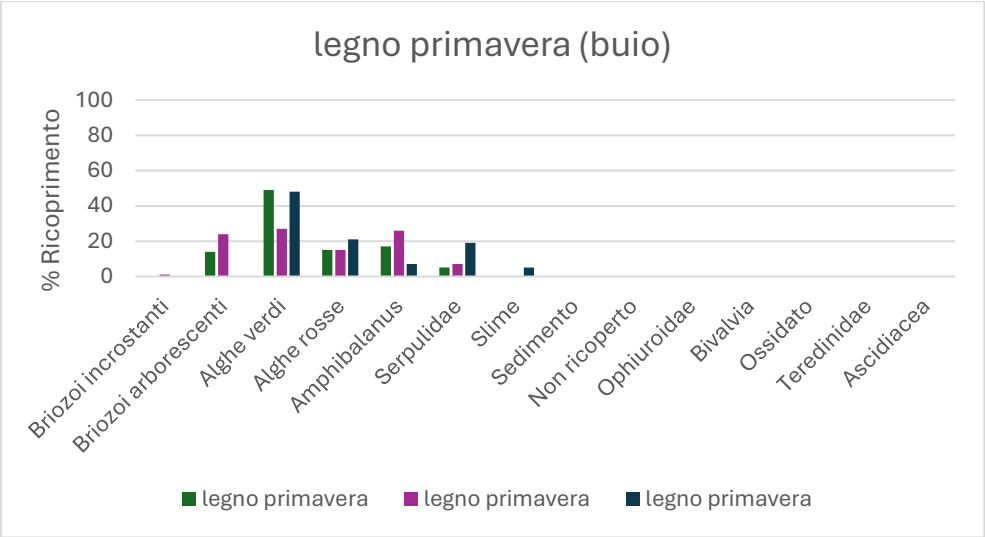




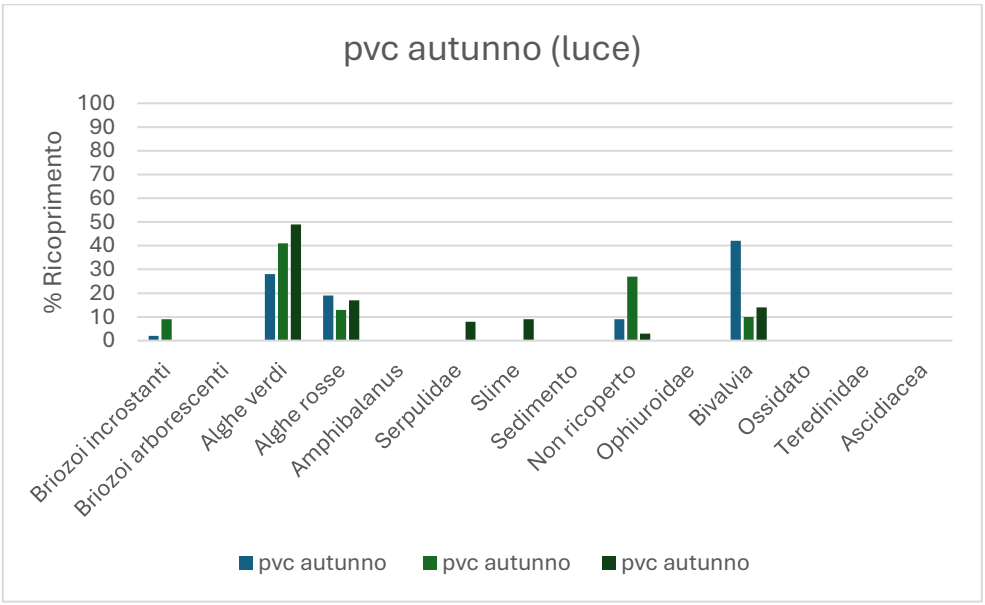

legno inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

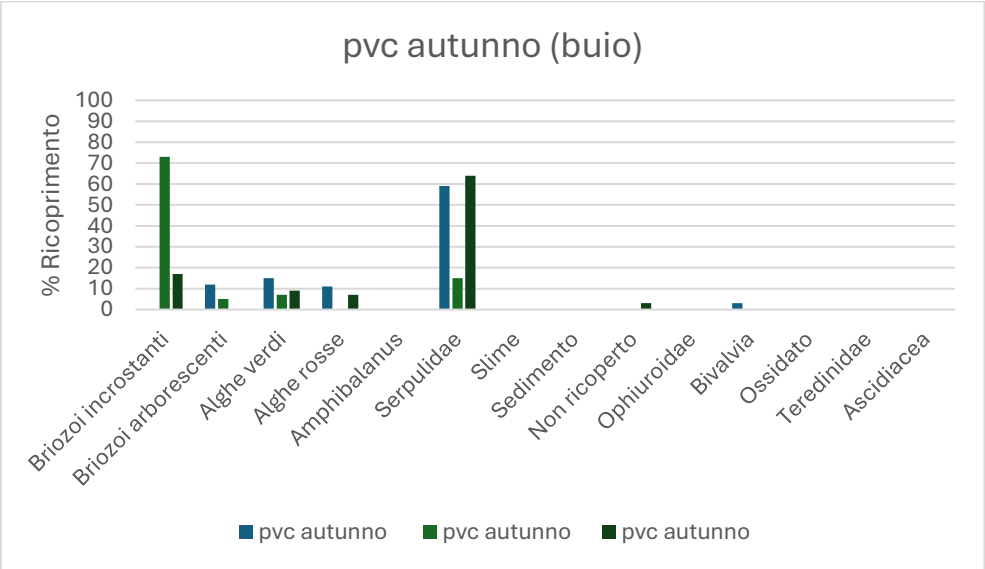

legno inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

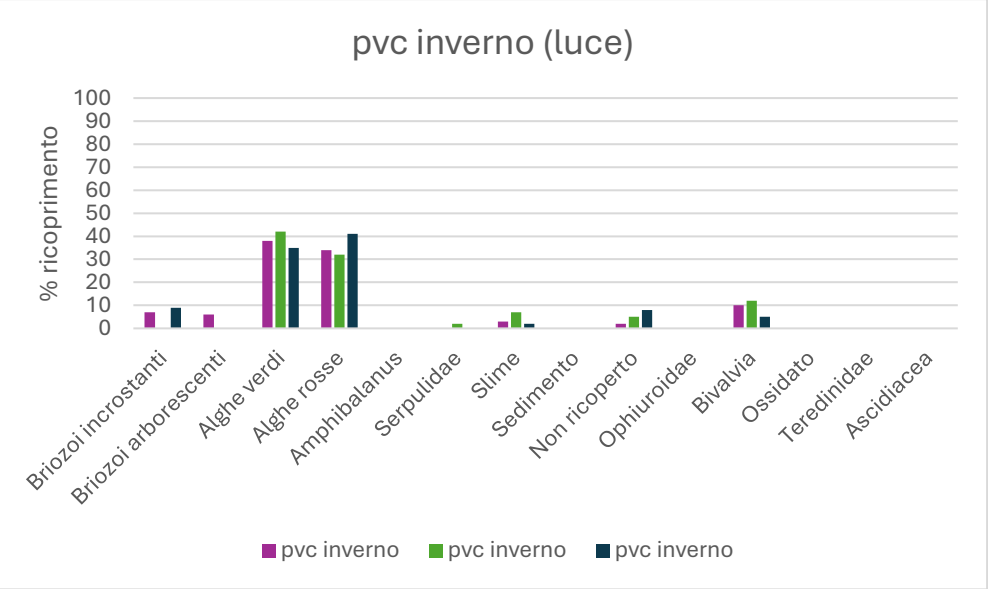

legno primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno primavera
legno primavera
legno primavera

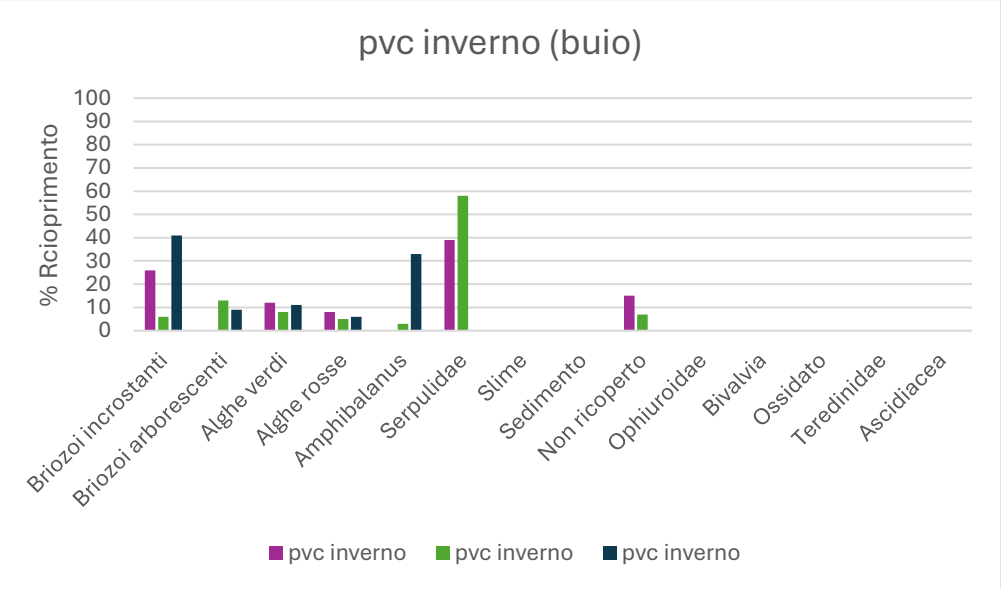


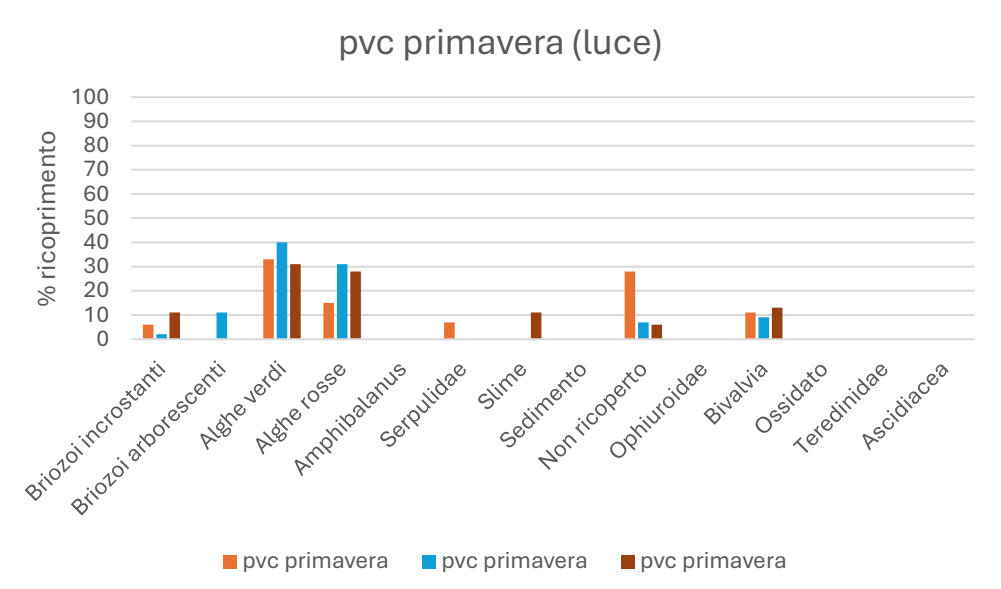
Frame 7,5 m – PVC

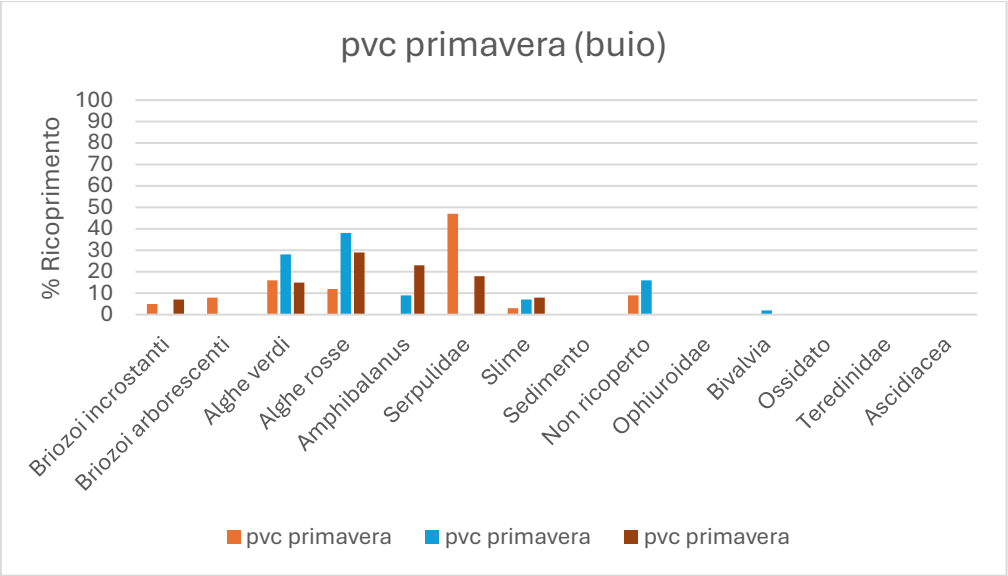




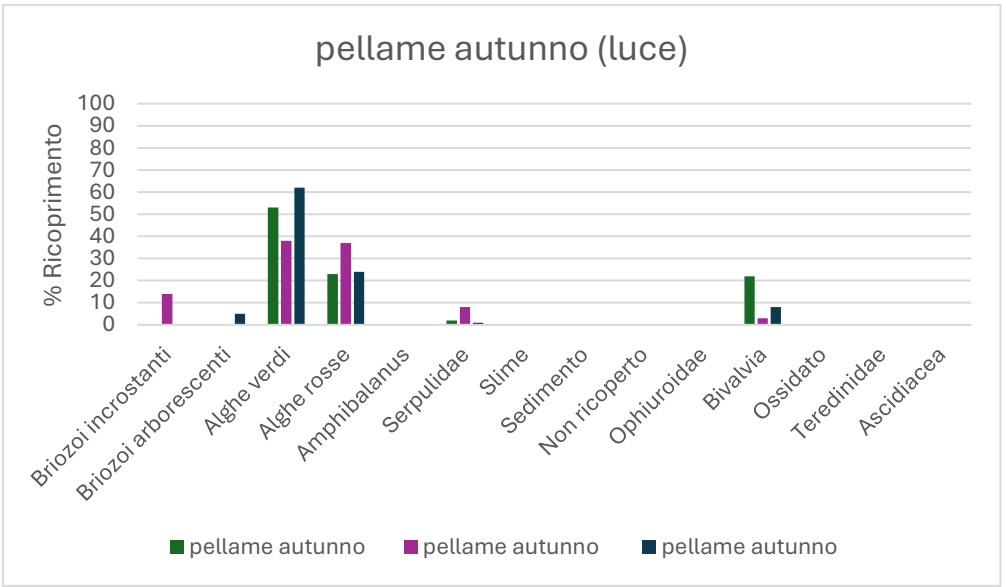

pvc inverno (luce)
% ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

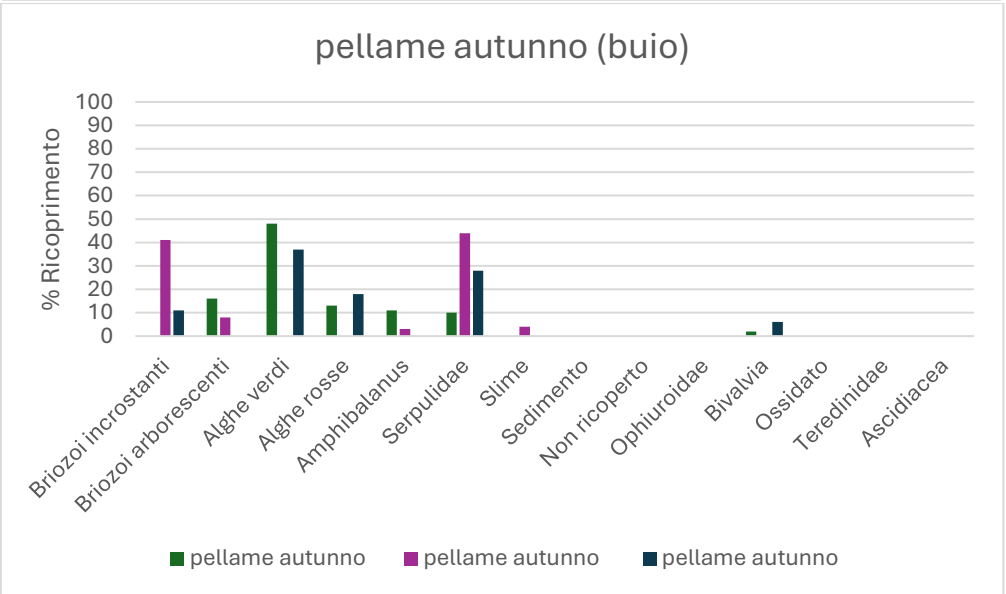

pvc inverno (buio)
% Rcioprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

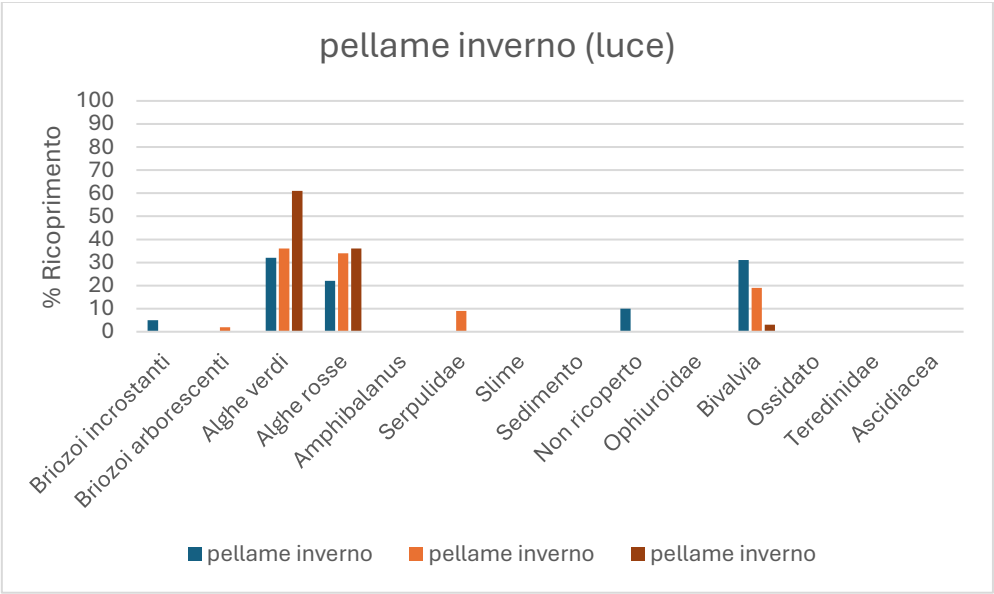

pvc primavera (luce)
% ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

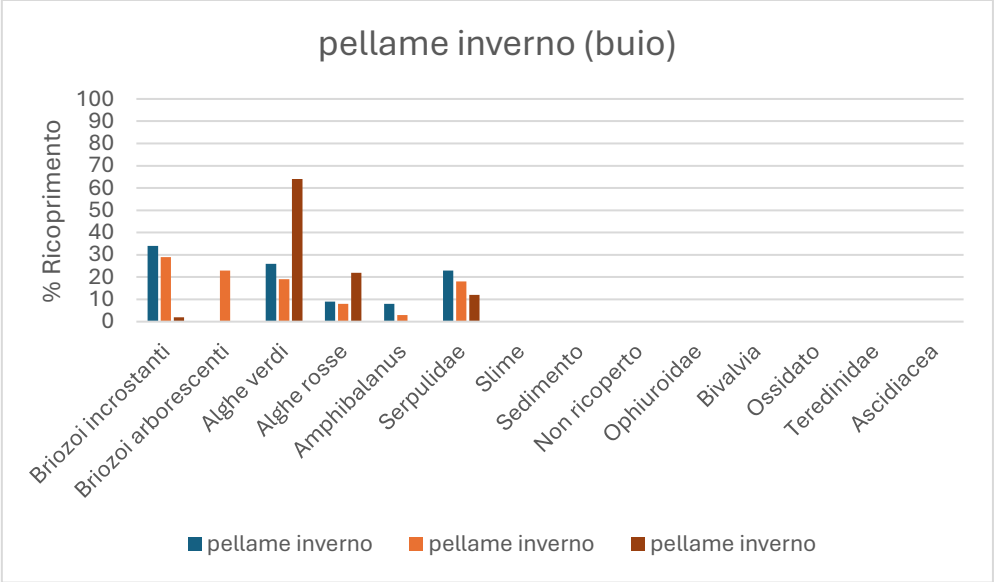


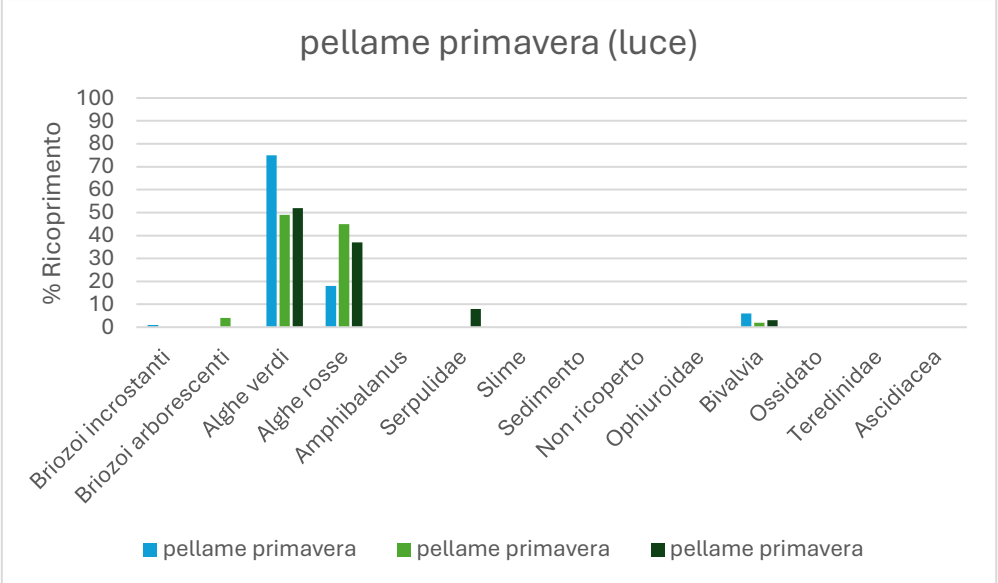
Frame 7,5 m – Pellame

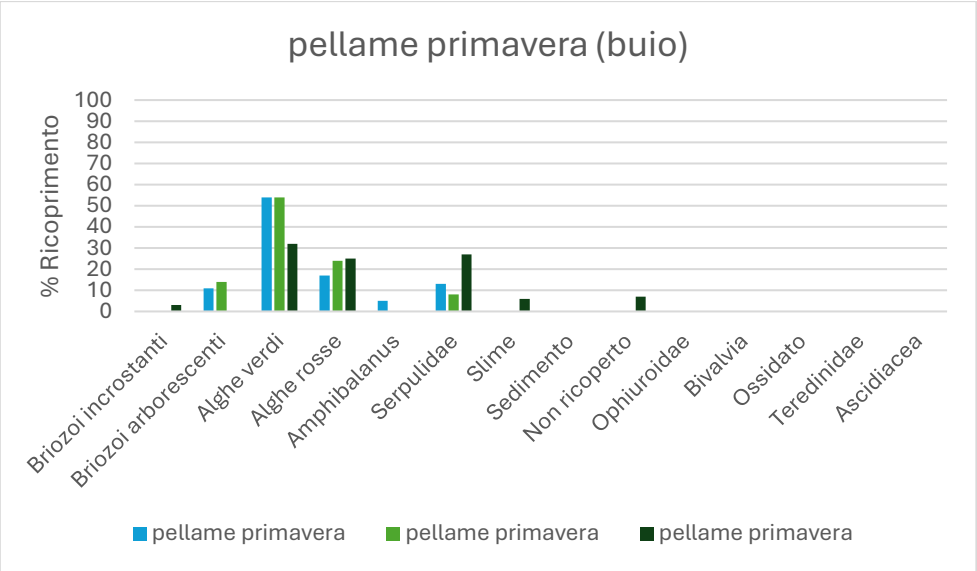




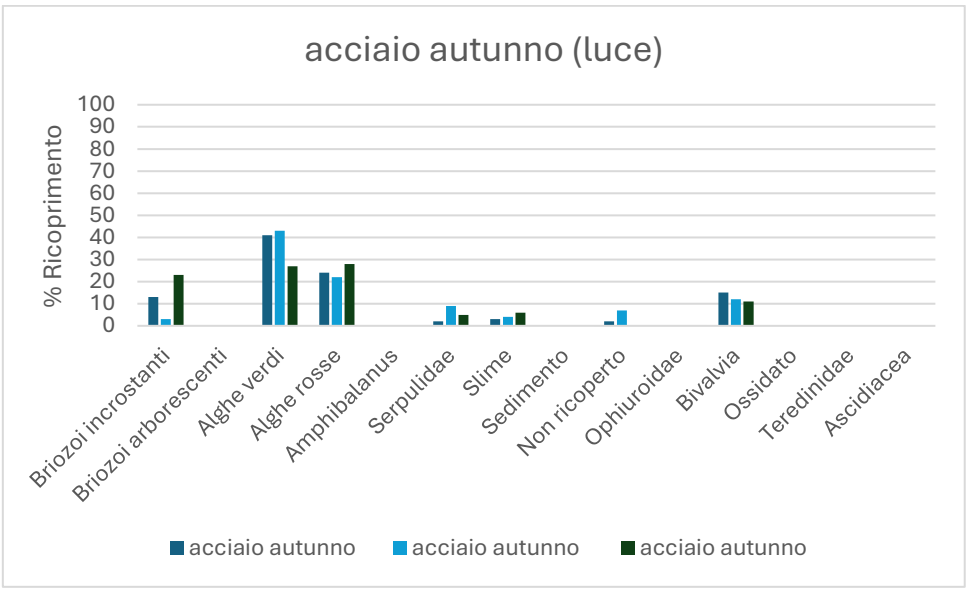

pellame inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

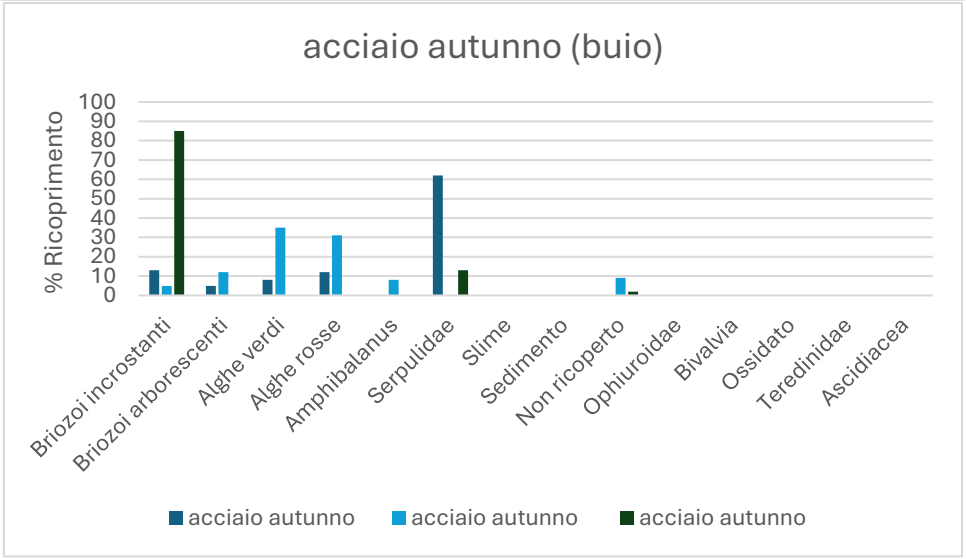

pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

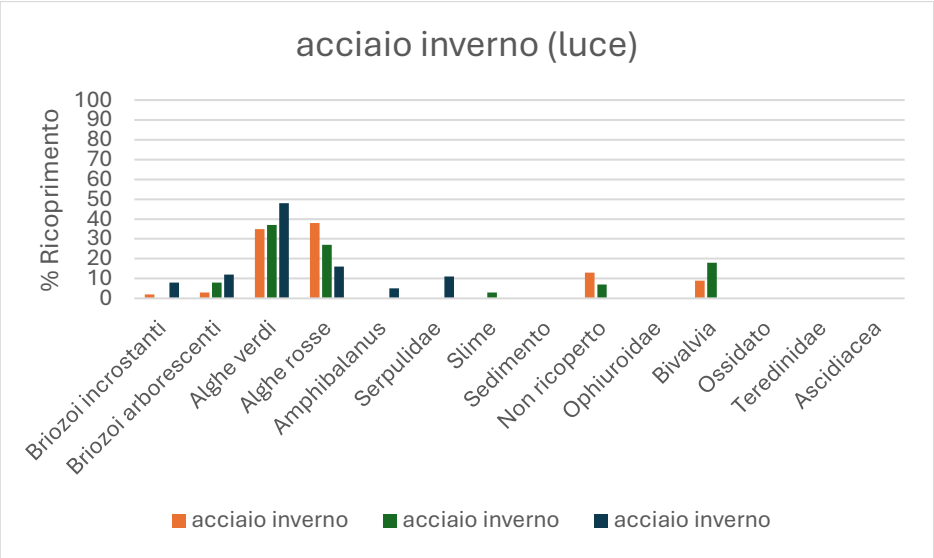

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

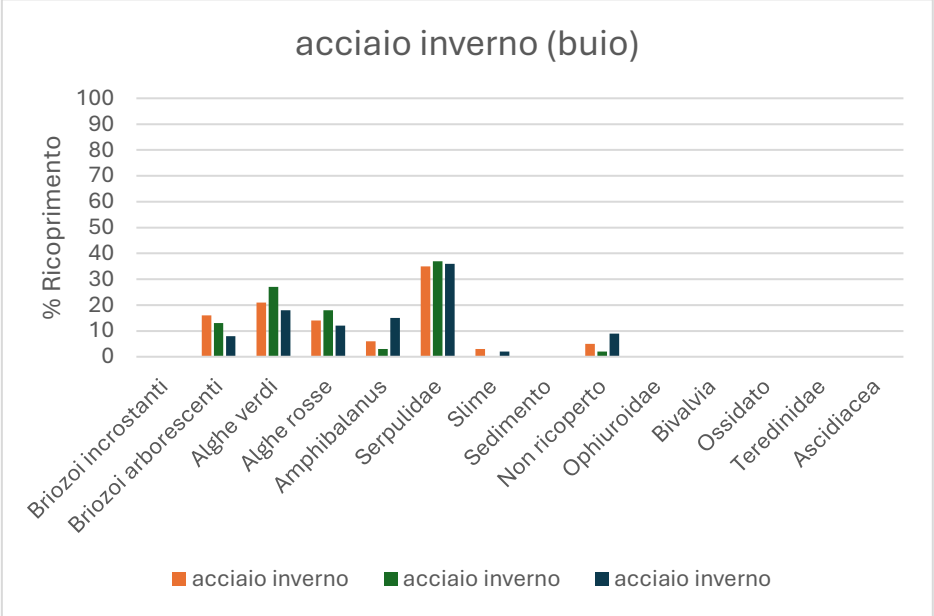


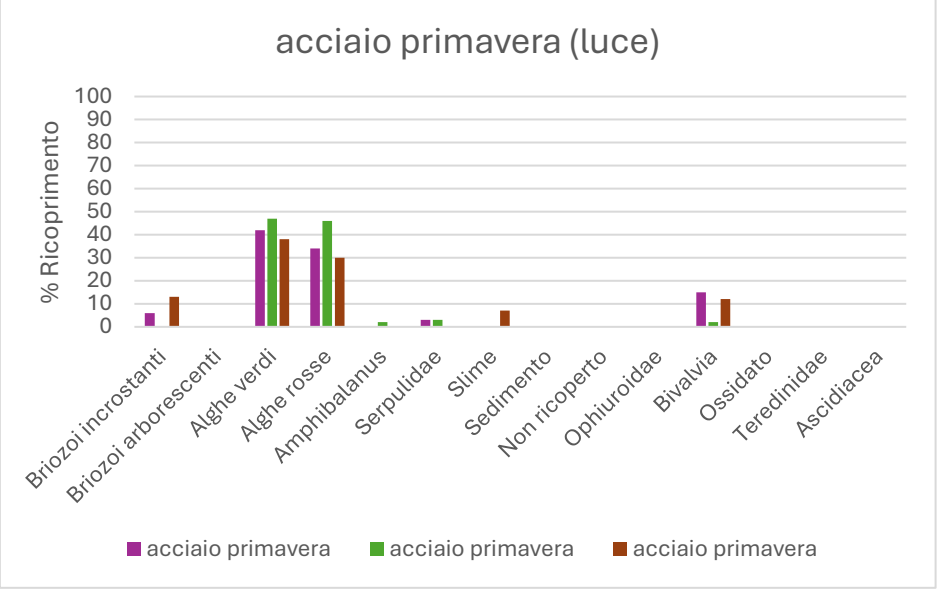
Frame 7,5 m – INOX

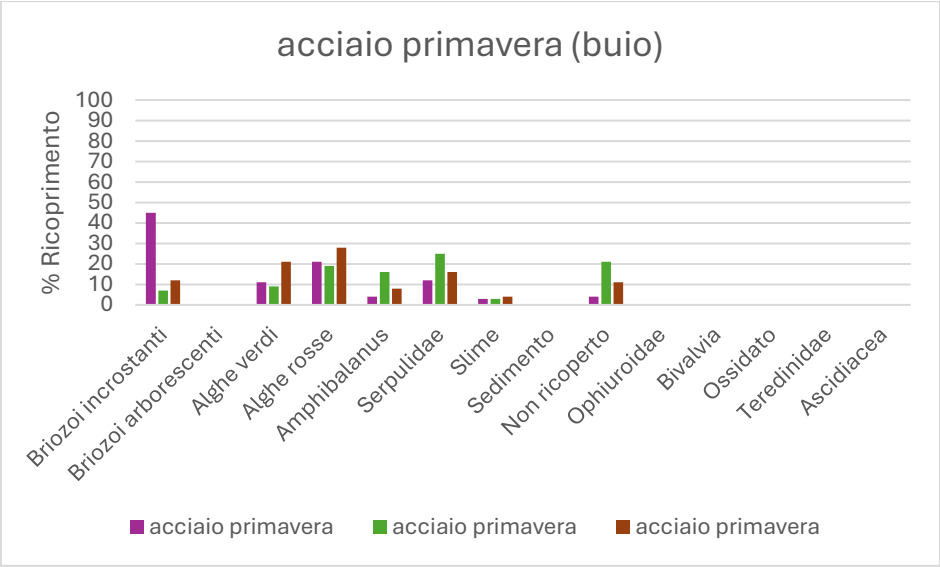




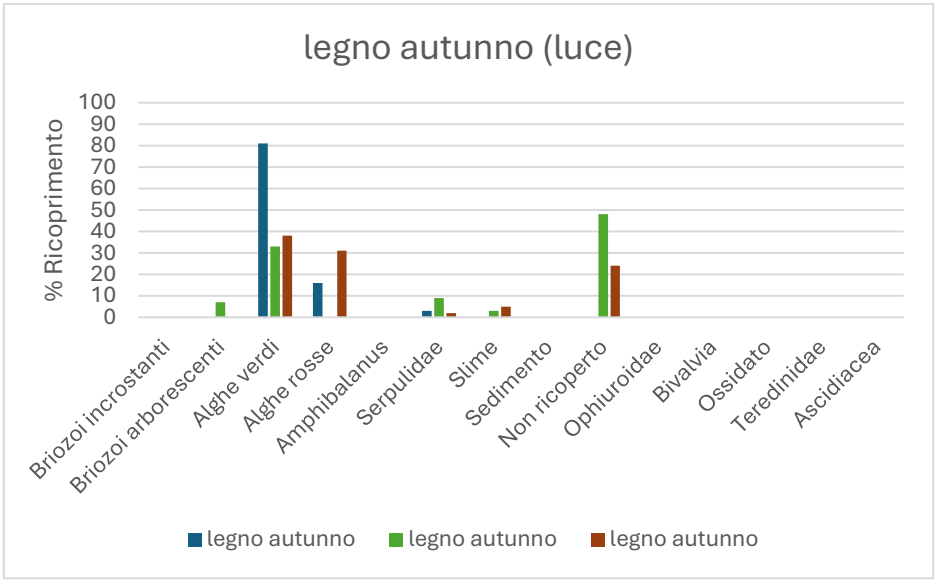

acciaio inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

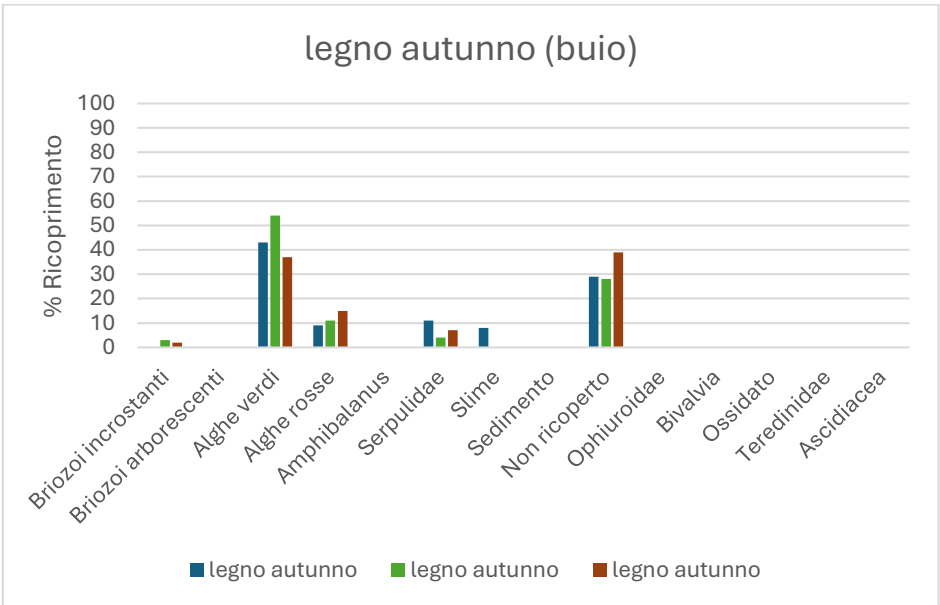

acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

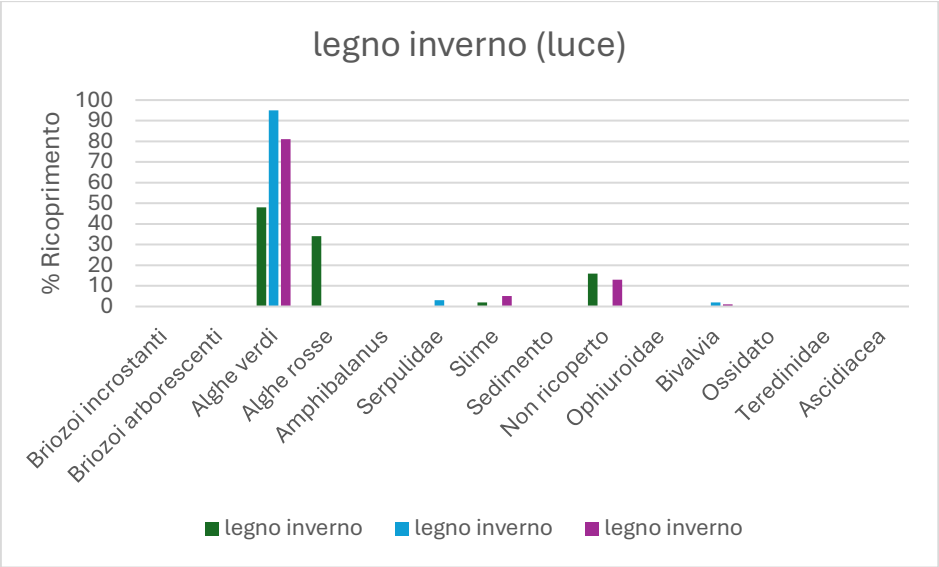

acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

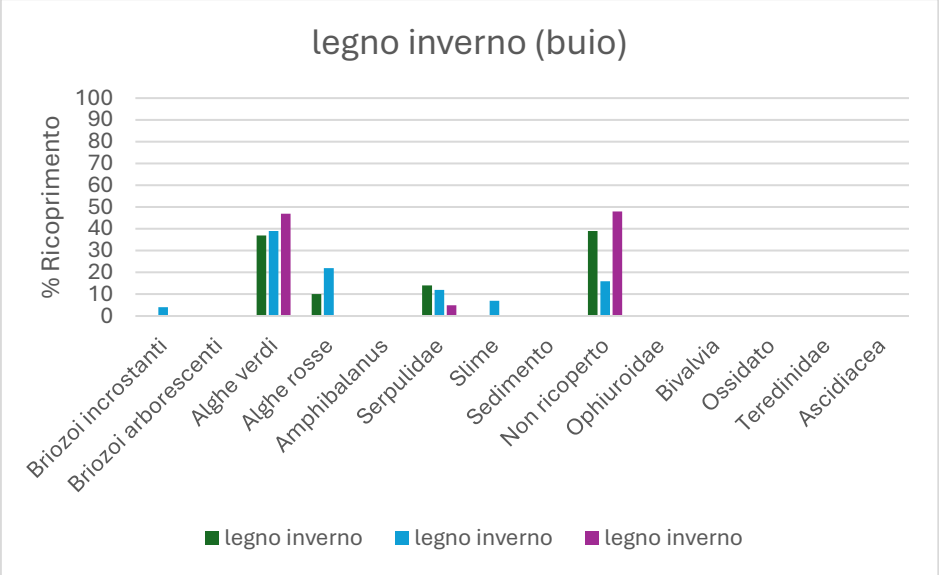


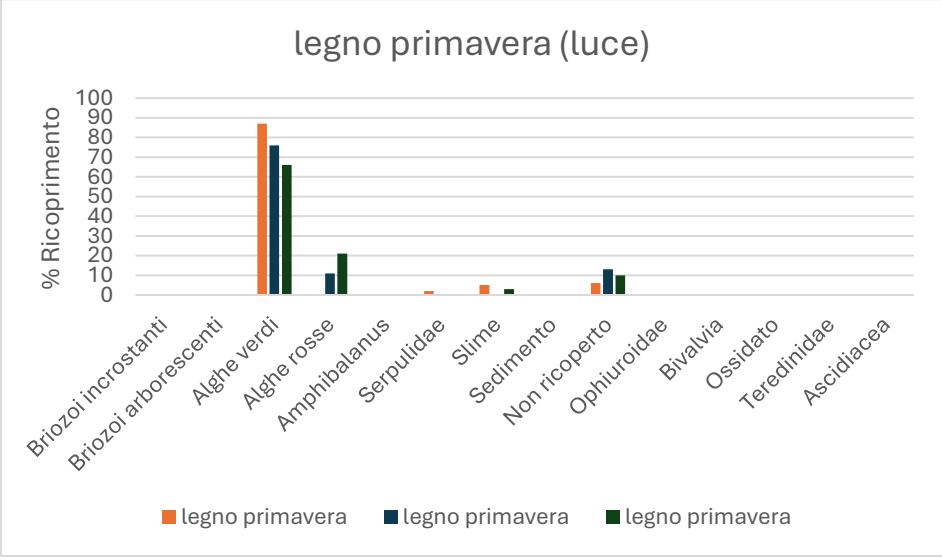
Frame 15 m – Legno

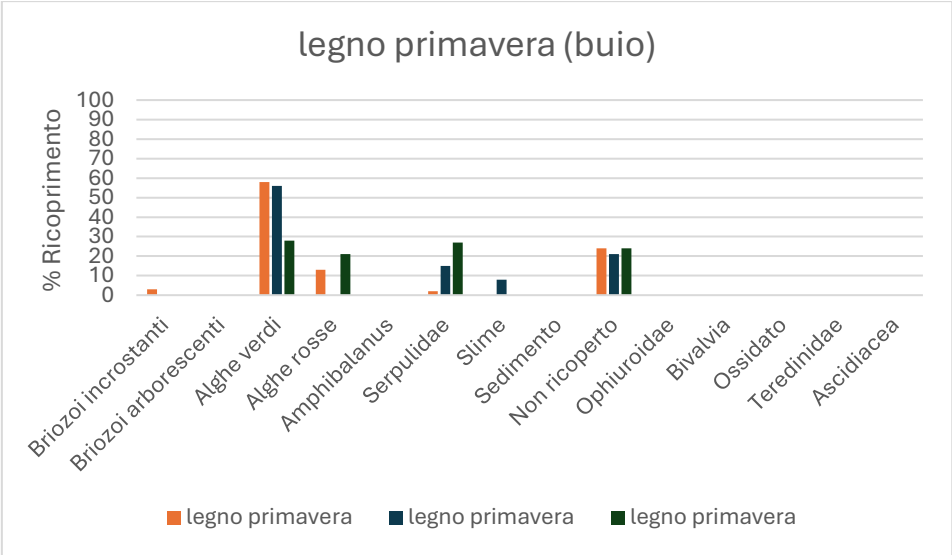




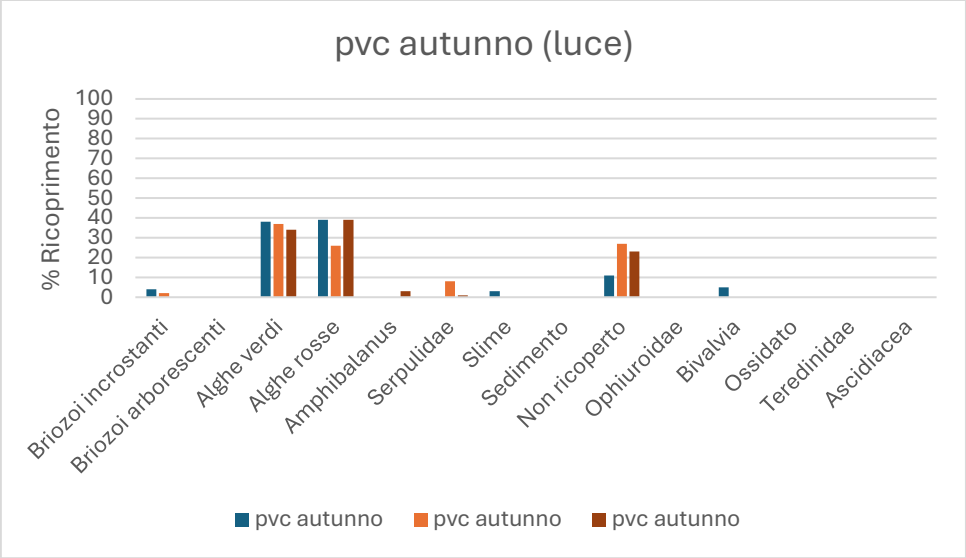

legno inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

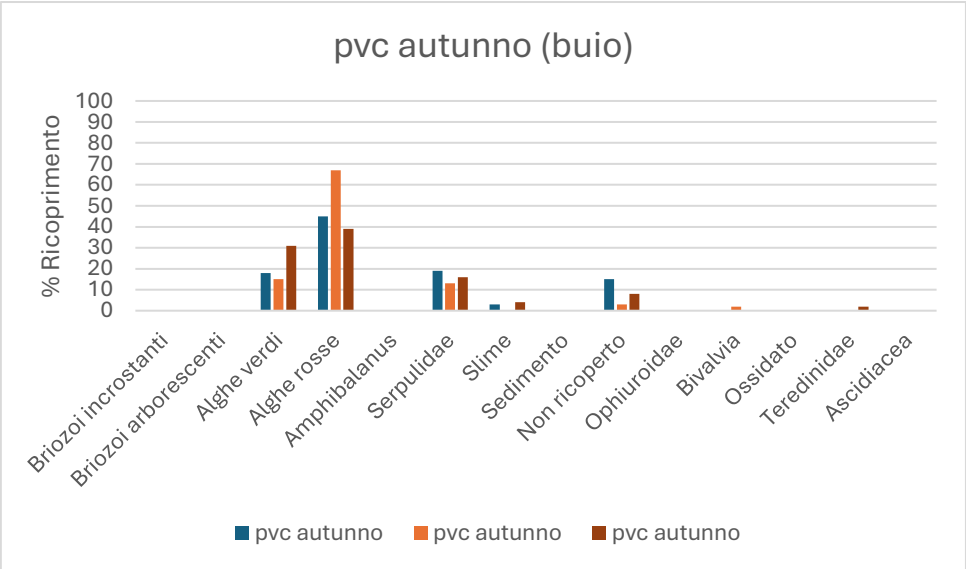

legno inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

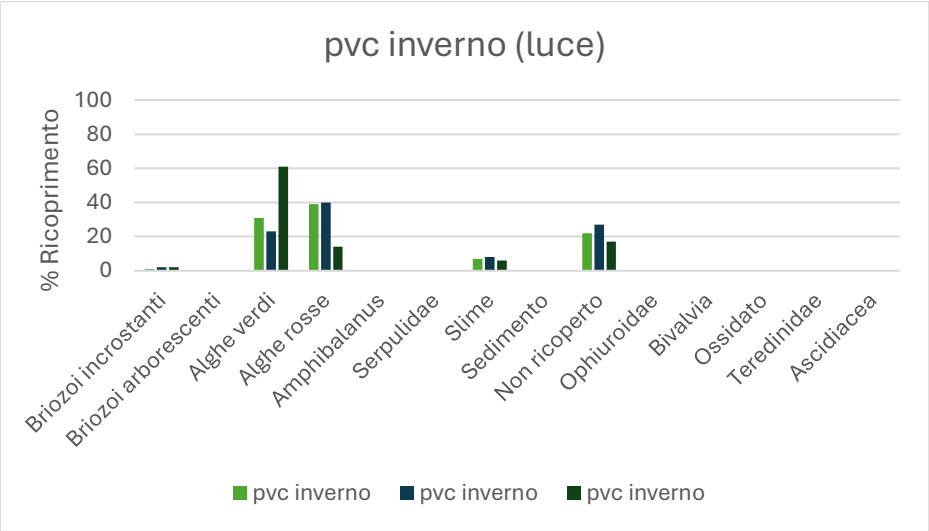

legno primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno primavera
legno primavera
legno primavera

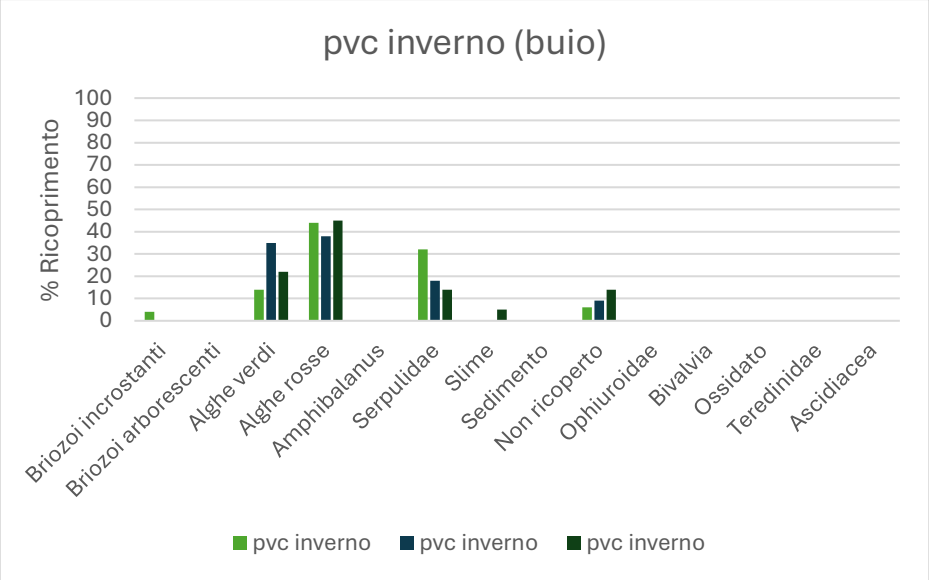


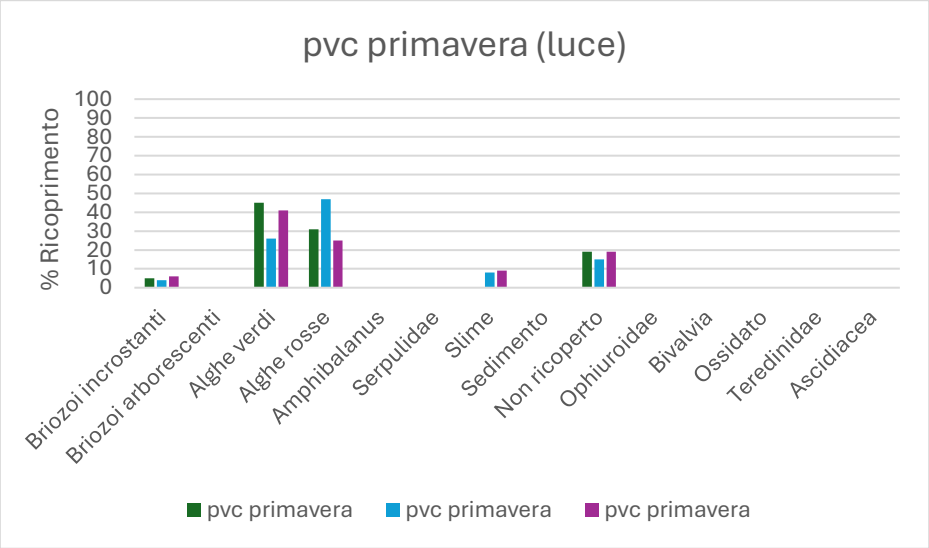
Frame 15 m – PVC

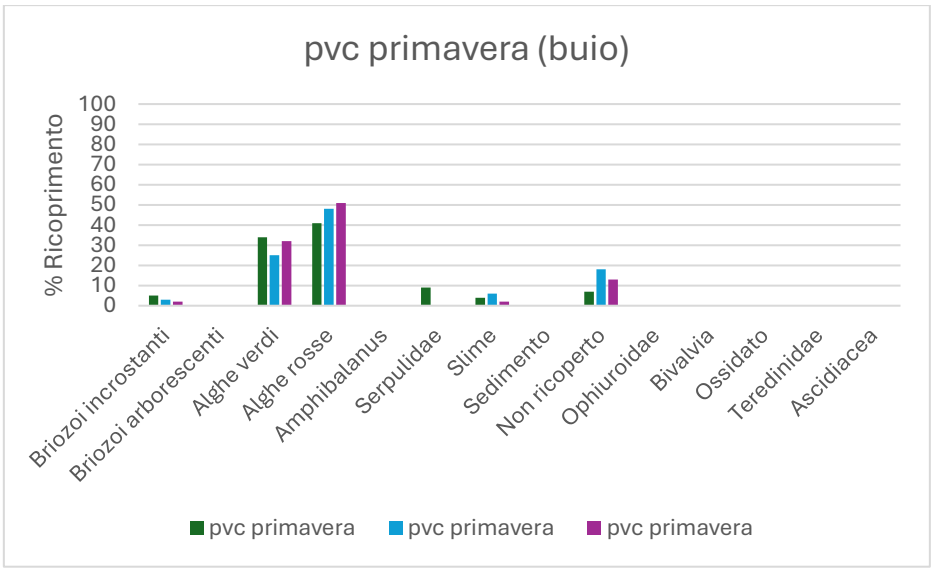




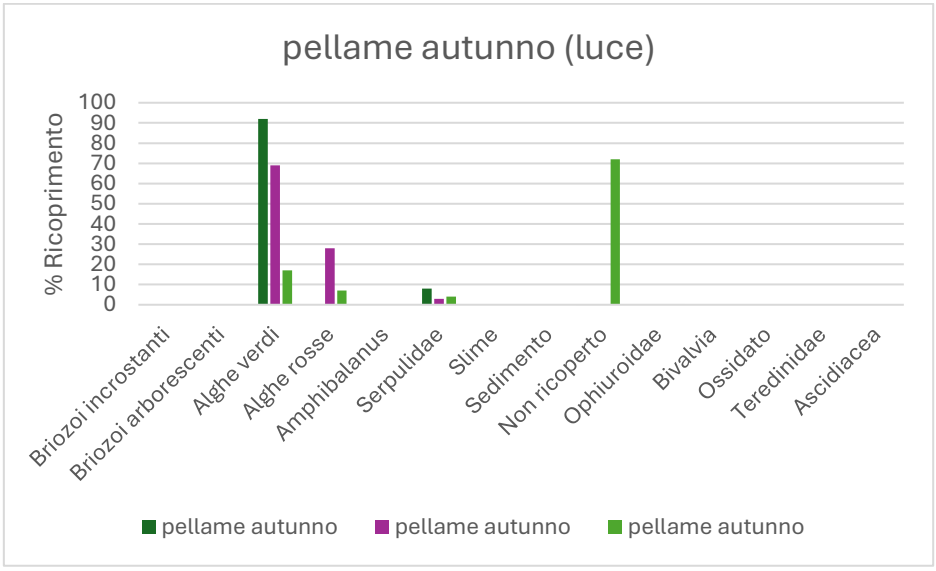

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
80
60
40
20
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

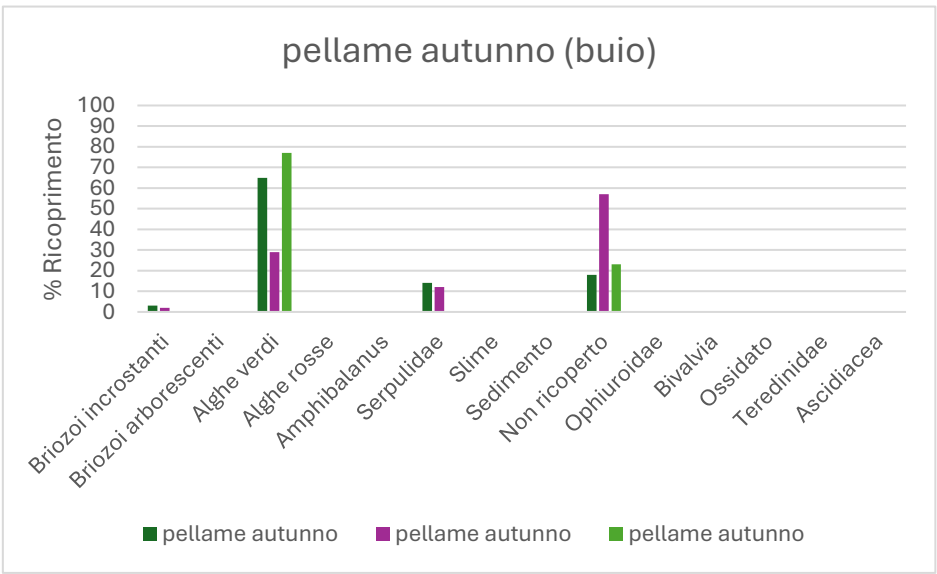

pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

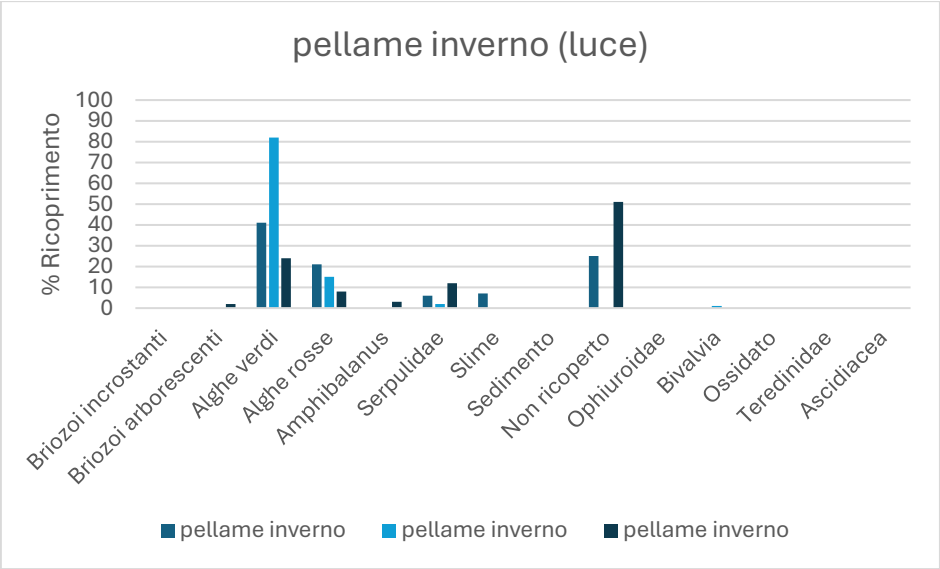

pvc primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

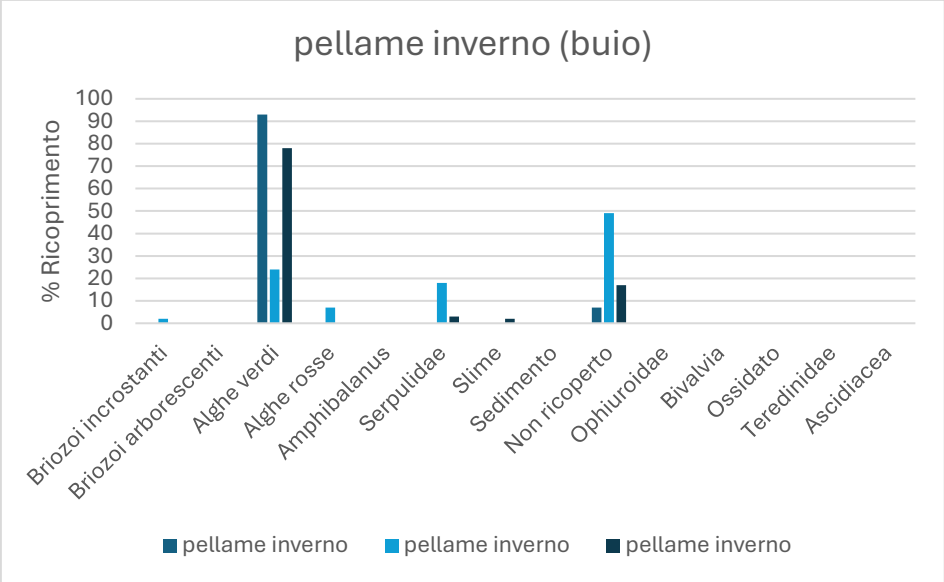


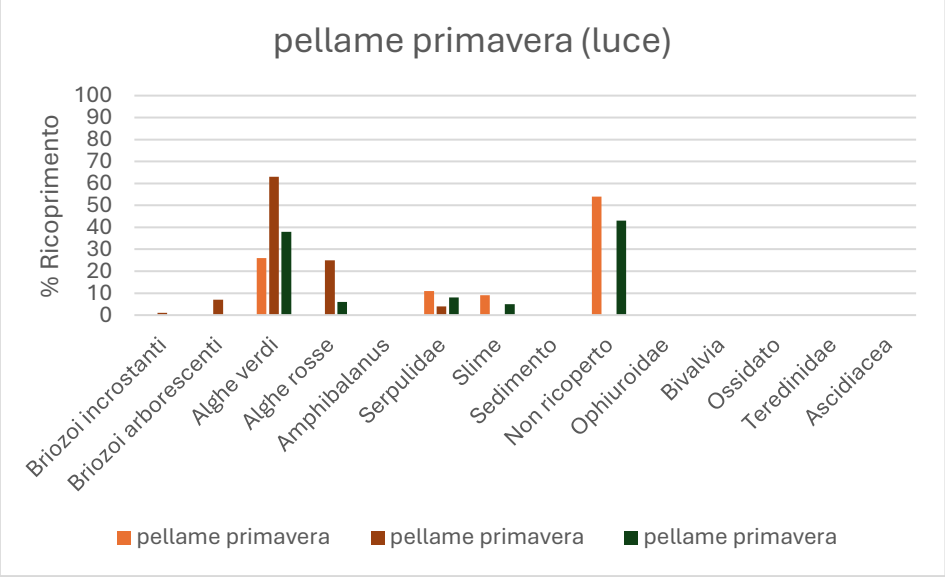
Frame 15 m – Pellame

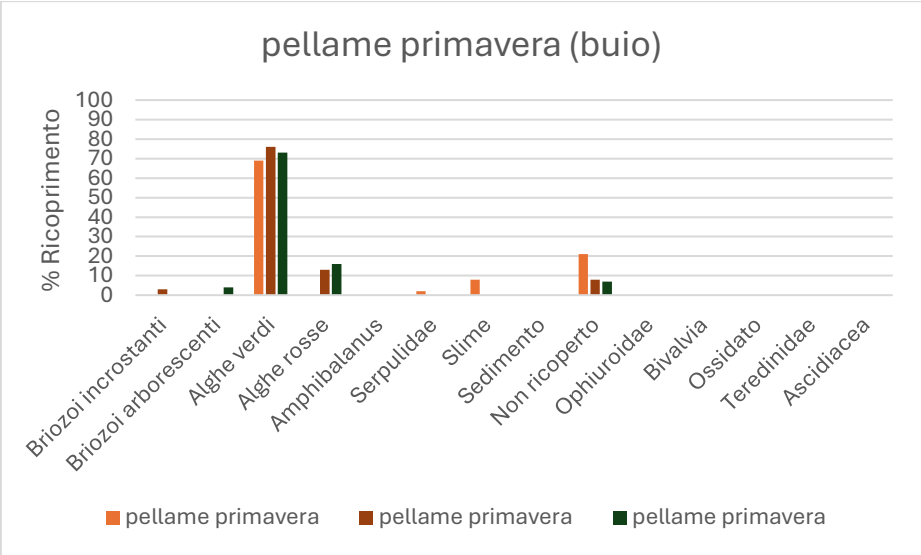




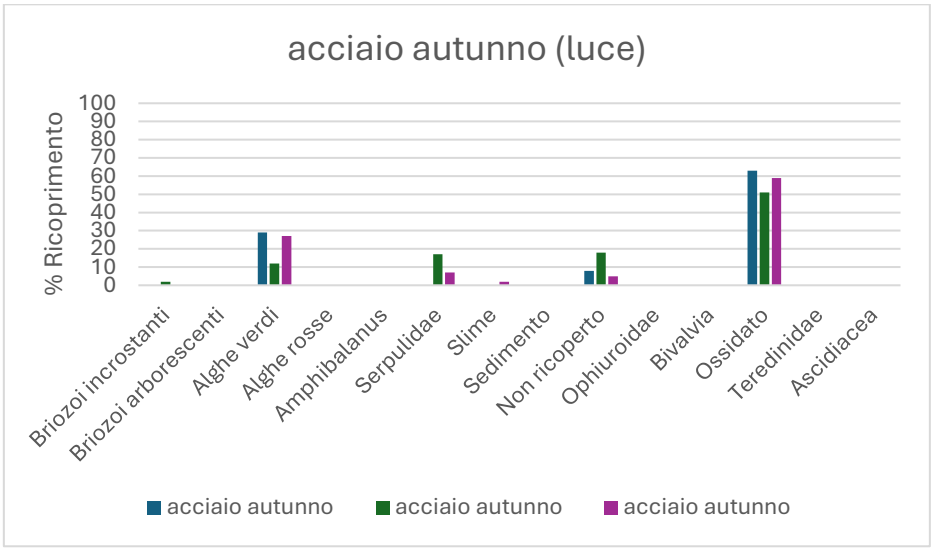

pellame inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

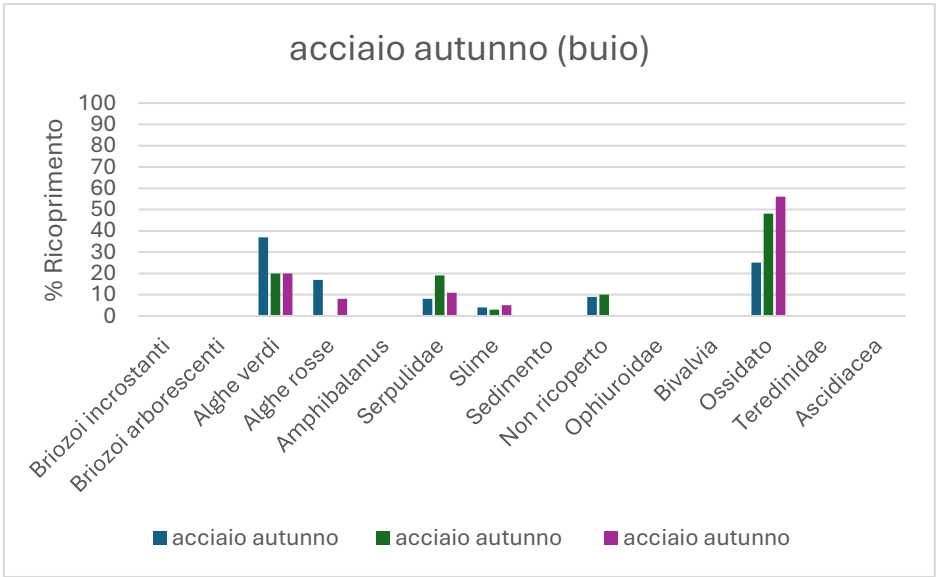

pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

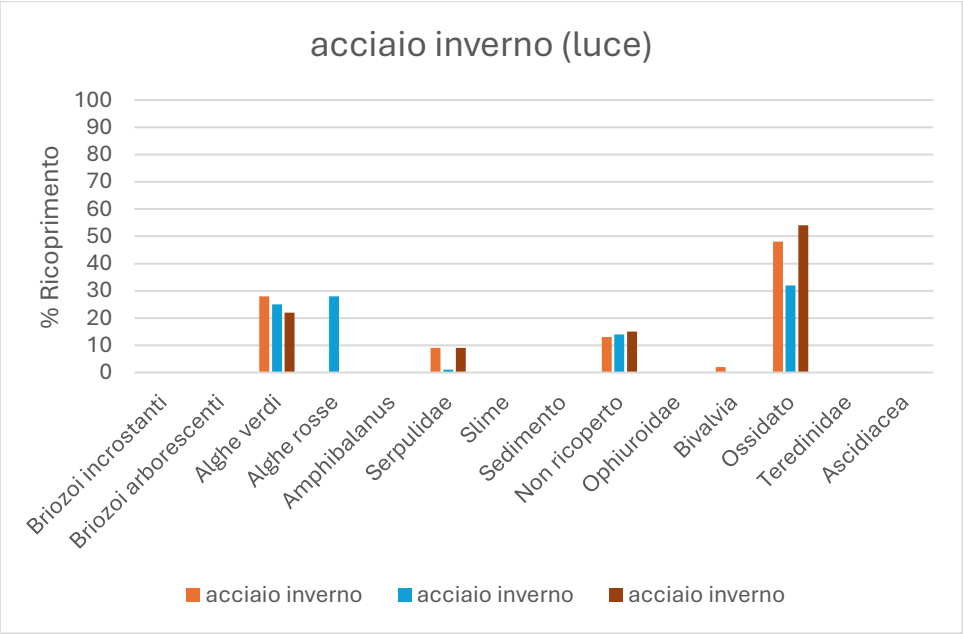

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

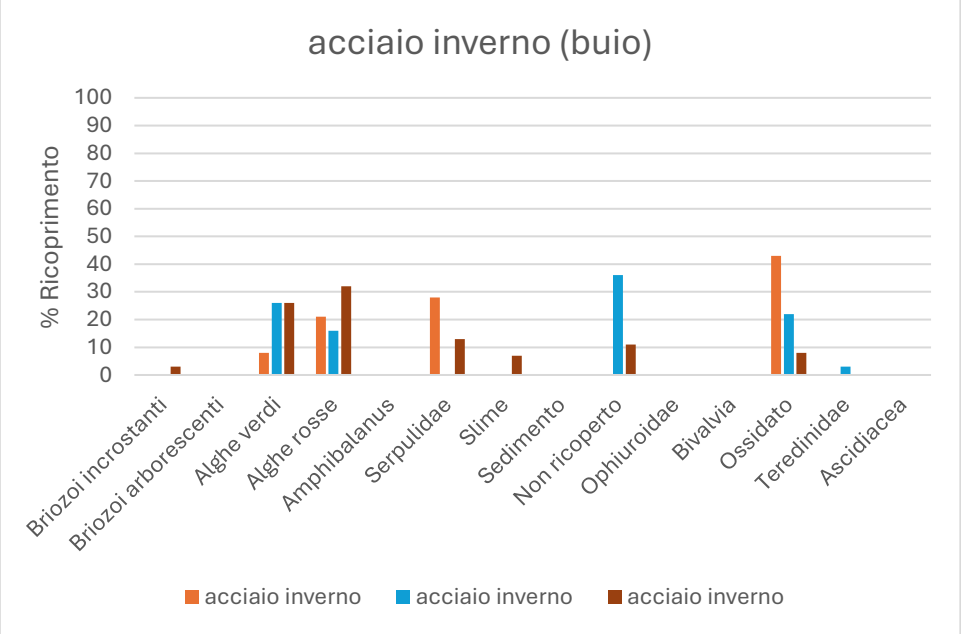


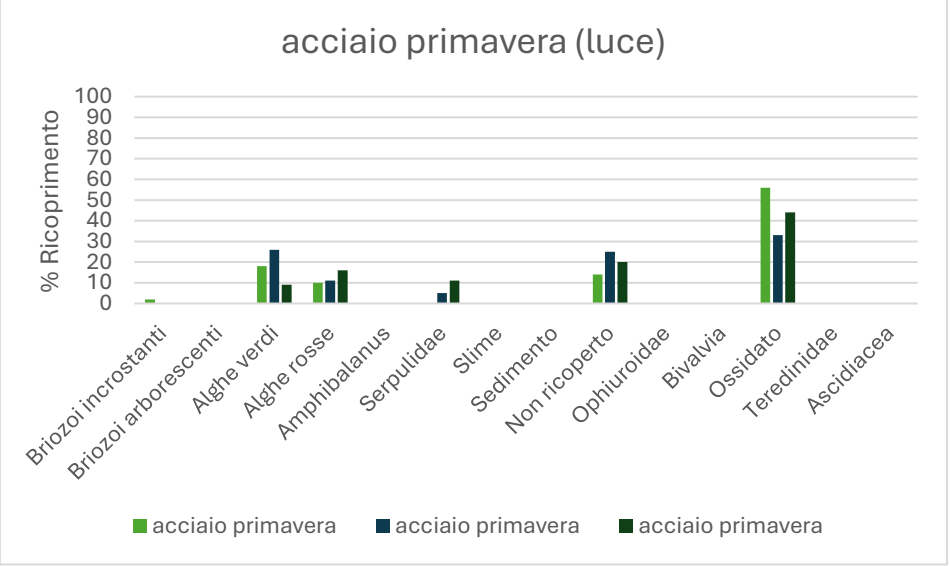
Frame 15 m – INOX

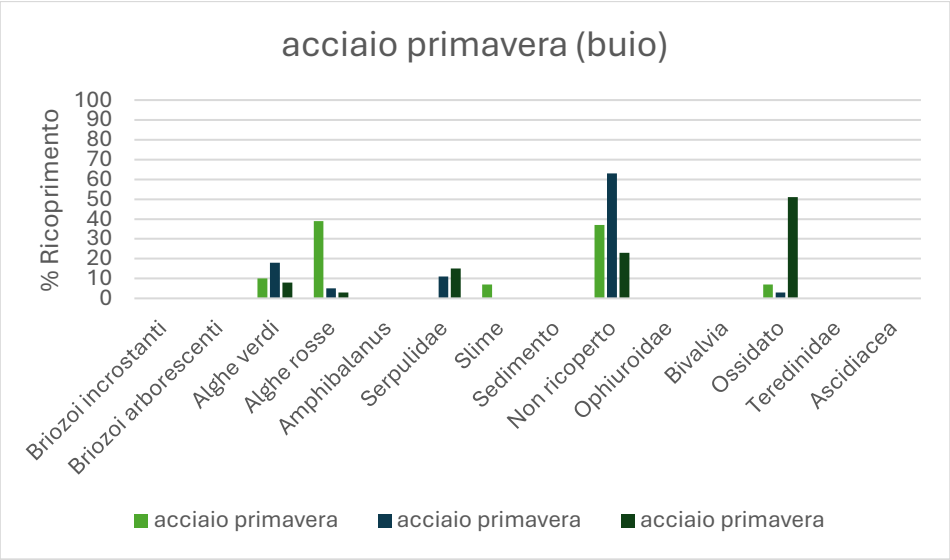





acciaio inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

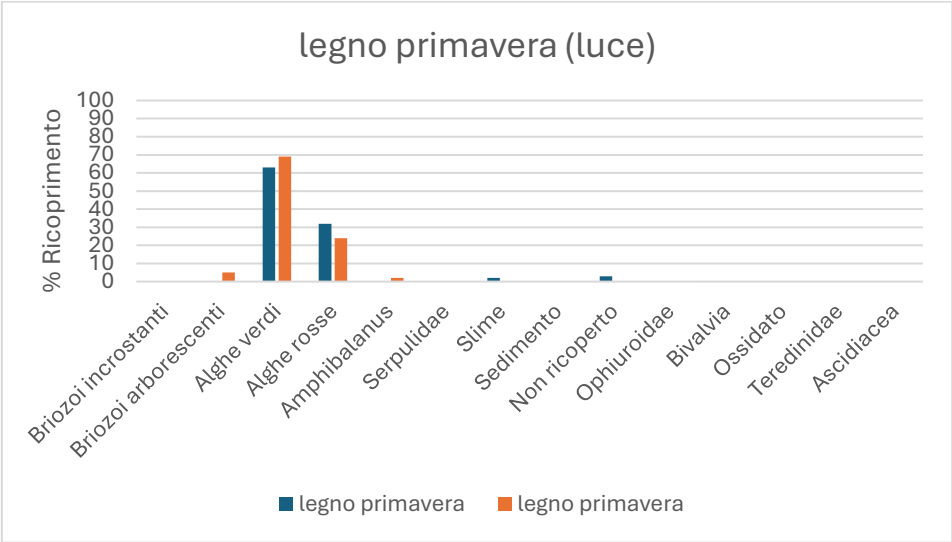

acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

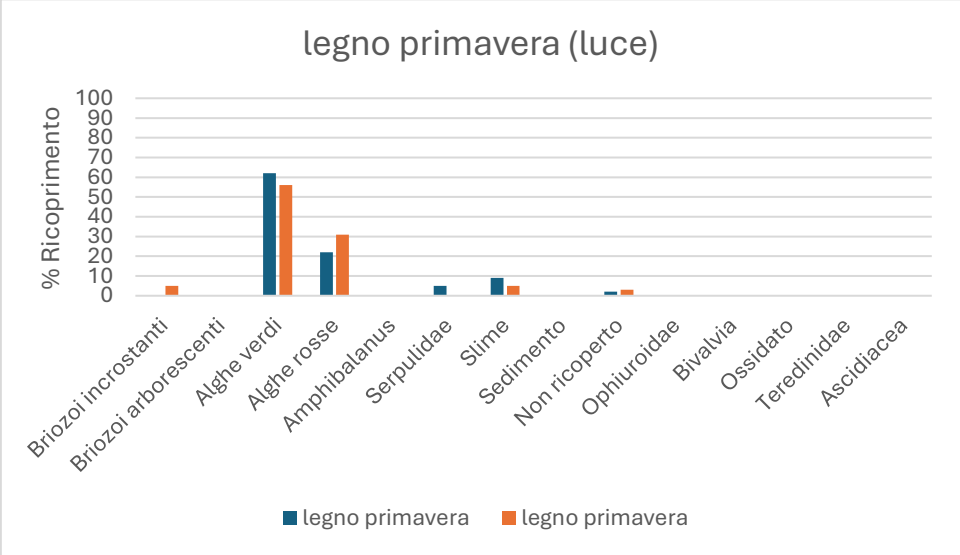

acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera


acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

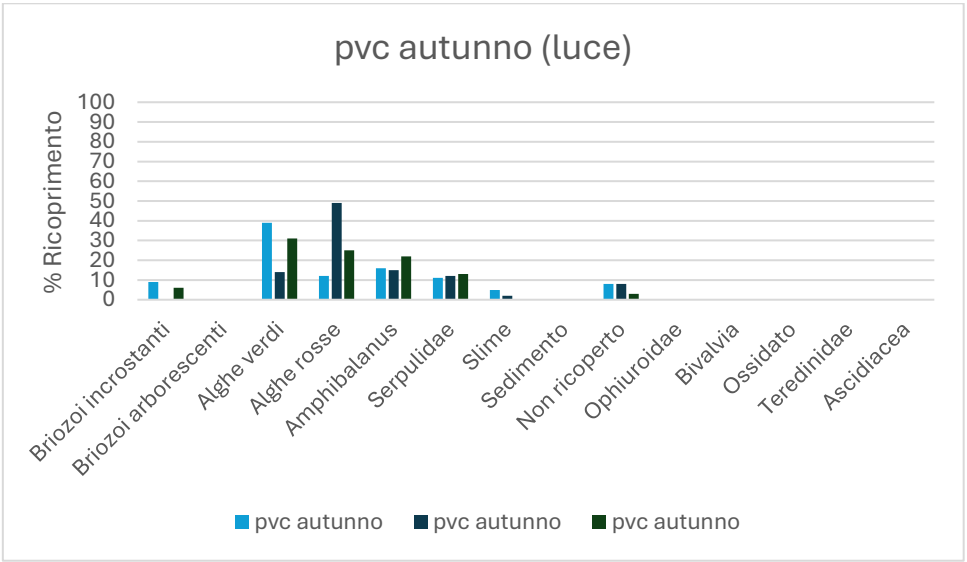
Quarto campionamento

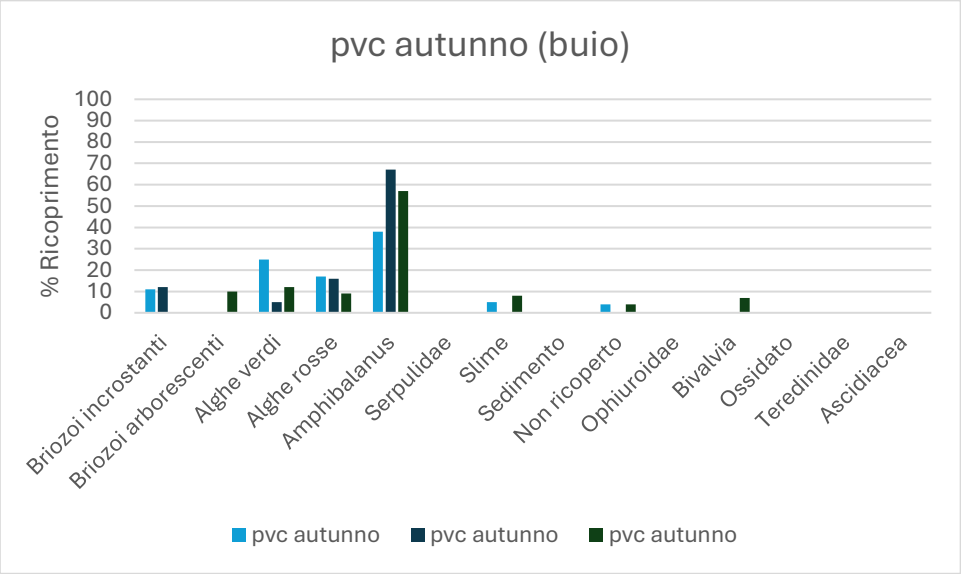
Frame 0,5 m – legno

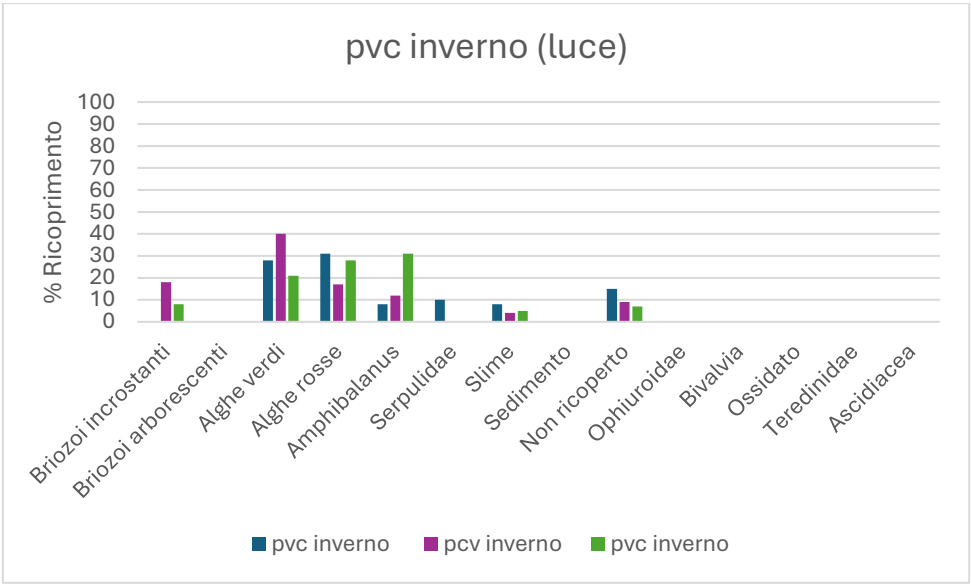


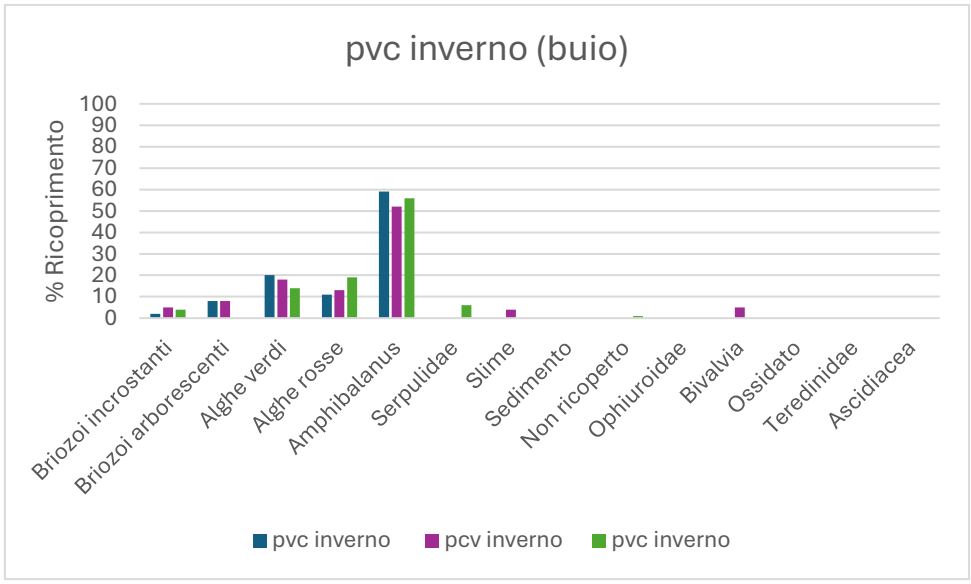


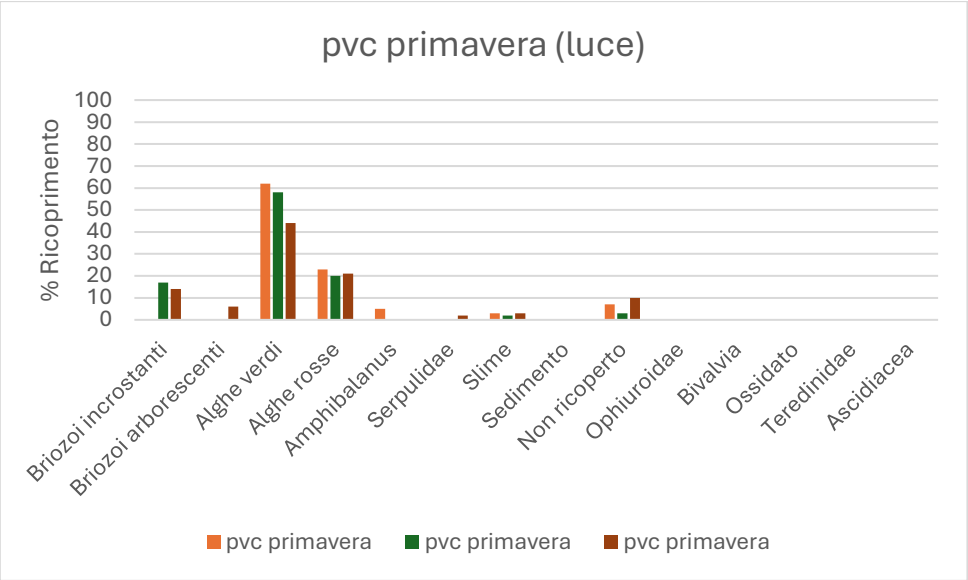
Frame 0,5 m – PVC

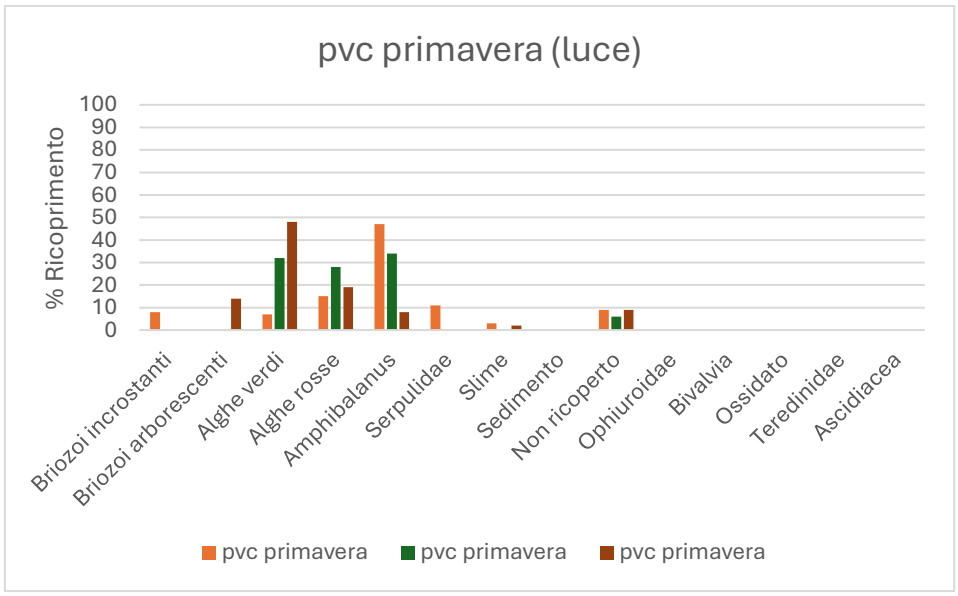



pvc autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc autunno
pvc autunno
pvc autunno

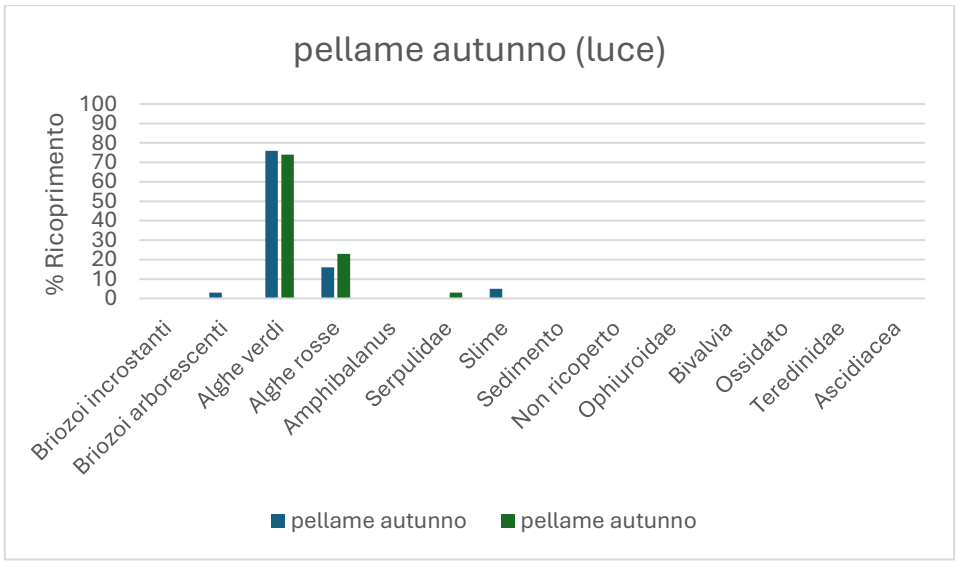

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pcv inverno
pvc inverno

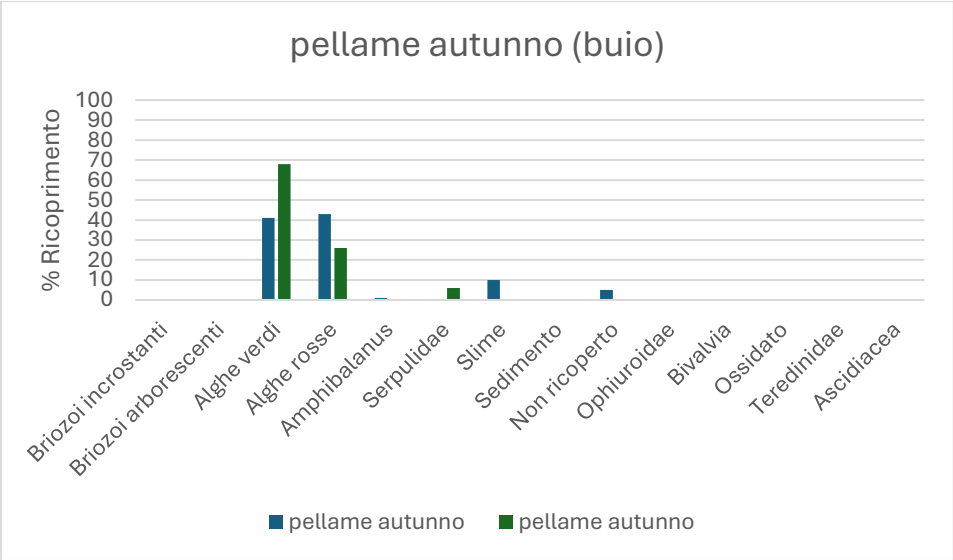

pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pcv inverno
pvc inverno

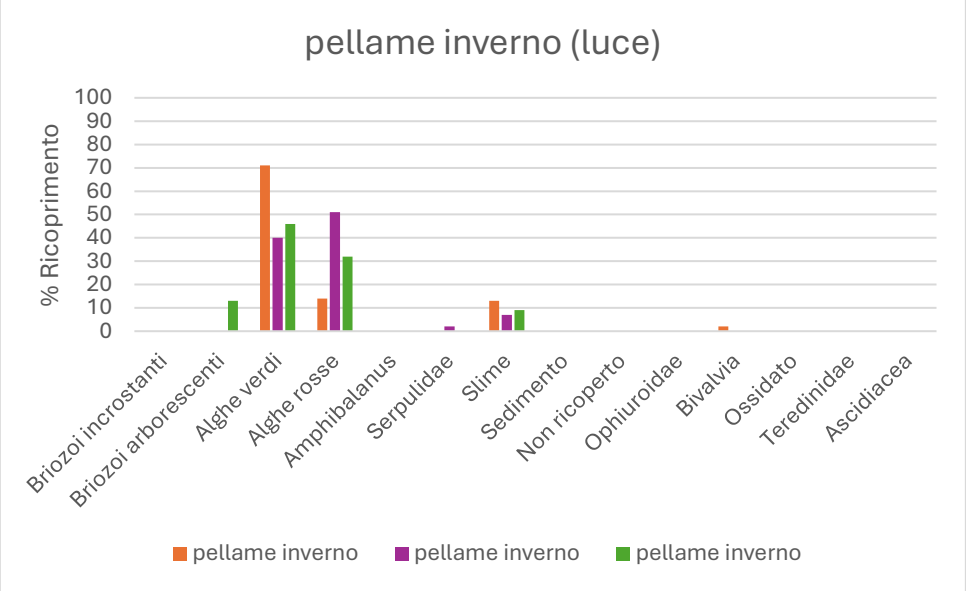


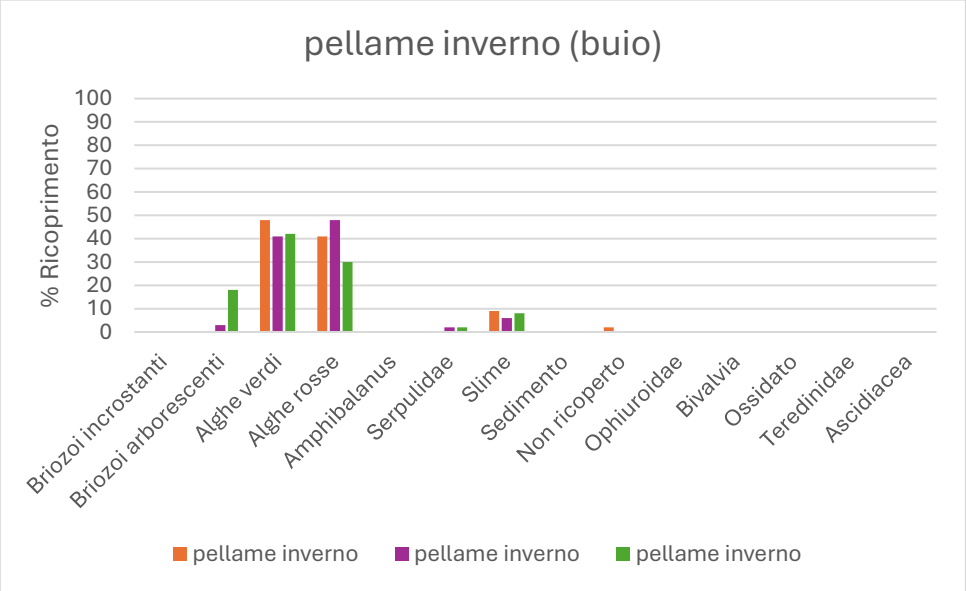


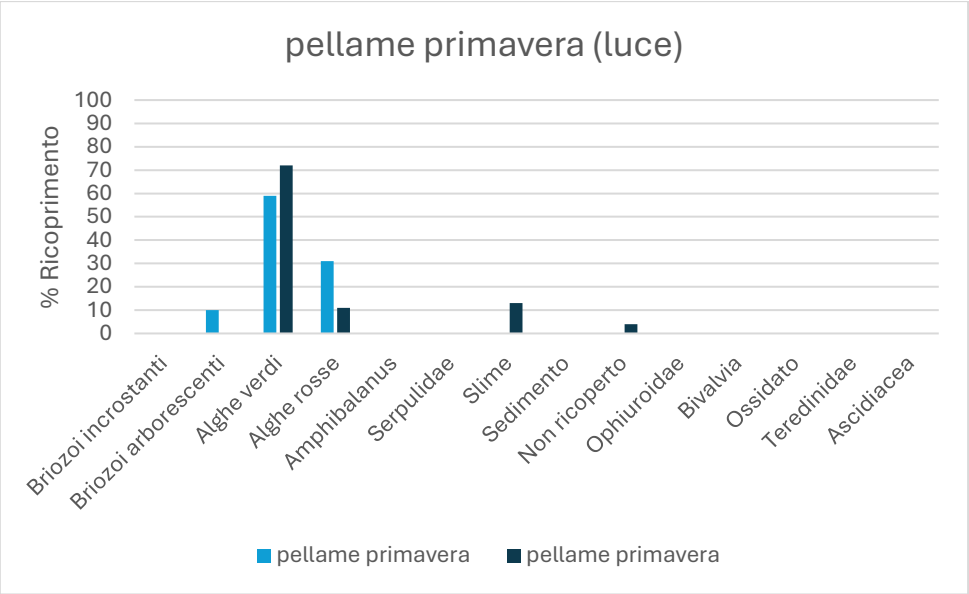
Frame 0,5 m – Pellame

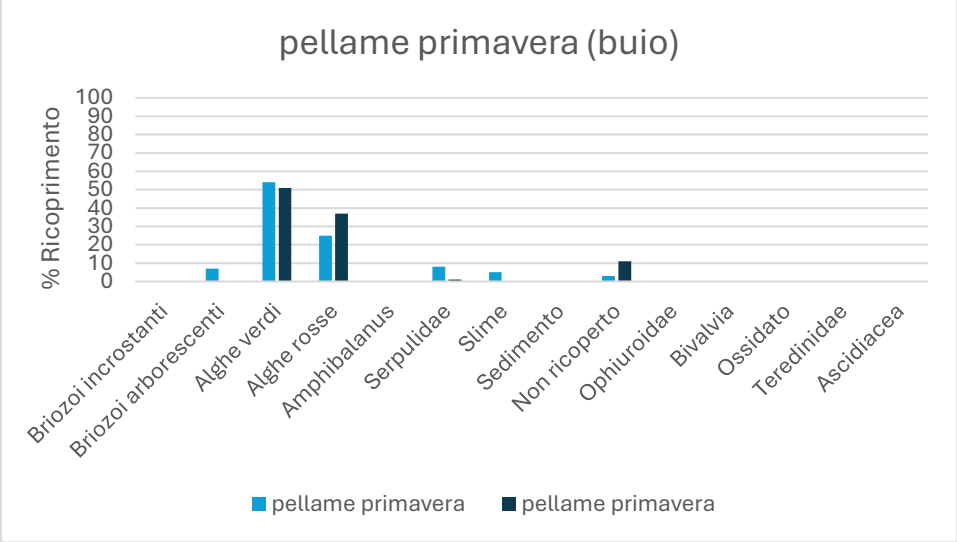



pellame autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame autunno
pellame autunno

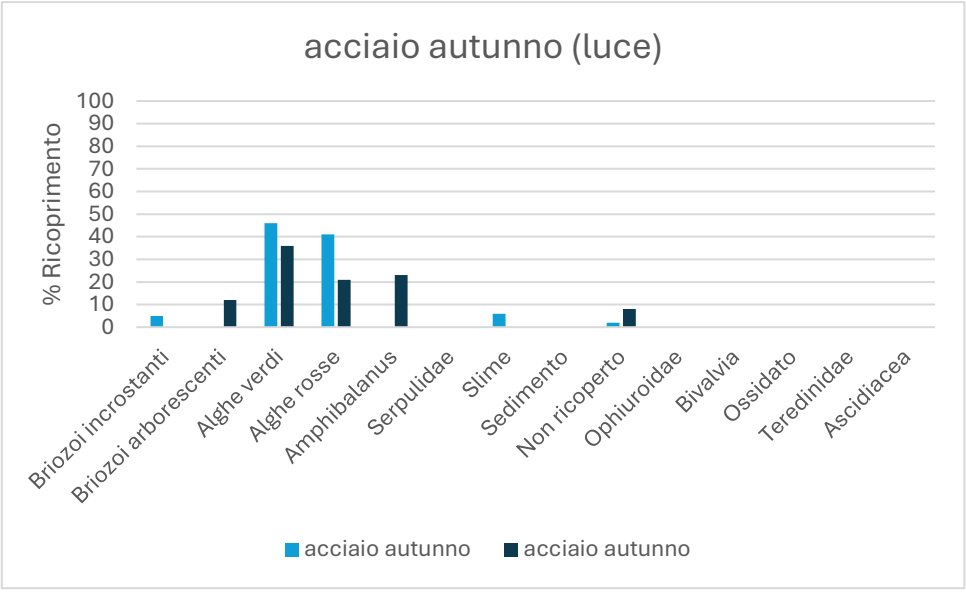

pellame inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

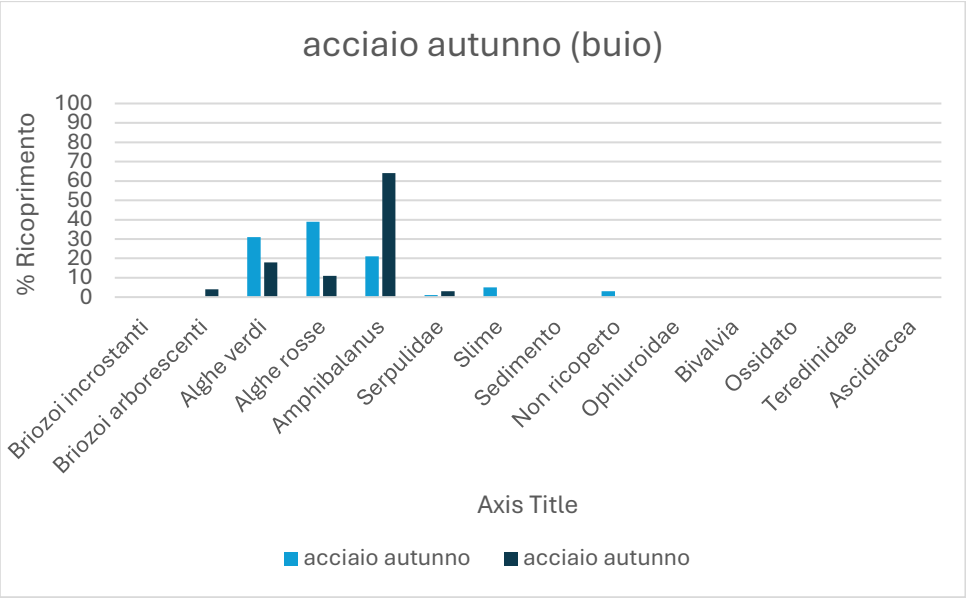

pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

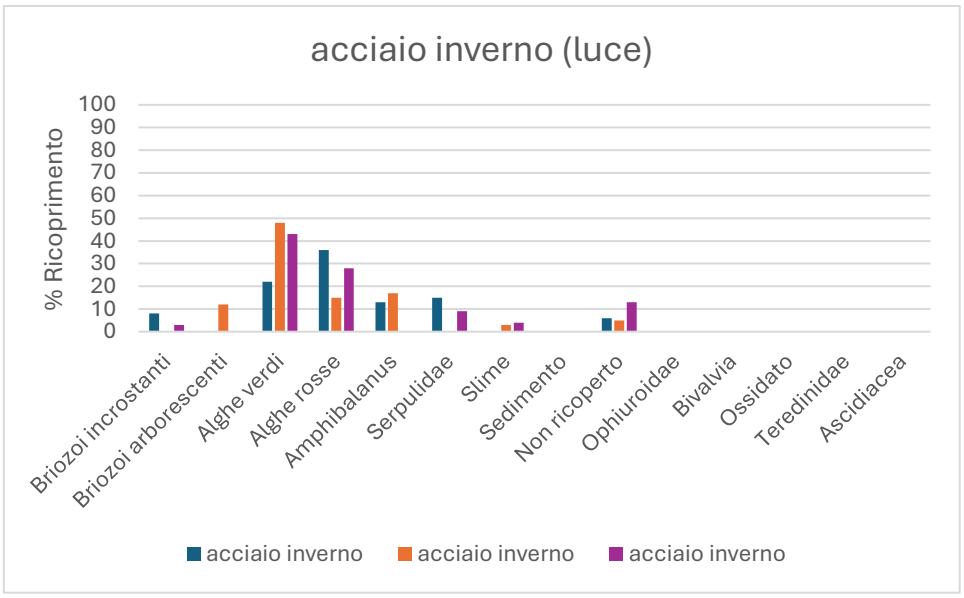


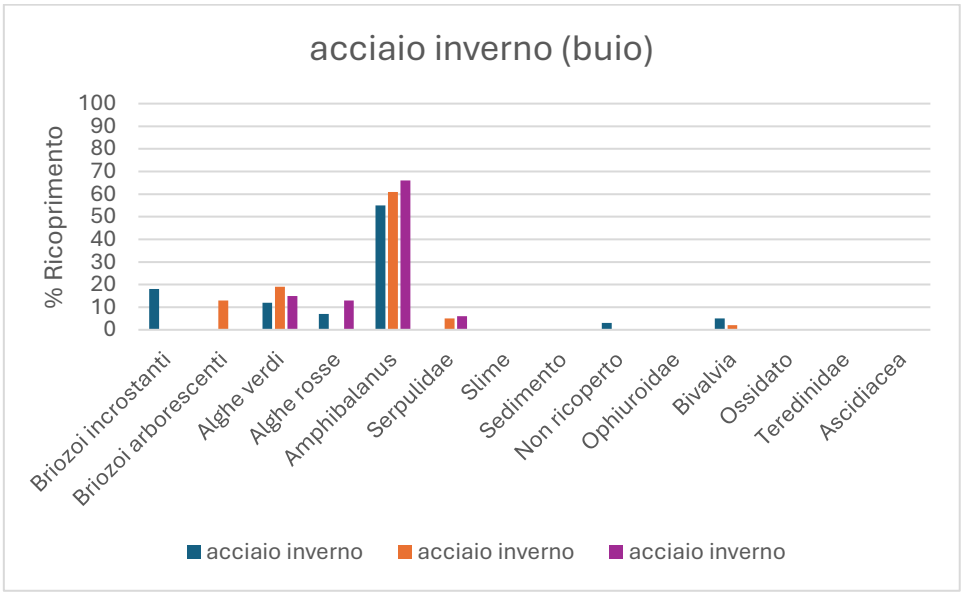


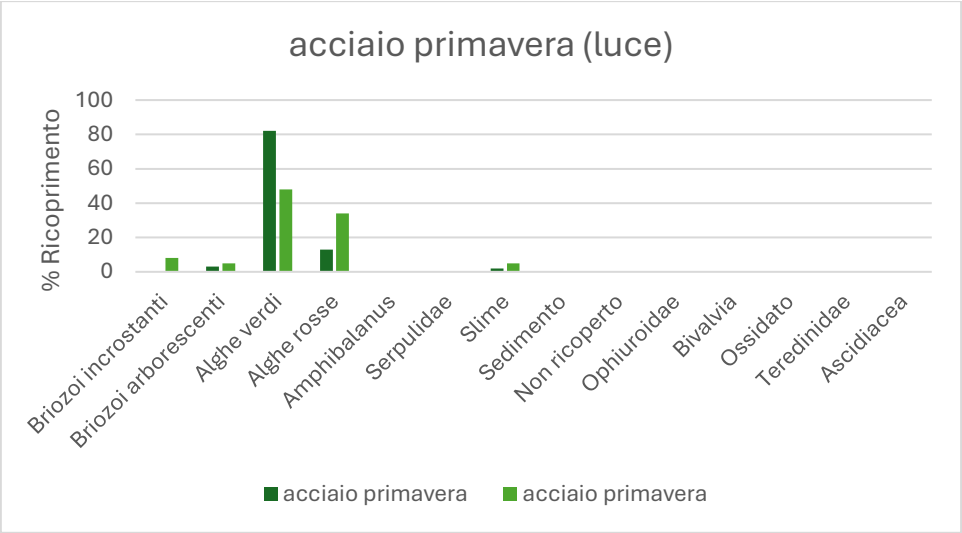
Frame 0,5 m – INOX

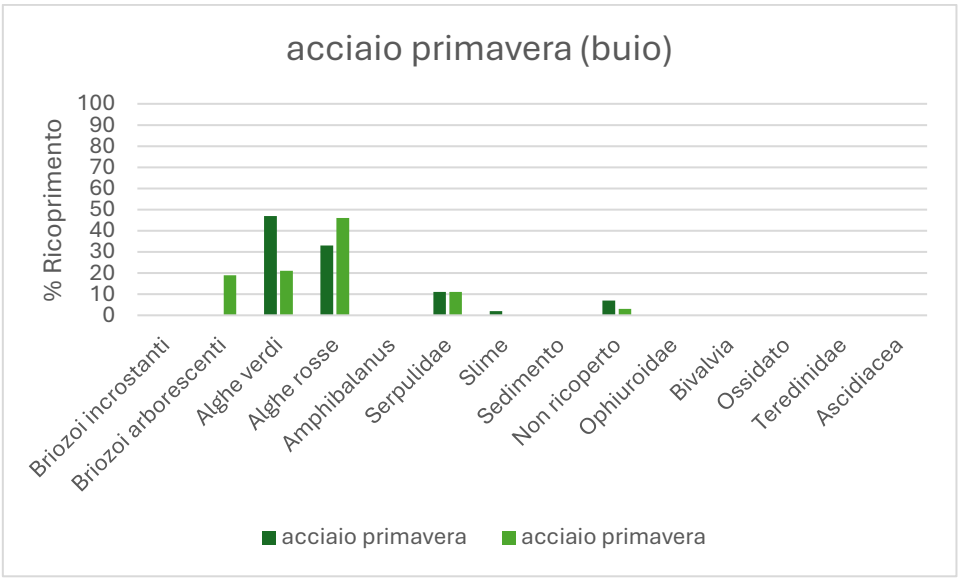



acciaio autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
Axis Title
acciaio autunno
acciaio autunno

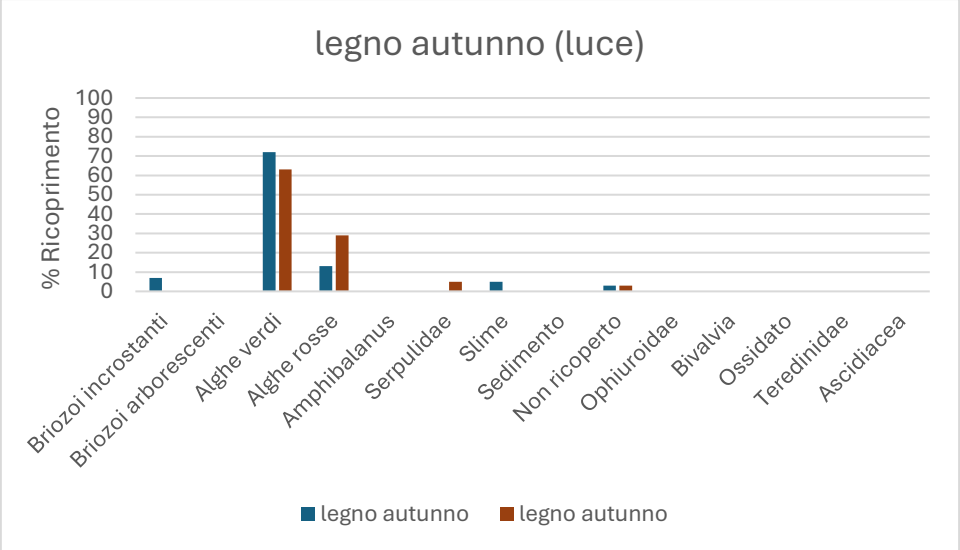

acciaio inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

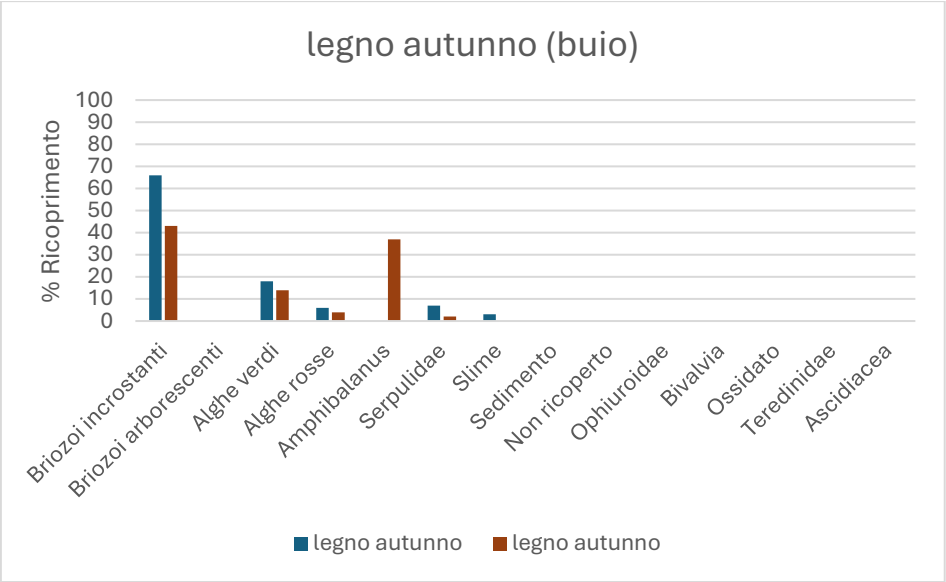

acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

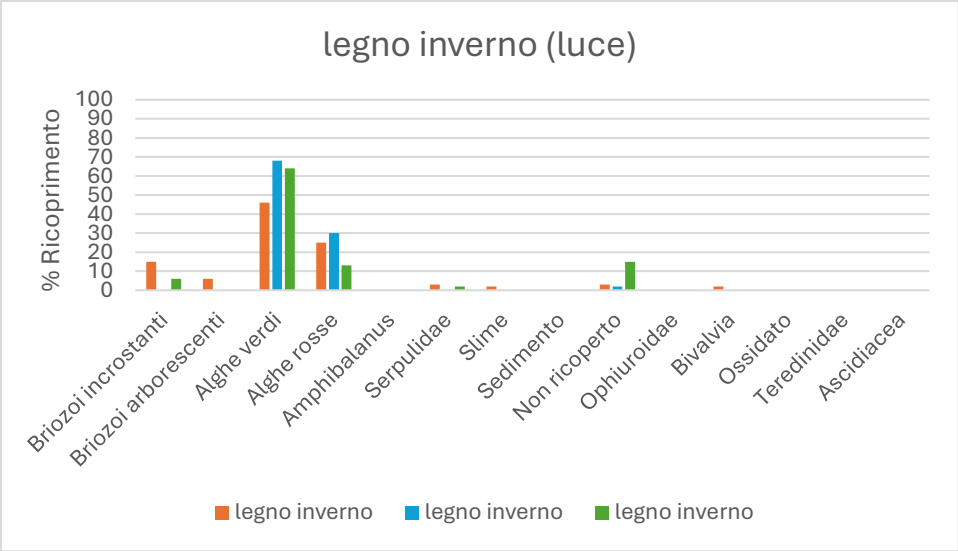


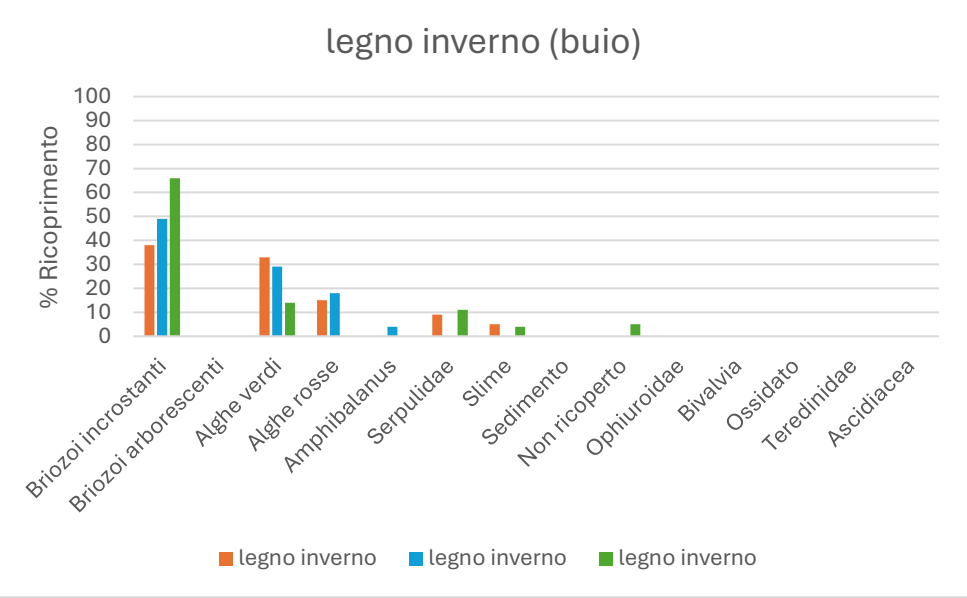


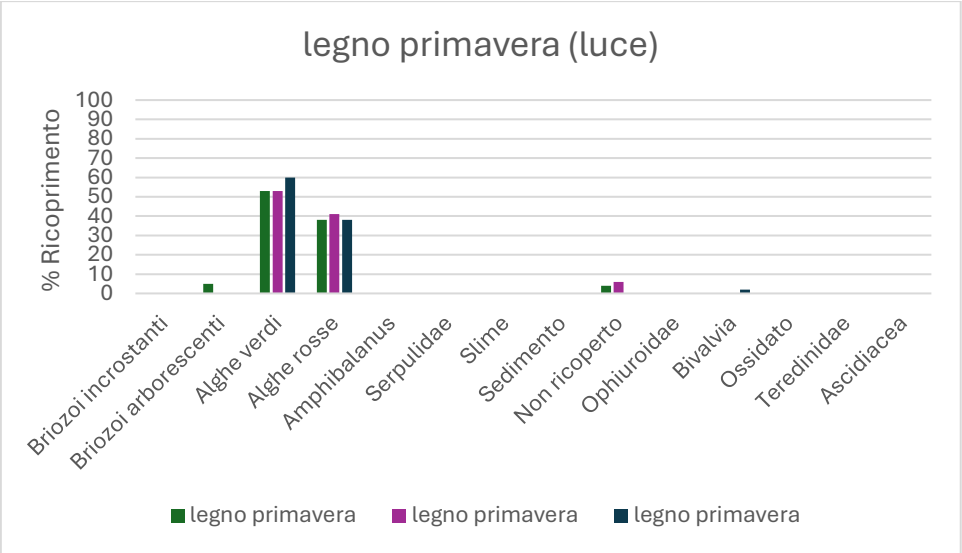
Frame 7,5 m – Legno

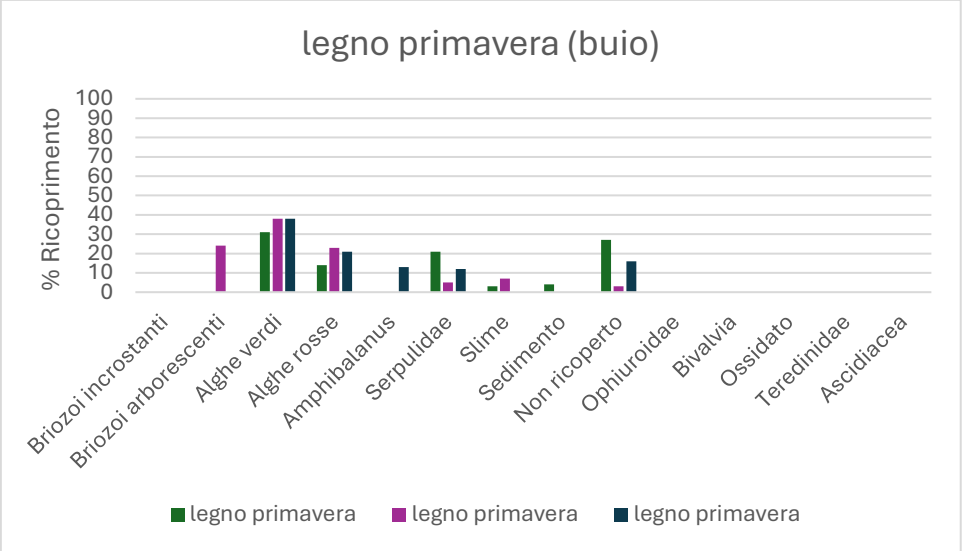



legno autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno autunno
legno autunno

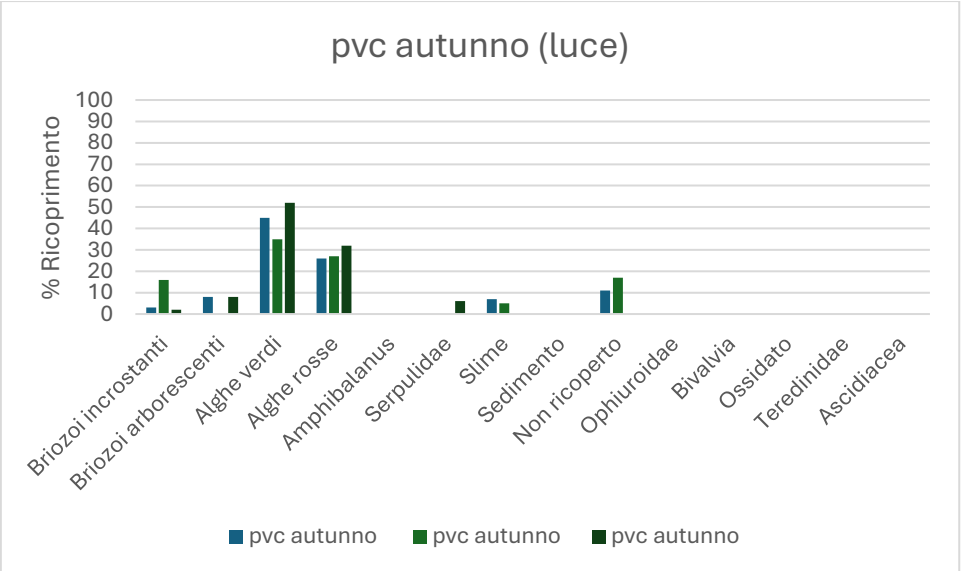

legno inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

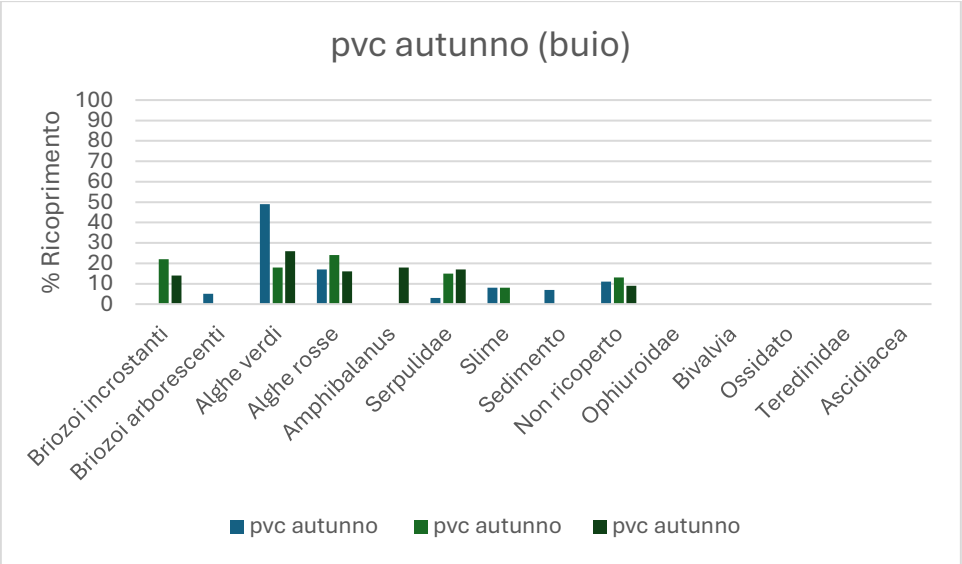

legno inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

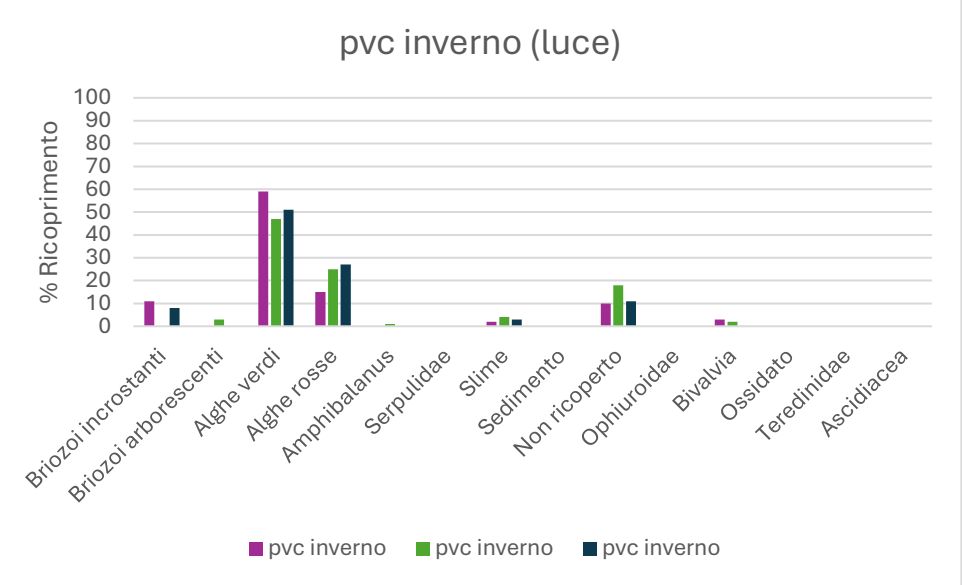


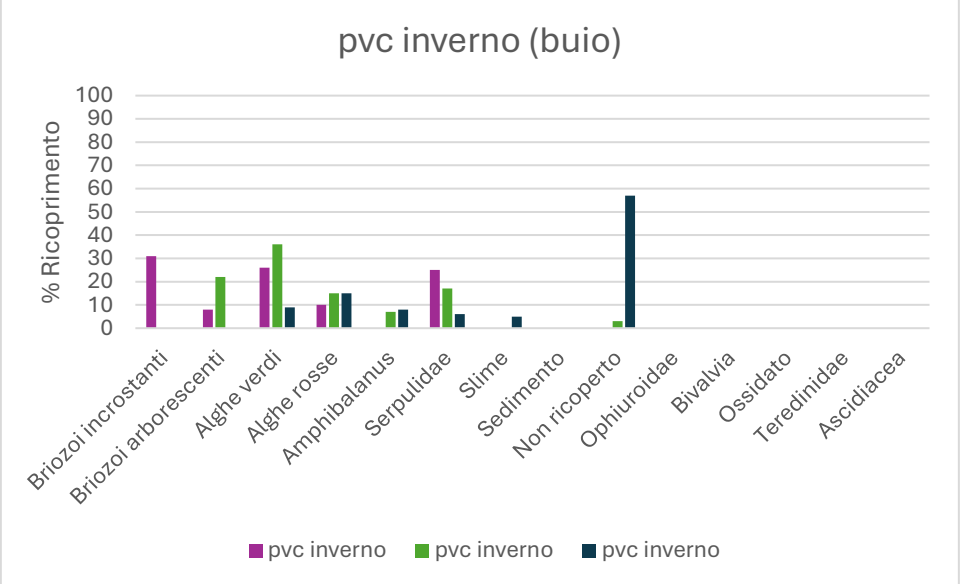


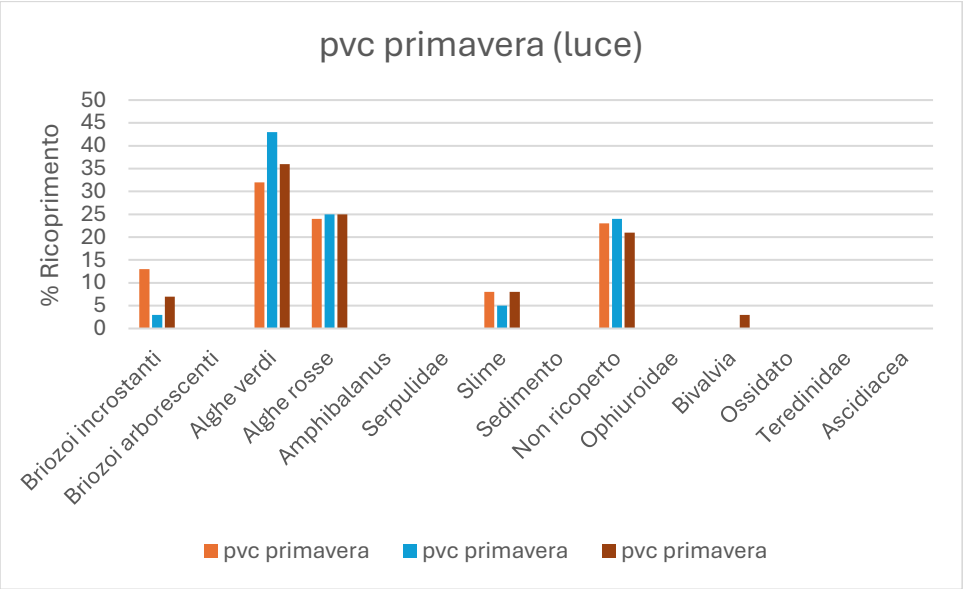
Frame 7,5 m – PVC

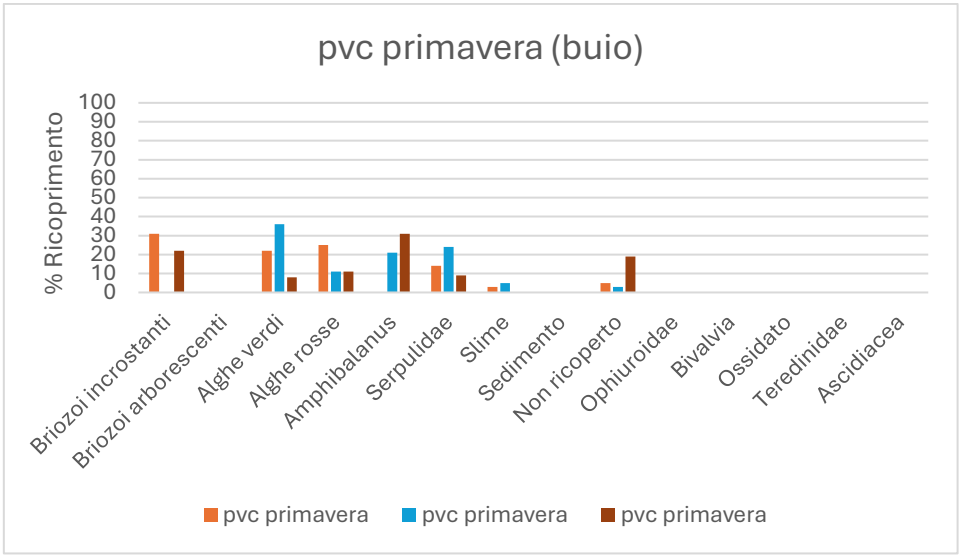



pvc autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc autunno
pvc autunno
pvc autunno

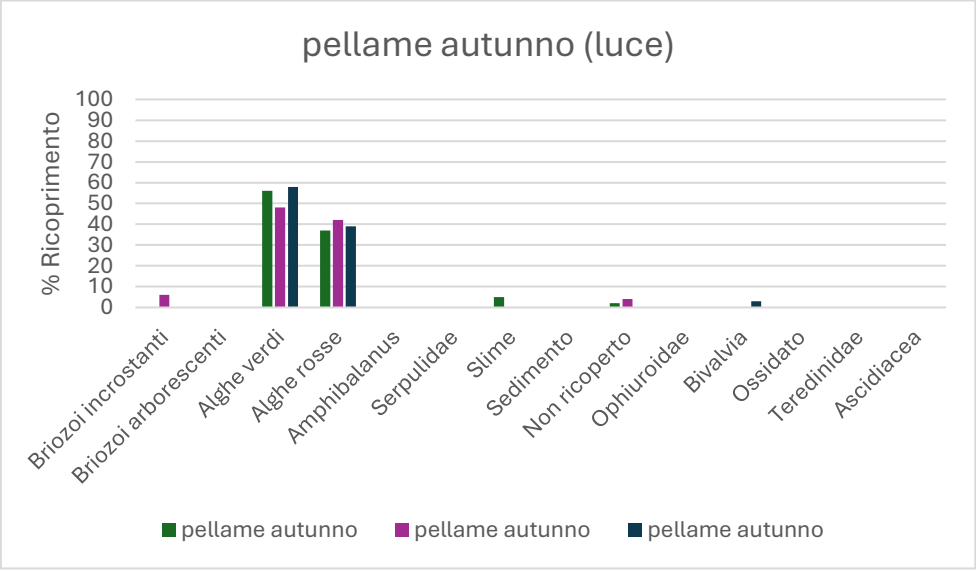

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

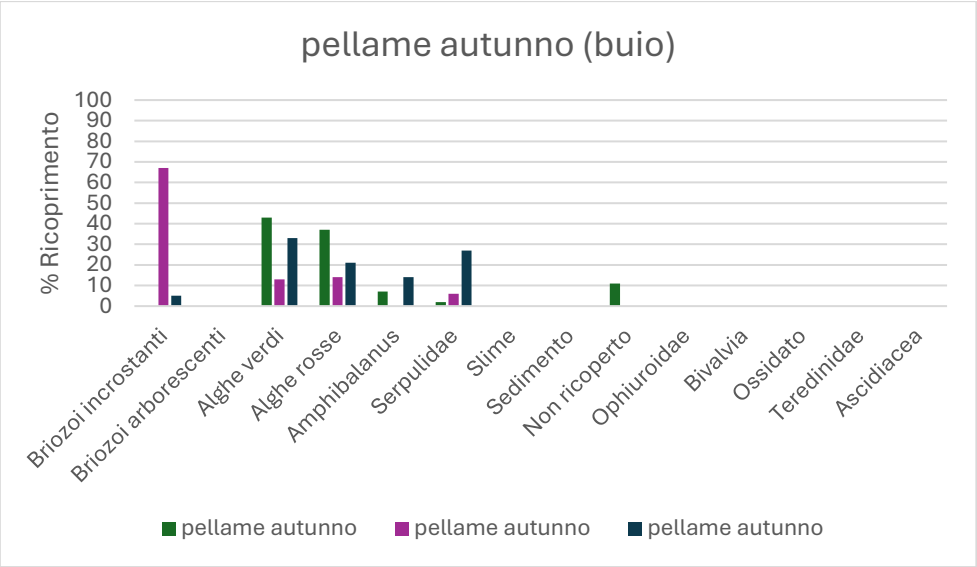

pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

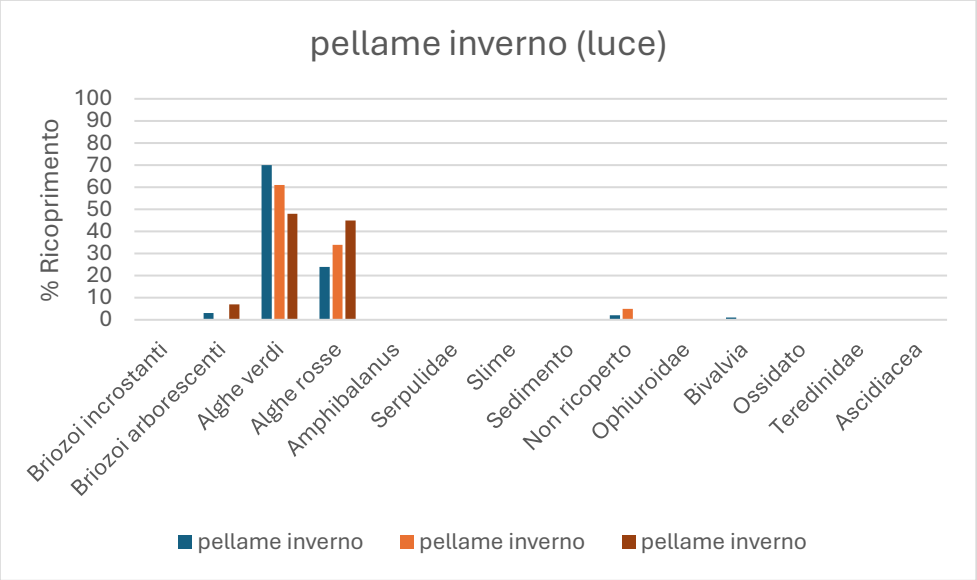


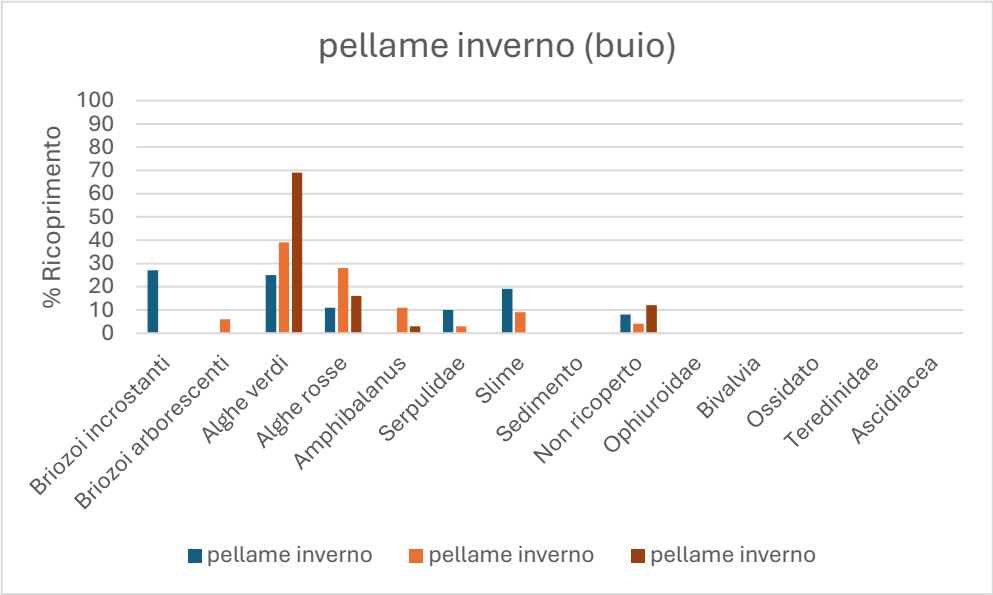


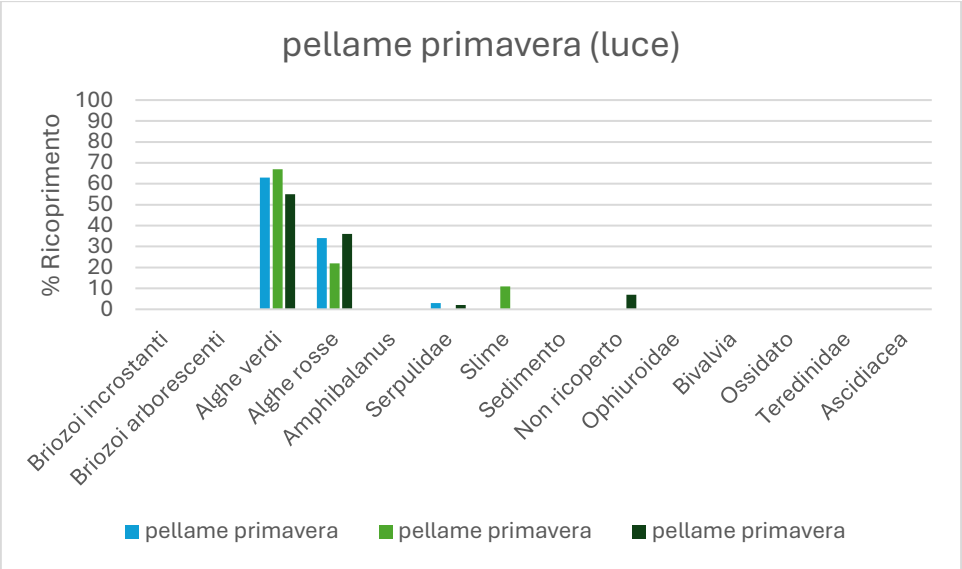
Frame 7,5m – Pellame

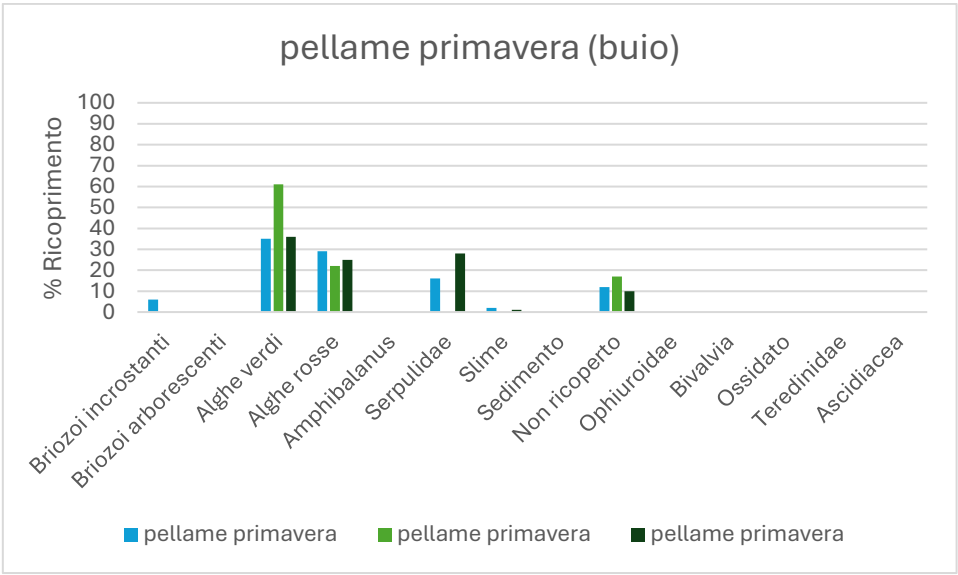



pellame autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame autunno
pellame autunno
pellame autunno

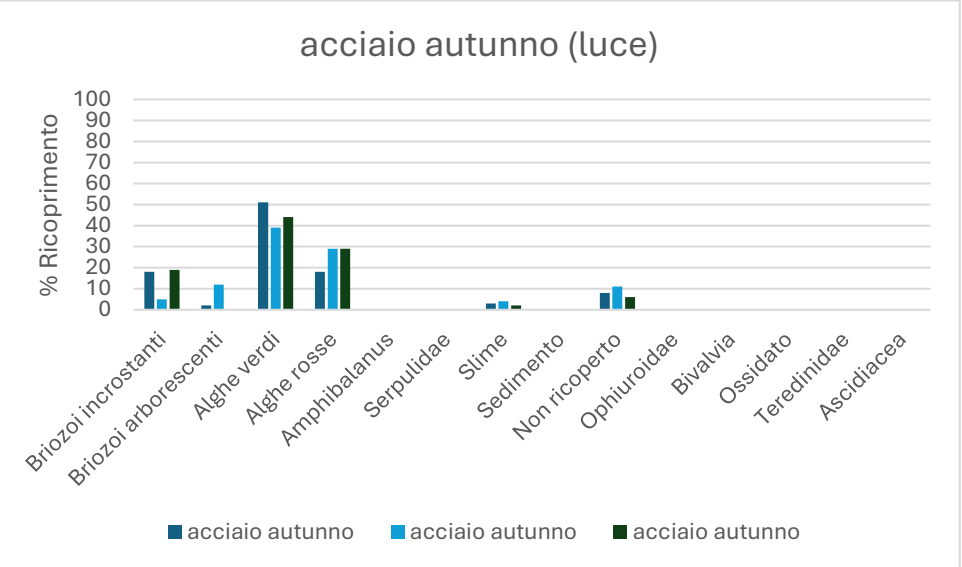

pellame inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

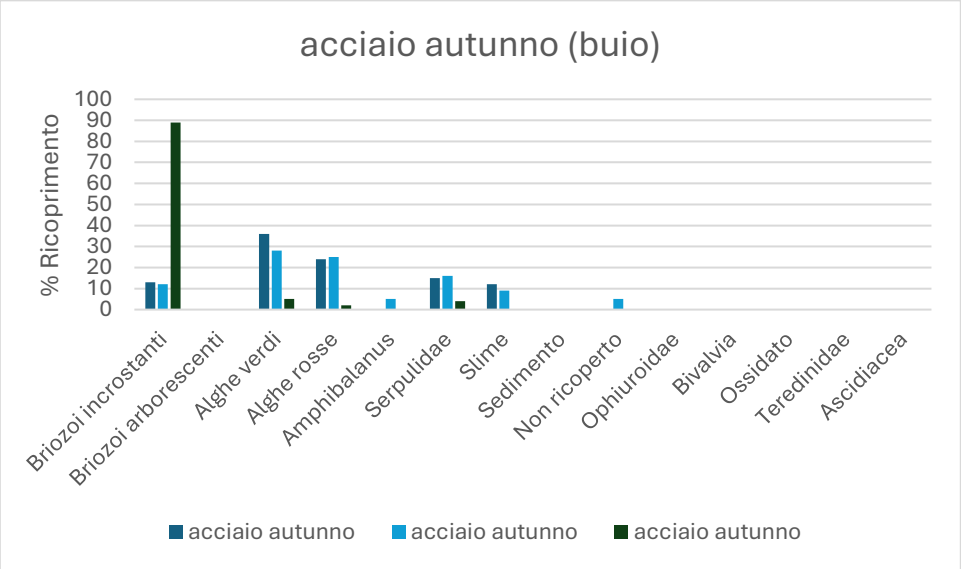

pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

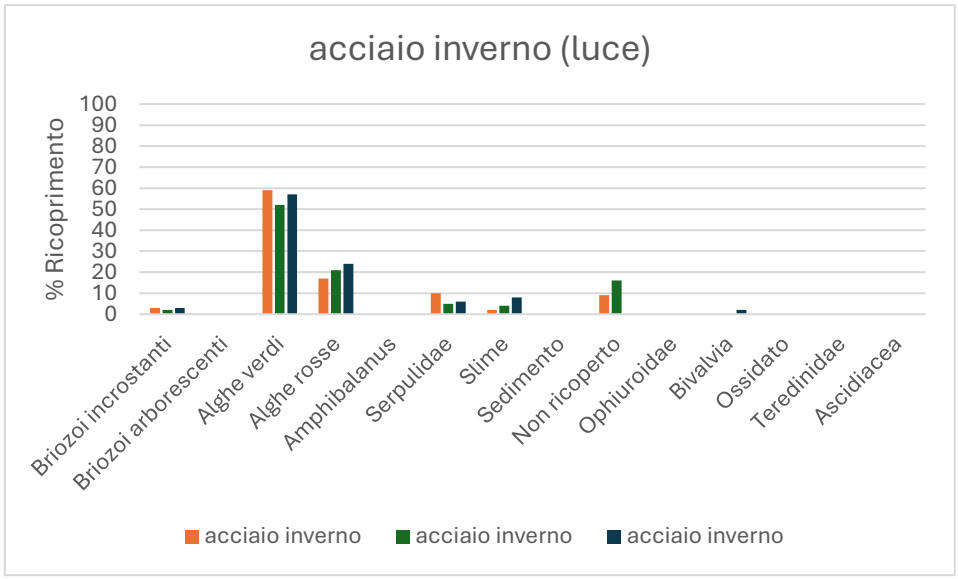


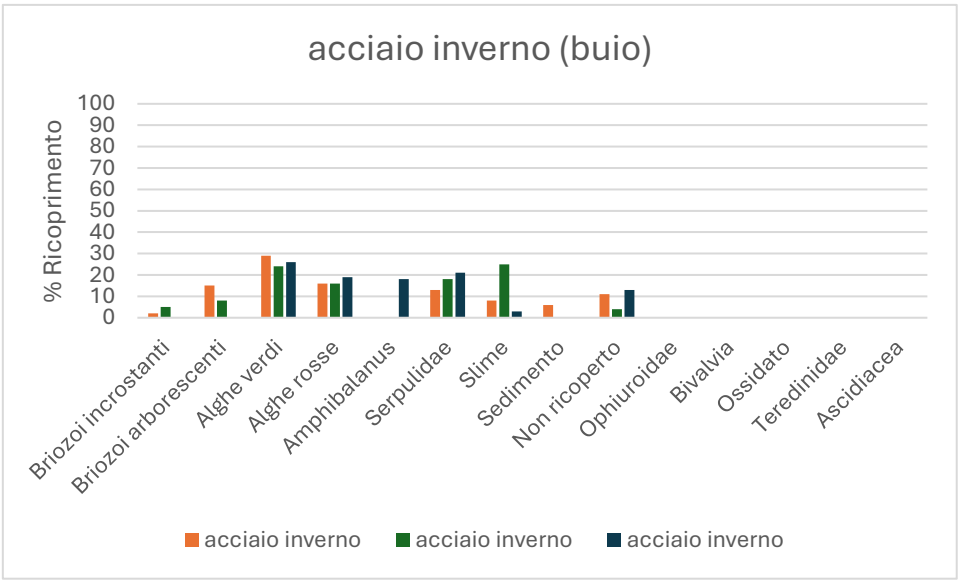


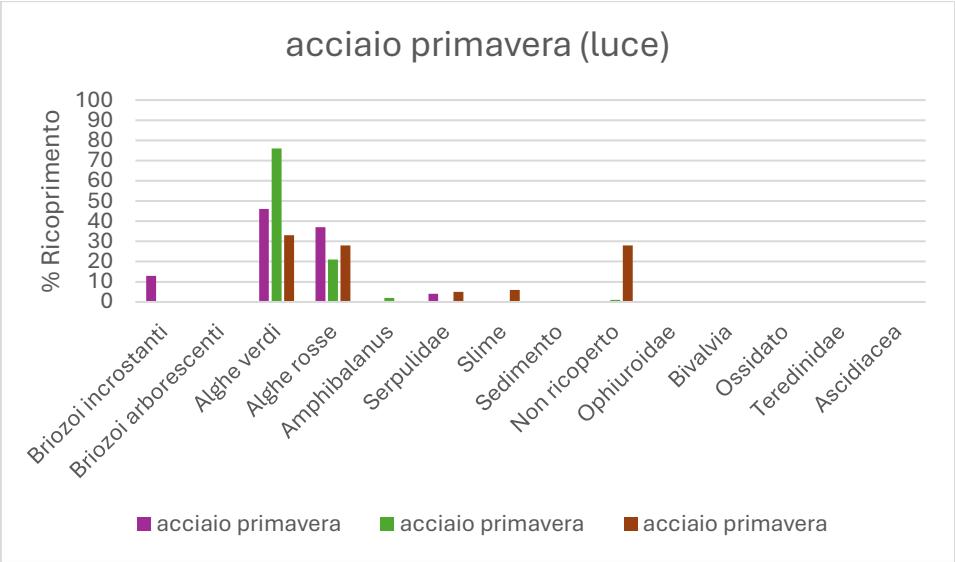
Frame 7,5 m – INOX

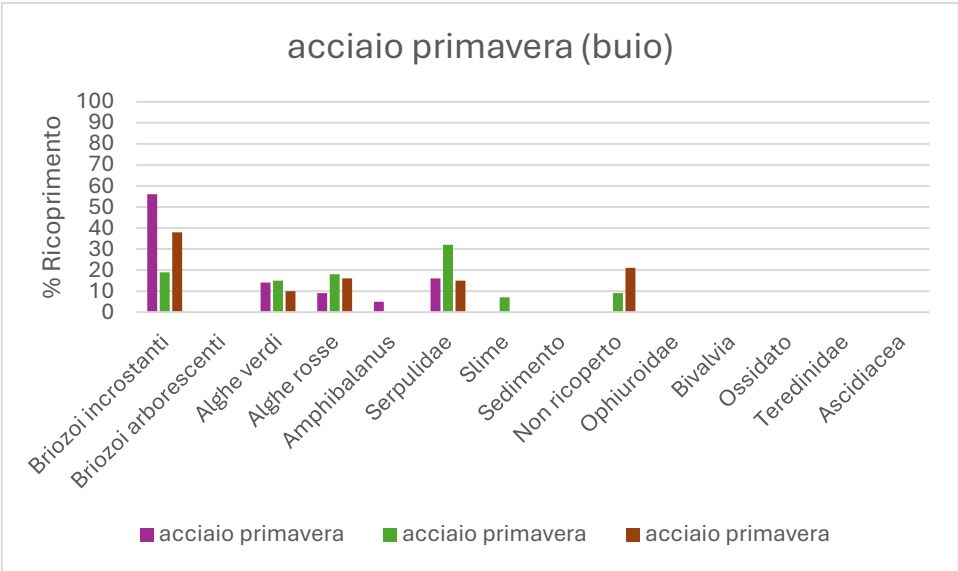



acciaio autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio autunno
acciaio autunno
acciaio autunno

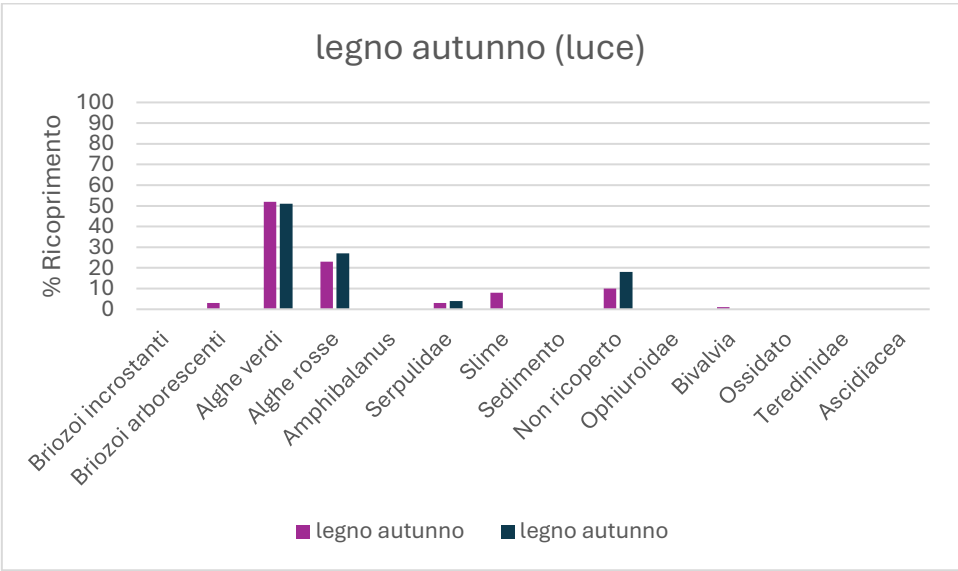

acciaio inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

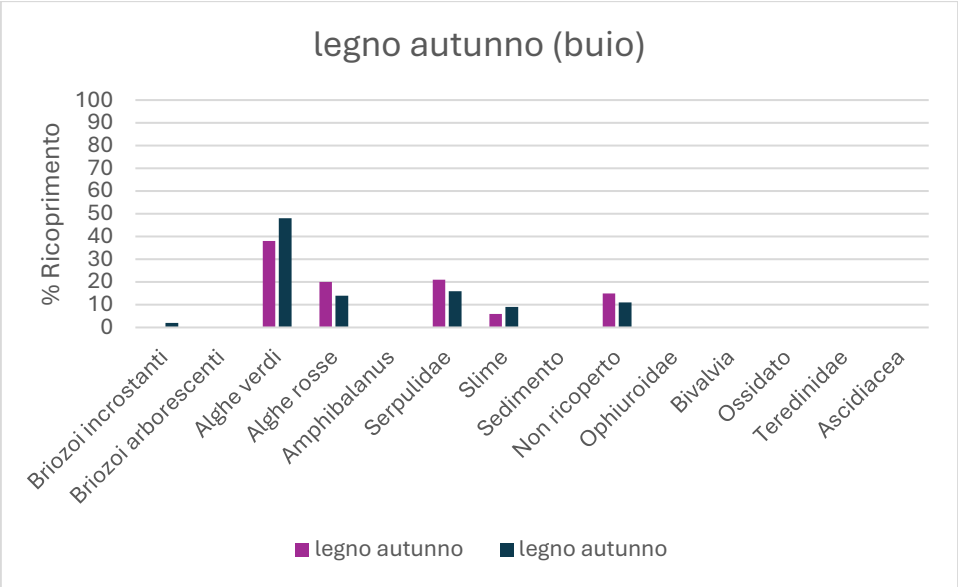

acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

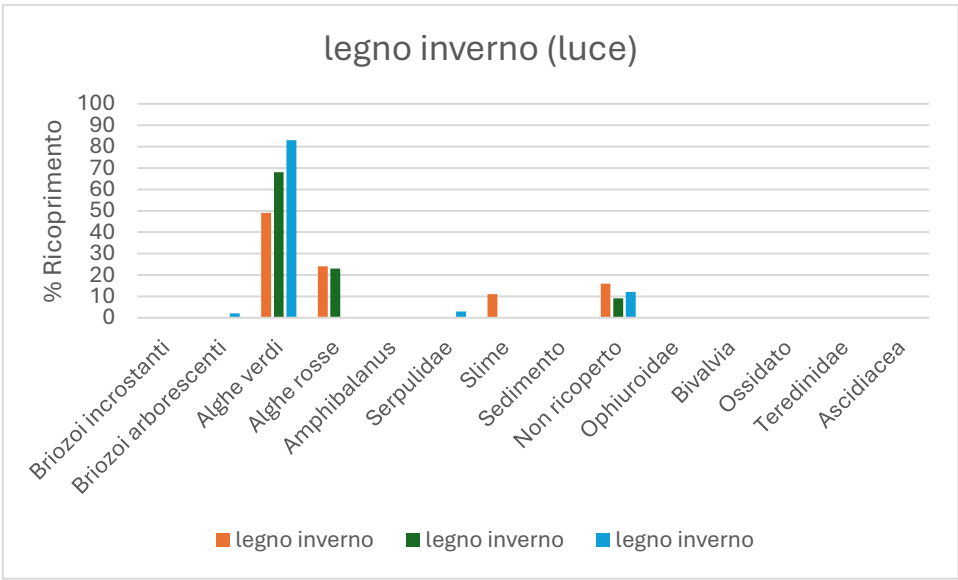


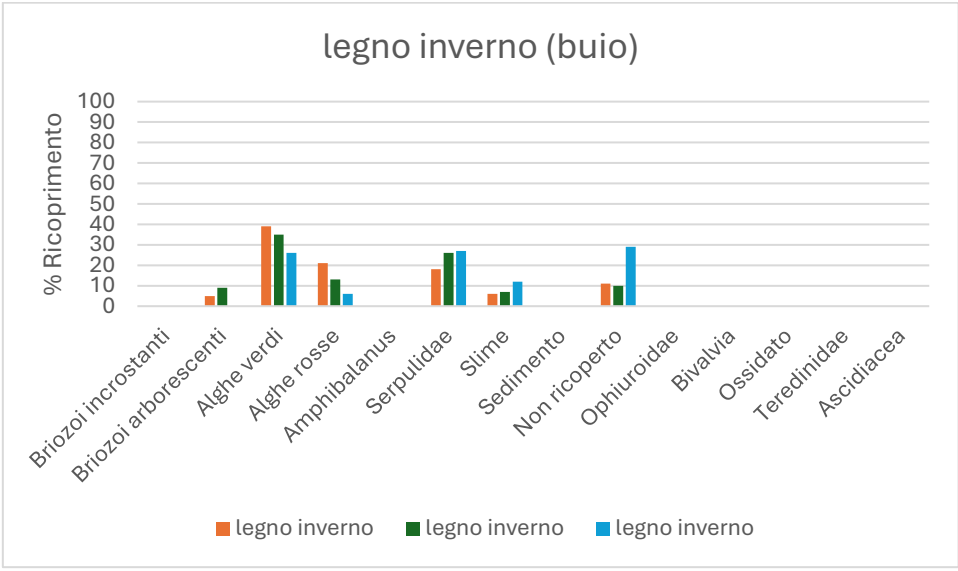


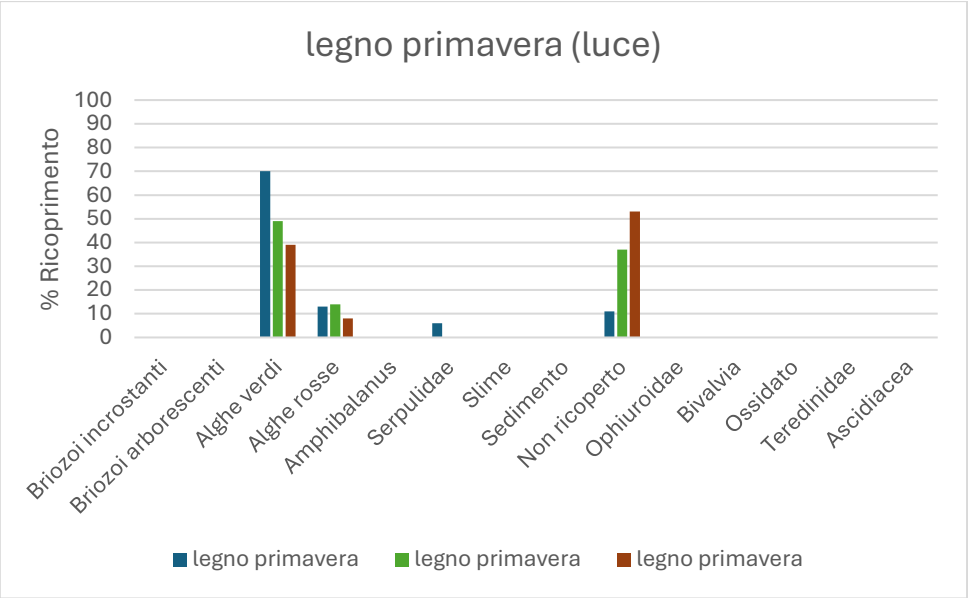
Frame 15 m – Legno

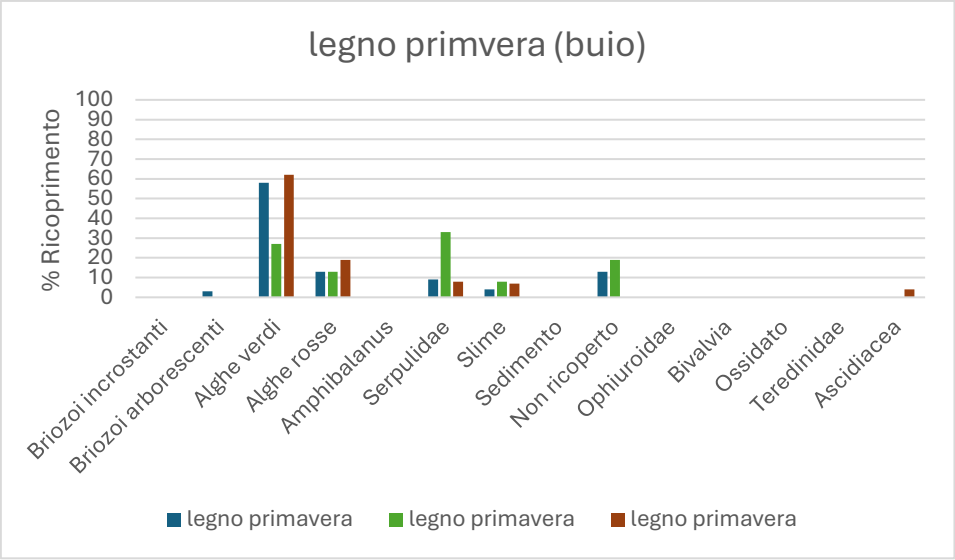



legno autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno autunno
legno autunno

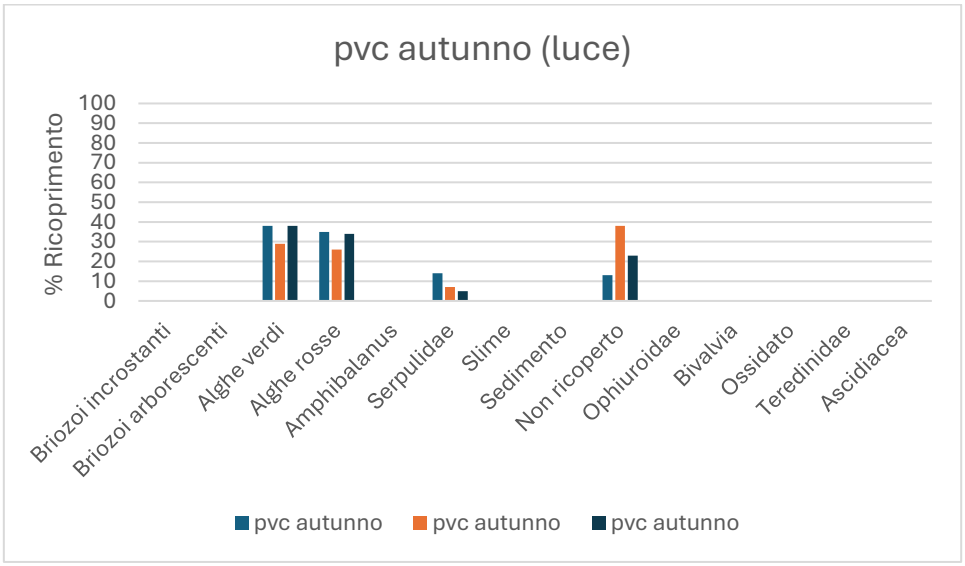

legno inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

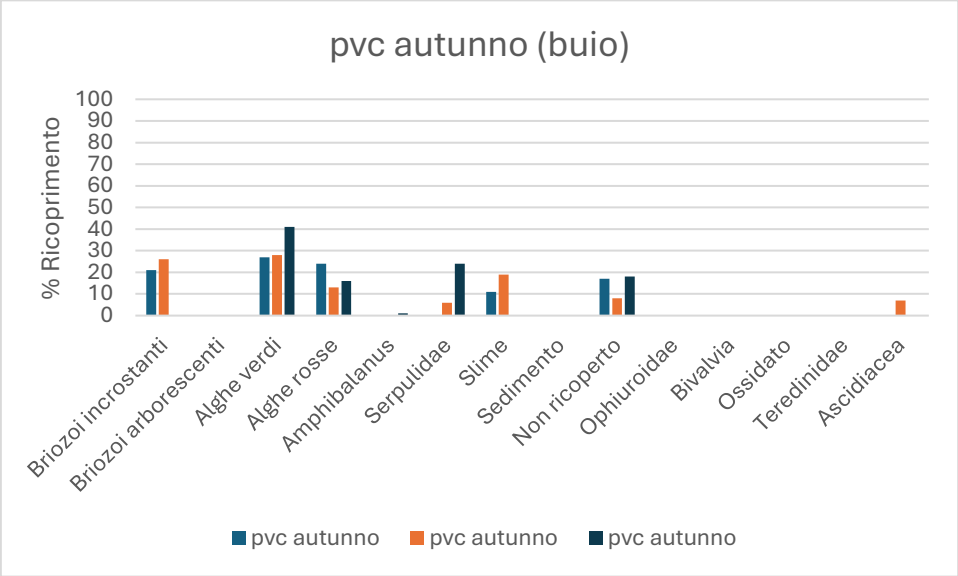

legno inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

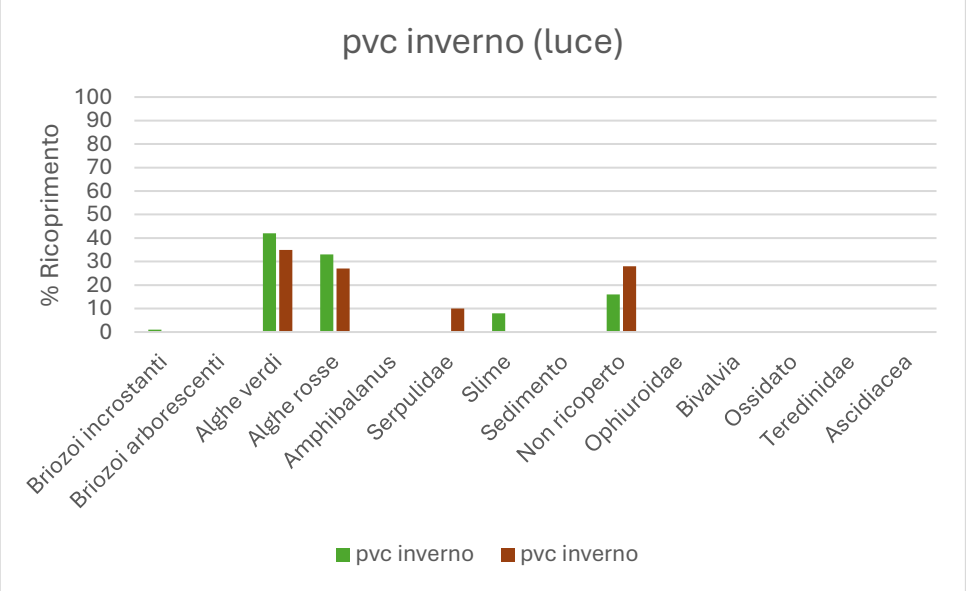


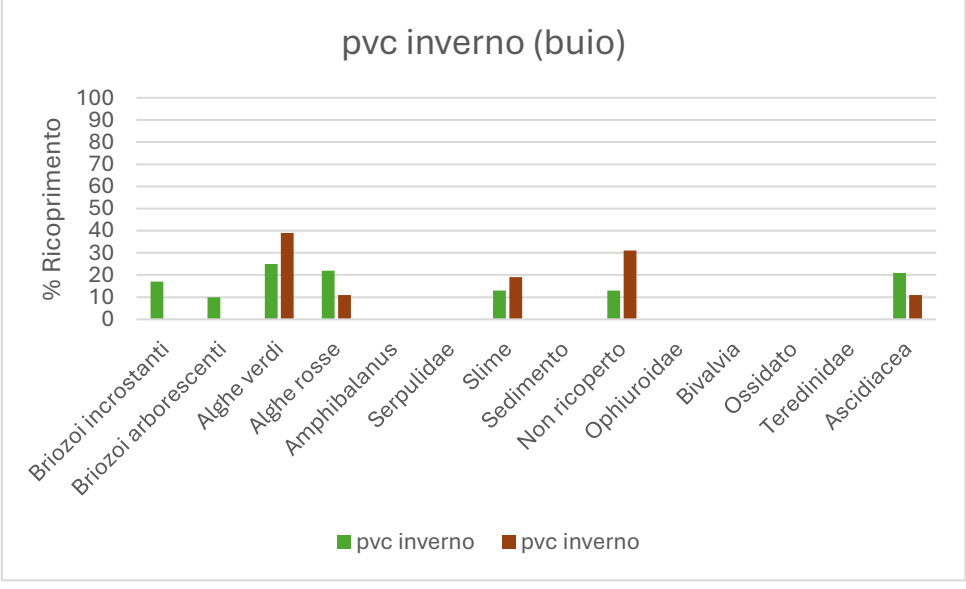


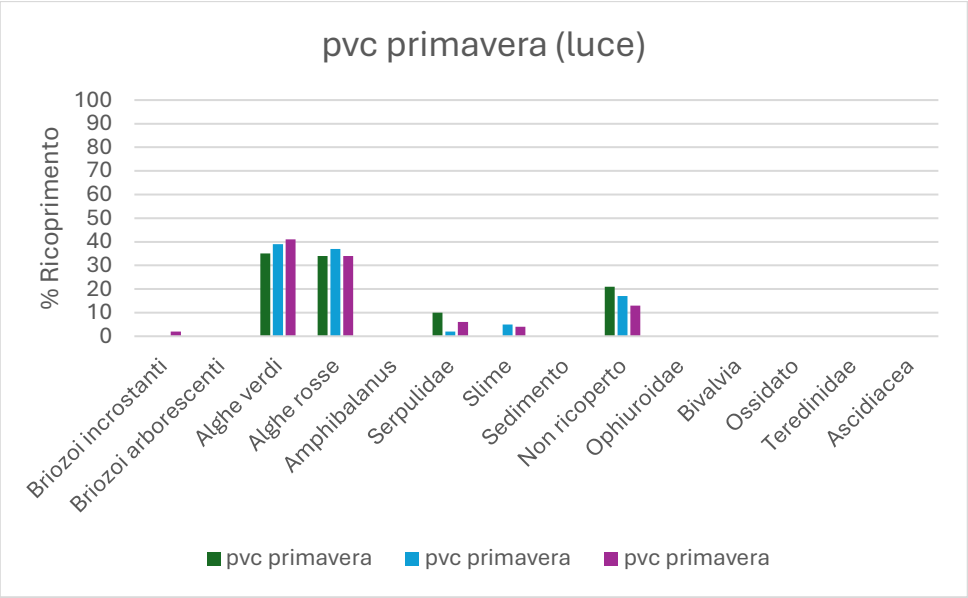
Frame 15 m – PVC

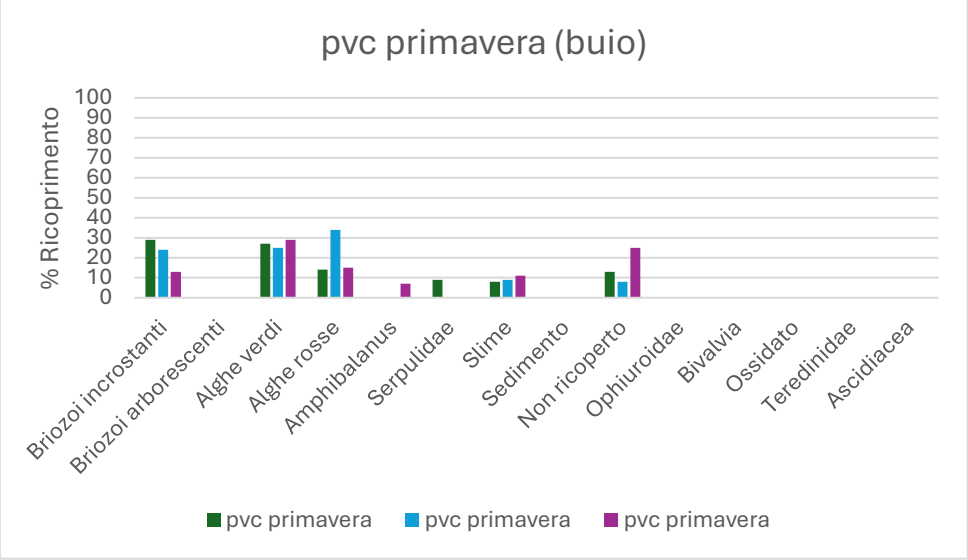



pvc autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc autunno
pvc autunno
pvc autunno

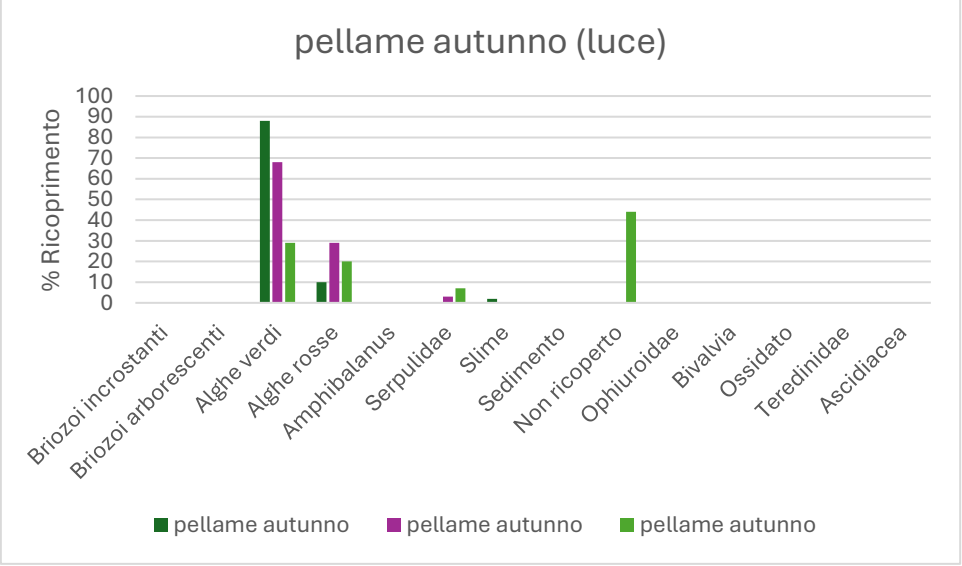

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno

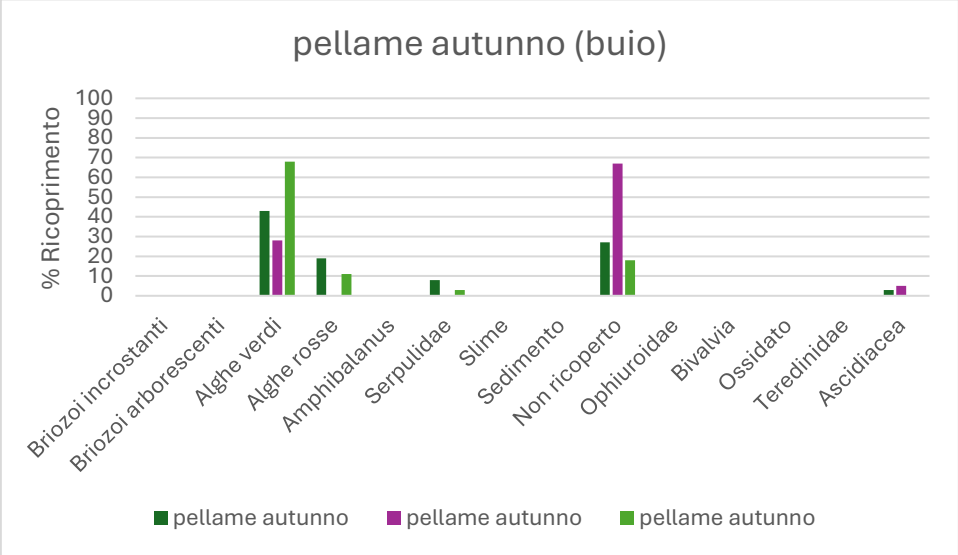

pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno

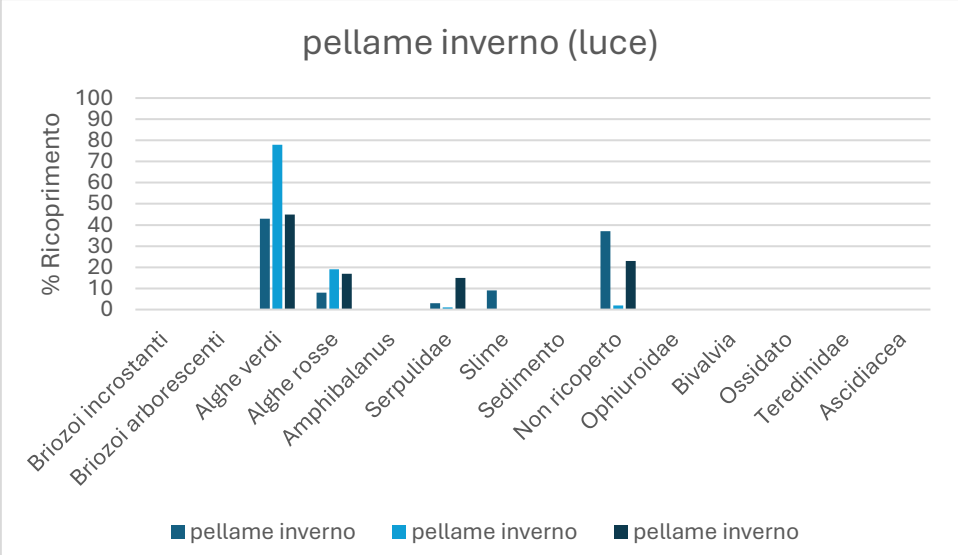


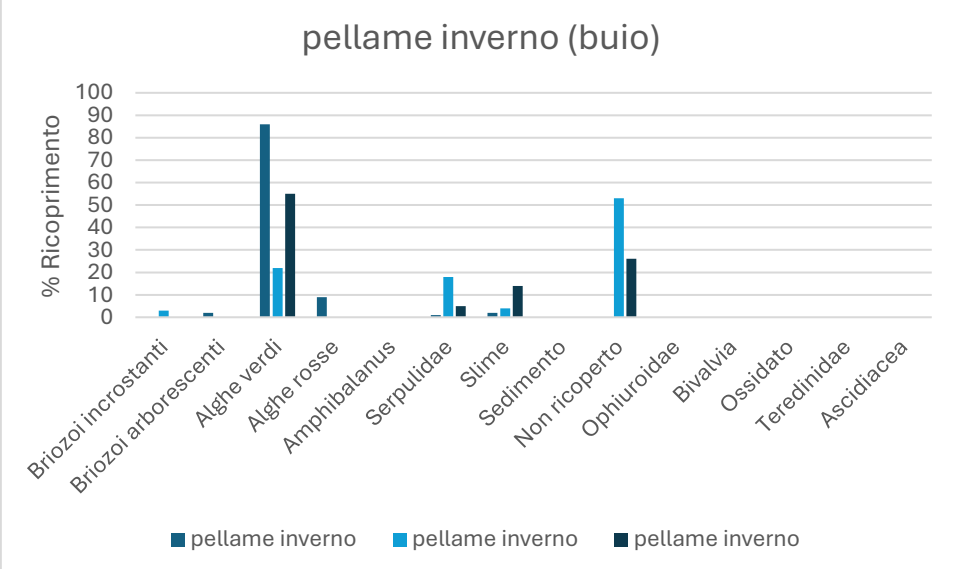


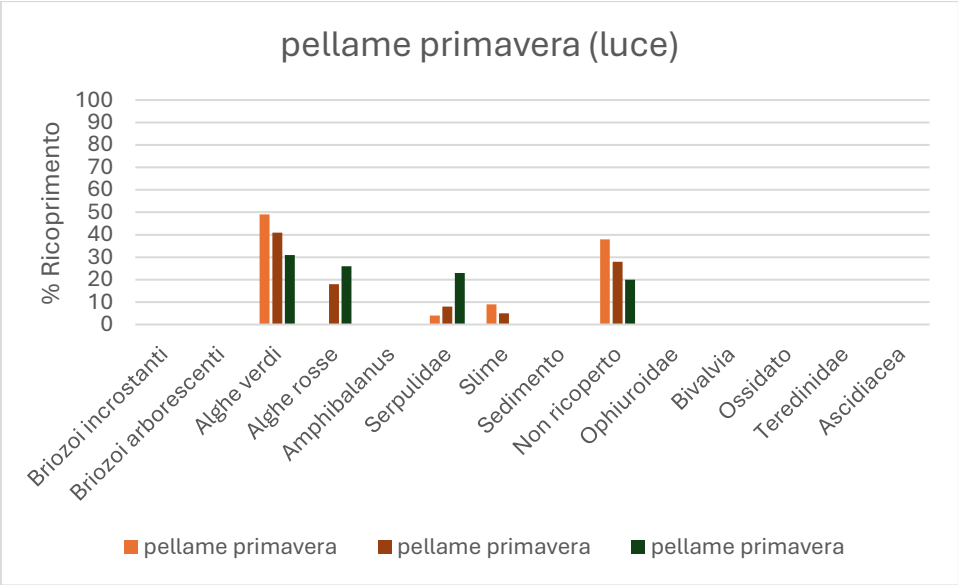
Frame 15 m – Pellame

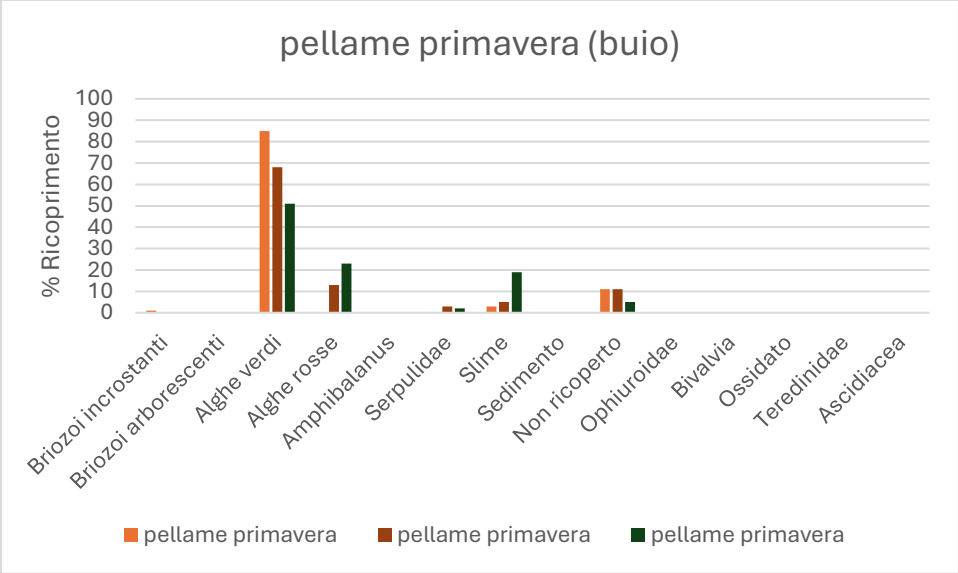



pellame autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame autunno
pellame autunno
pellame autunno

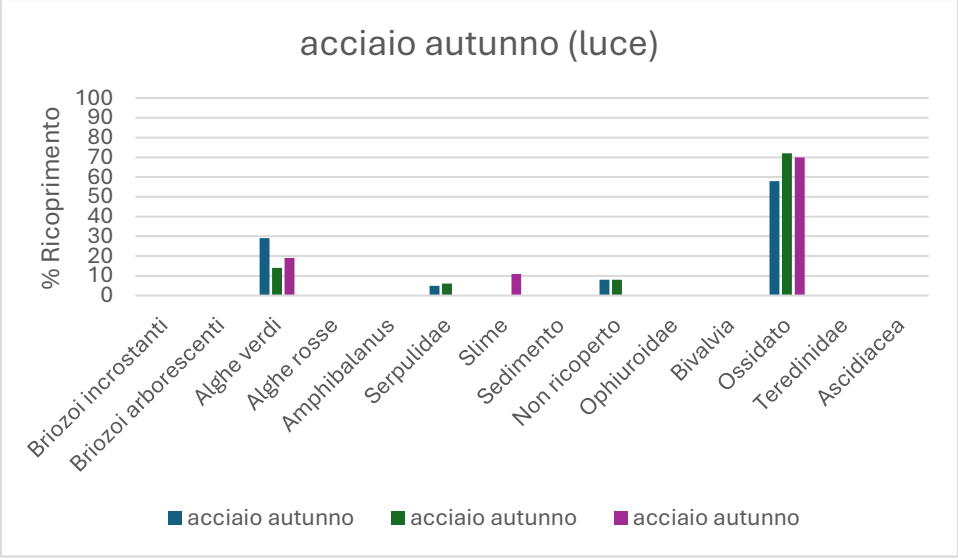

pellame inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

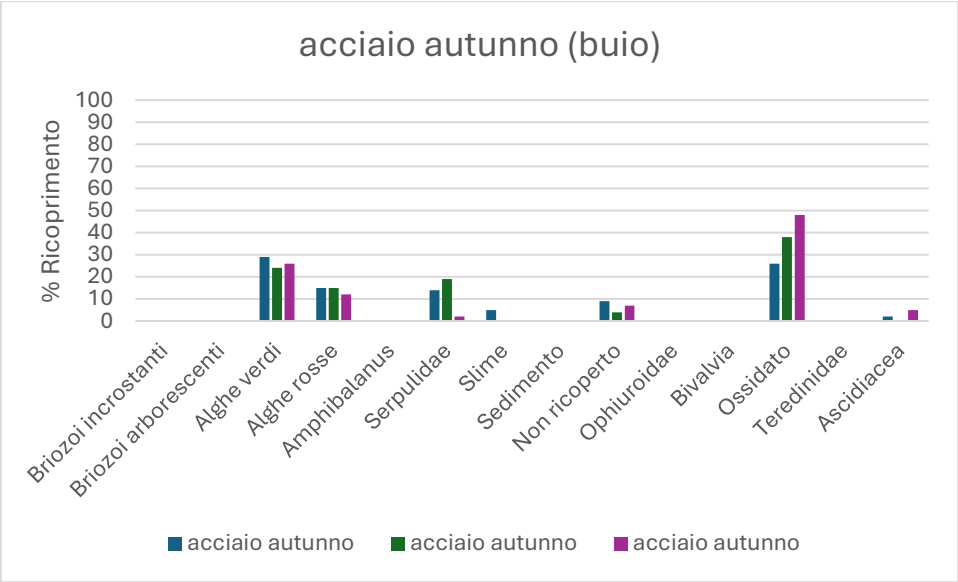

pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

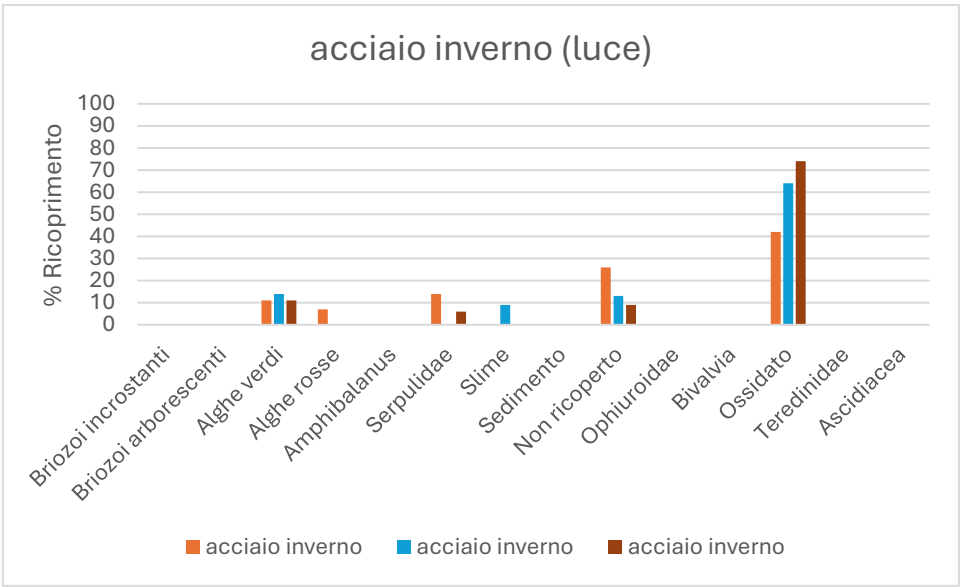


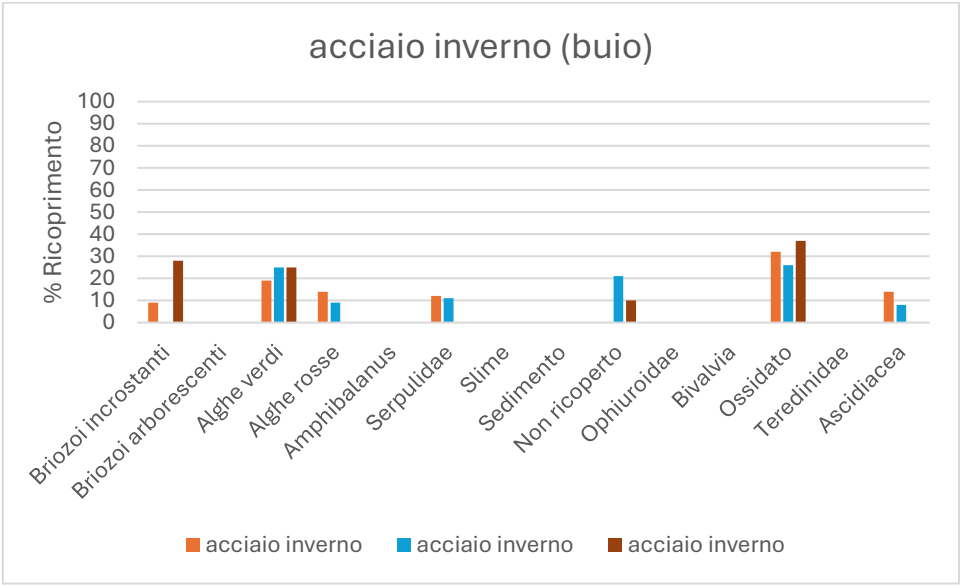


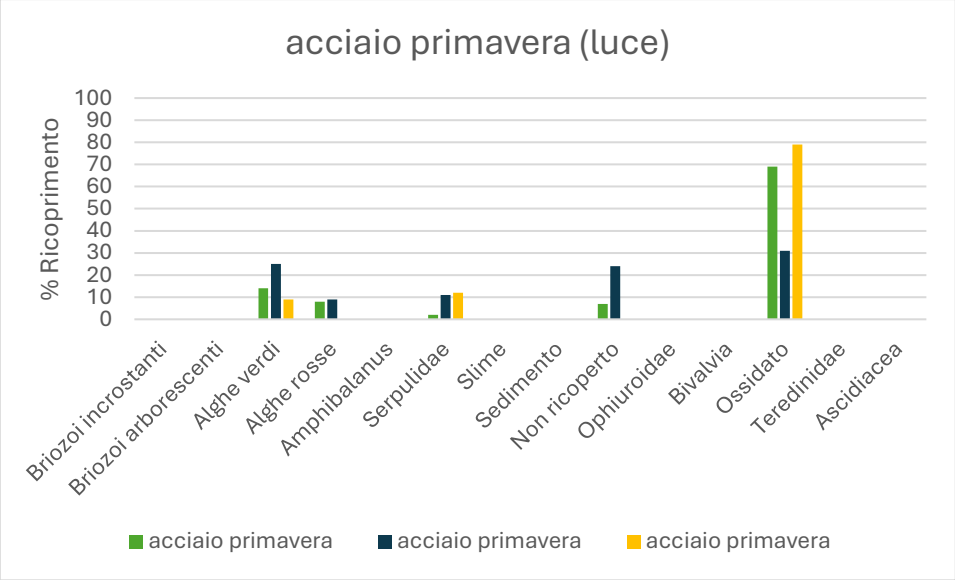
Frame 15 m – INOX

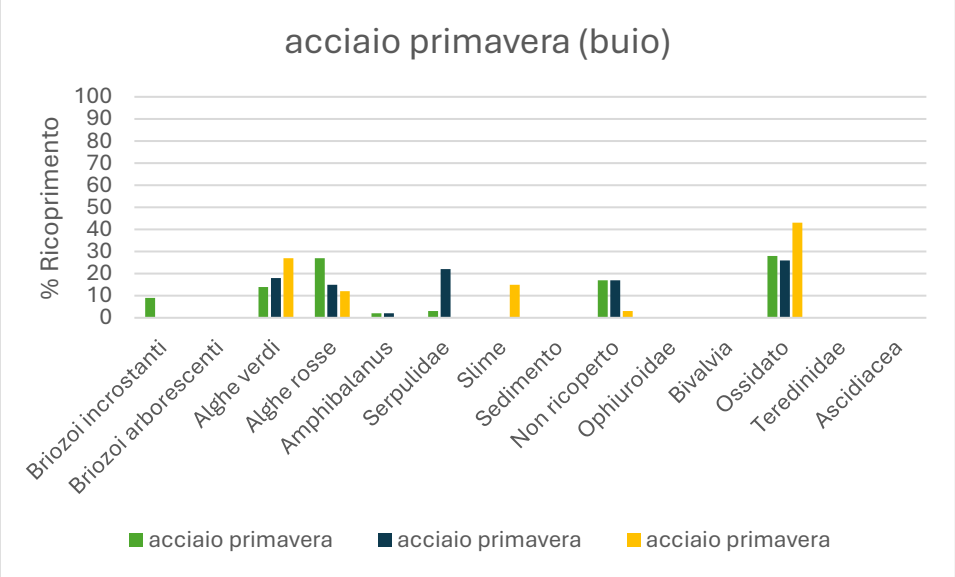



acciaio autunno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio autunno
acciaio autunno
acciaio autunno


acciaio inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

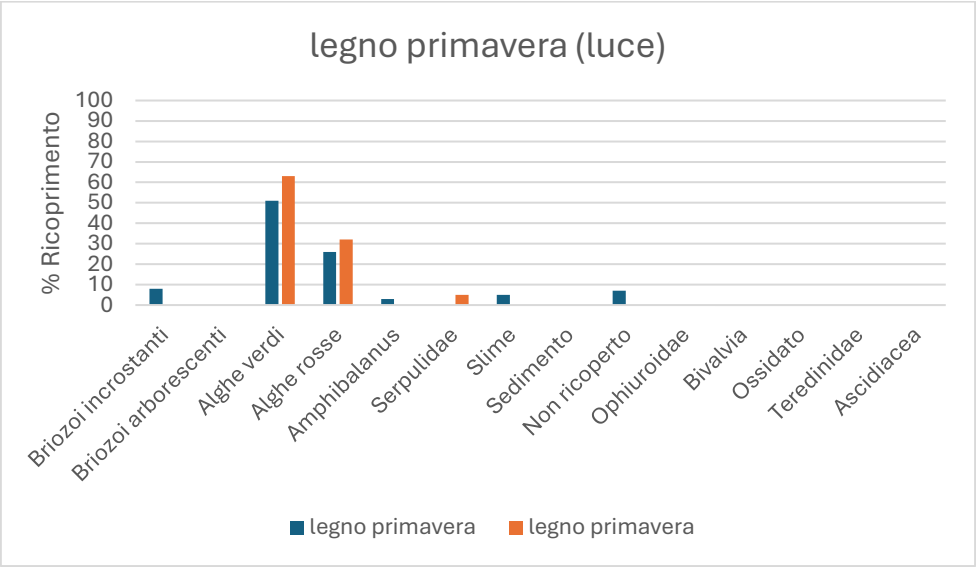

acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

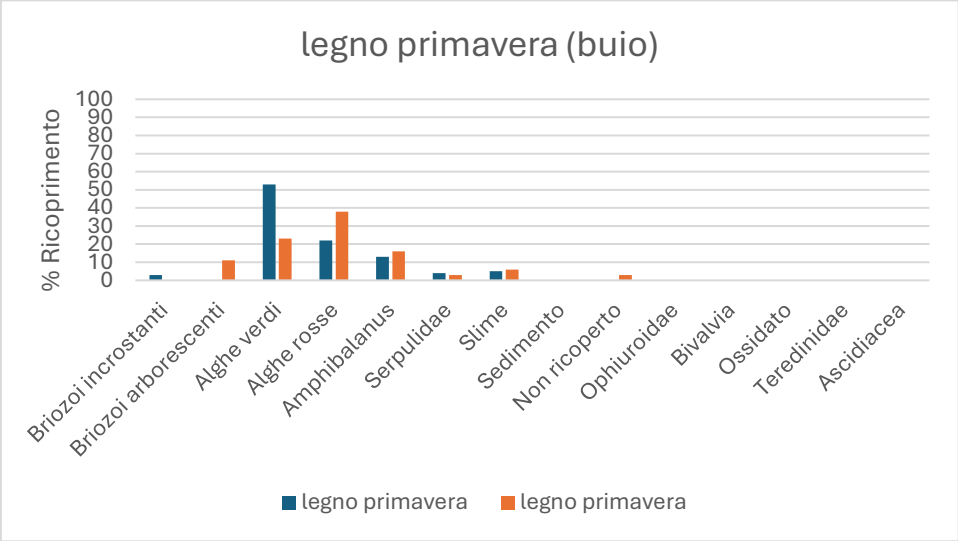

acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera


acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

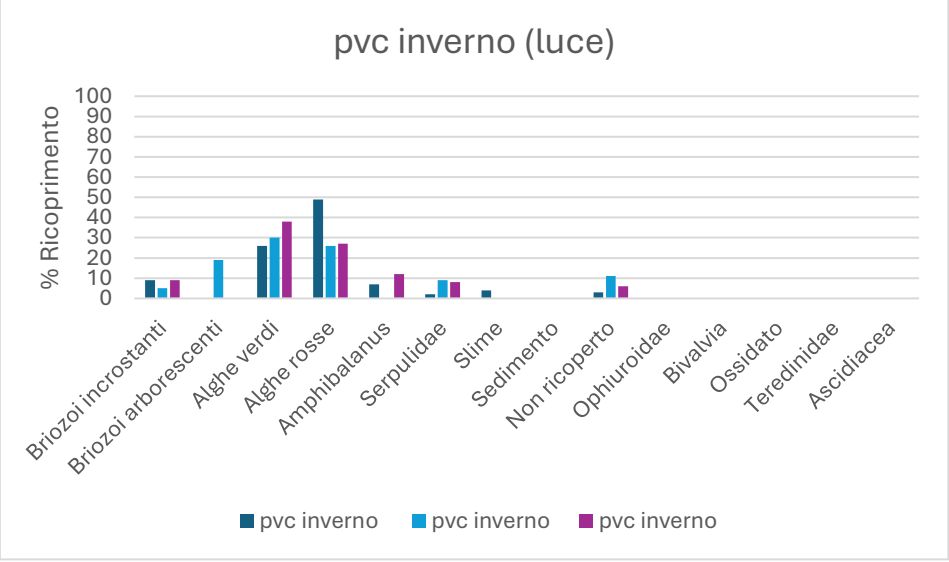
Quinto campionamento

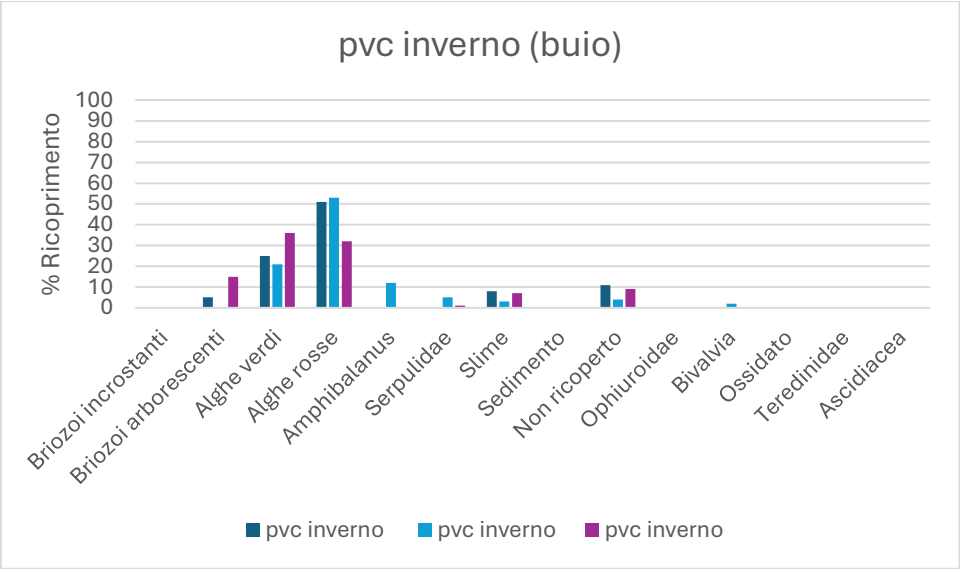
Frame 0,5 m – Legno

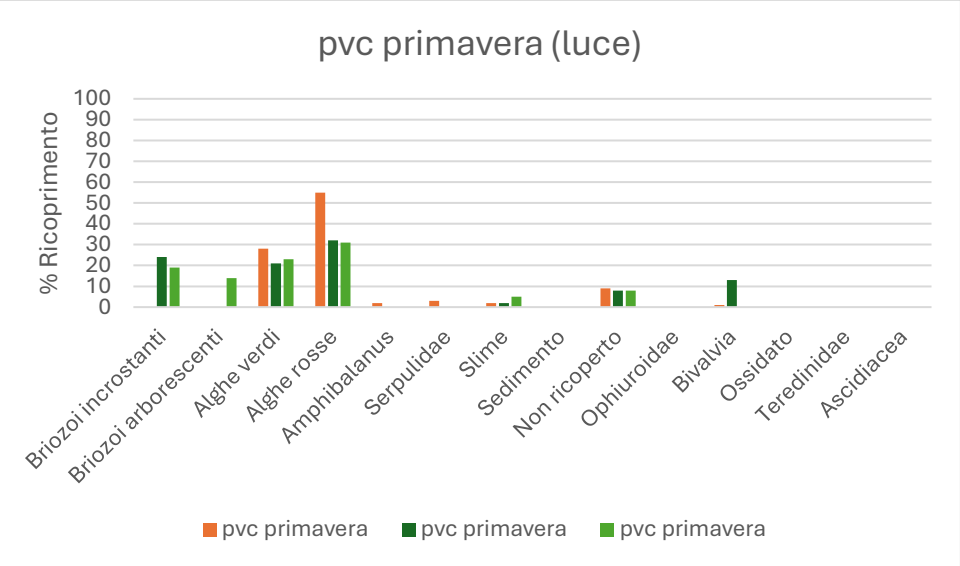


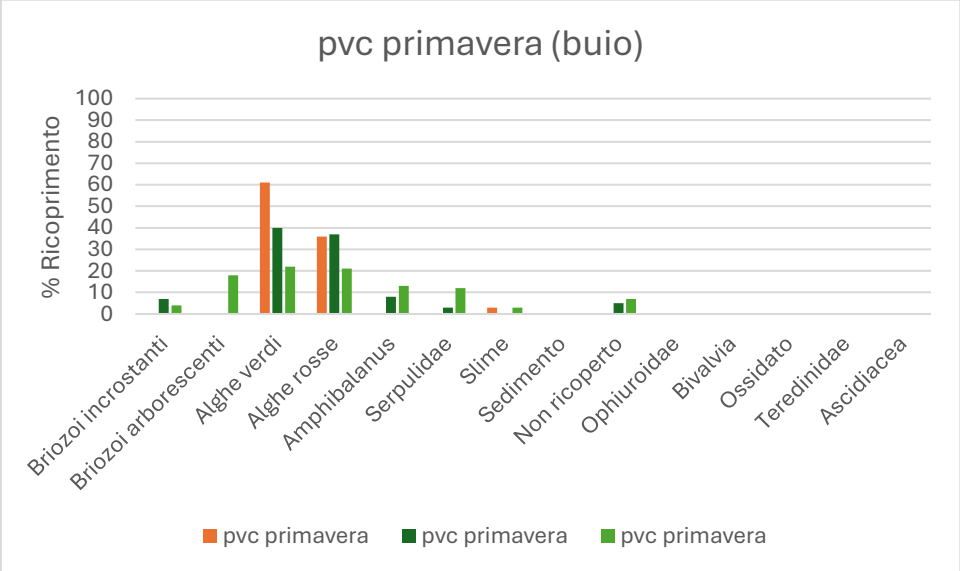


Frame 0,5 m – PVC

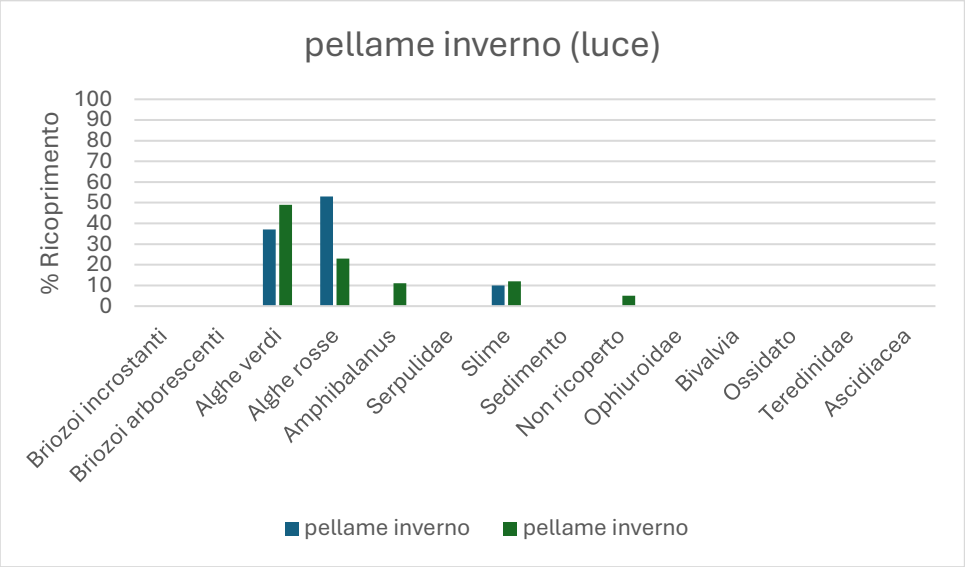


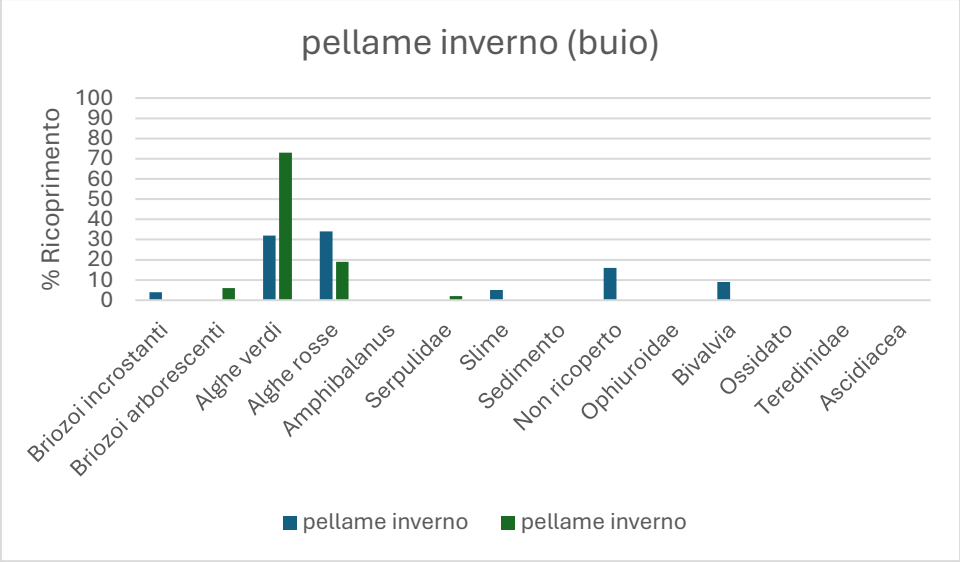

pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

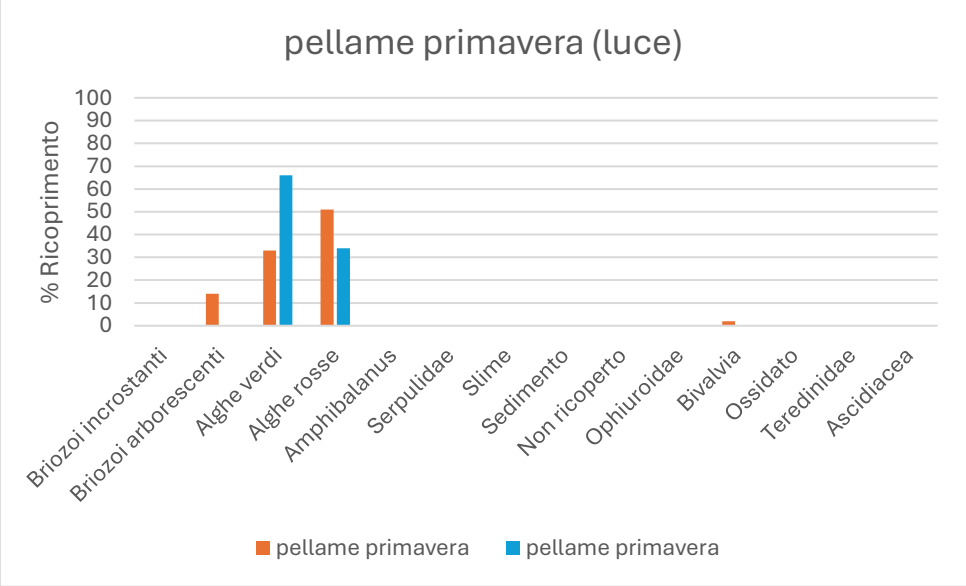

pvc primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

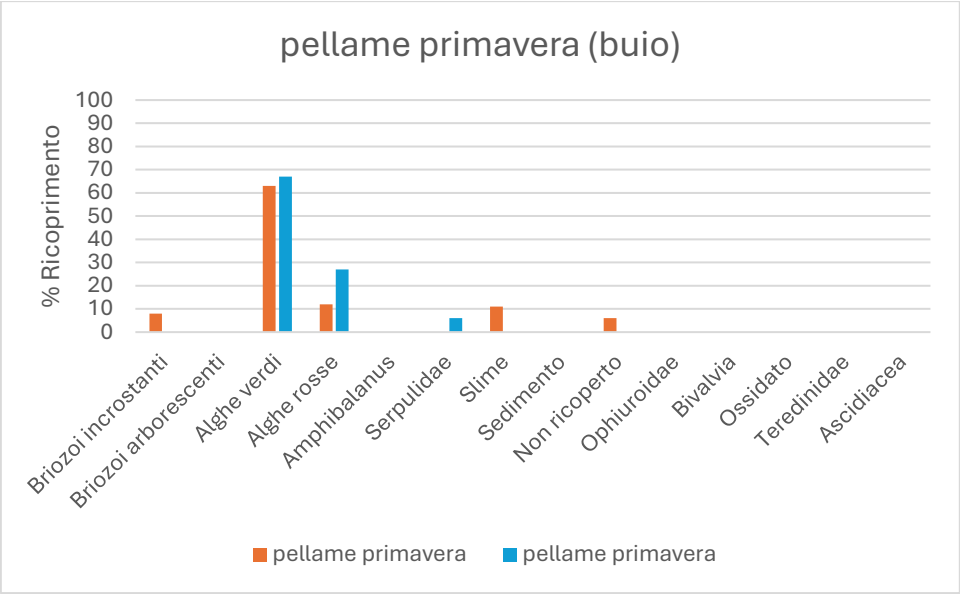

pvc primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

Frame 0,5 m – Pellame

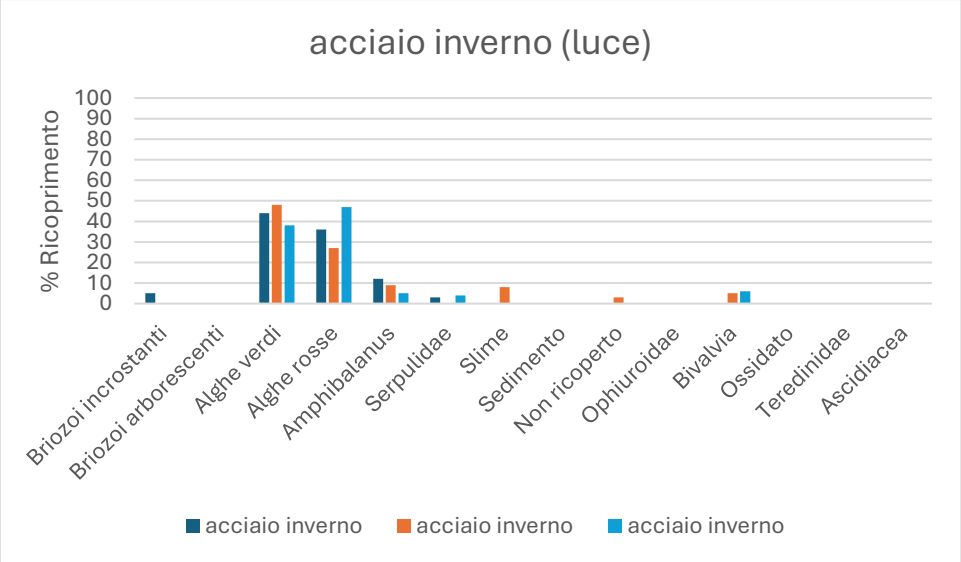


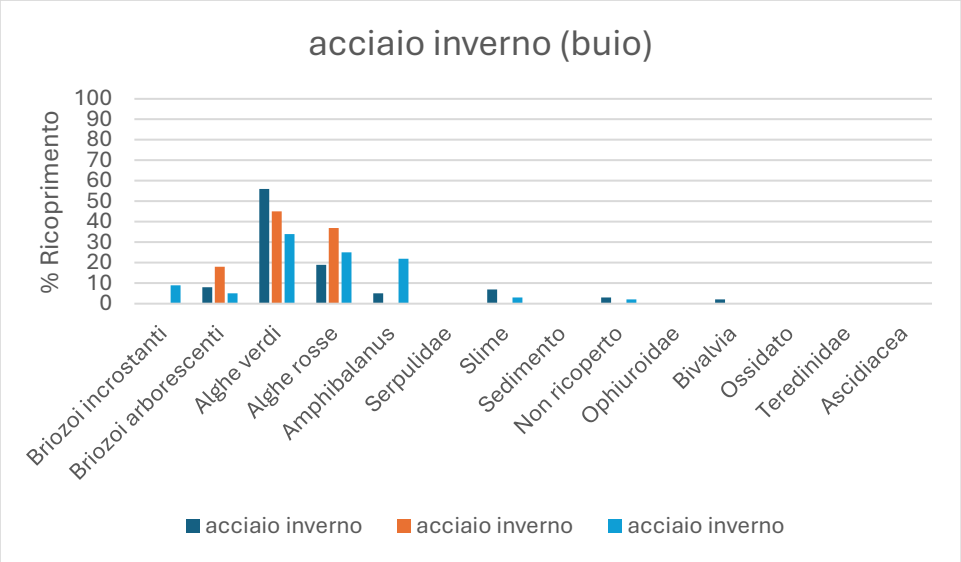


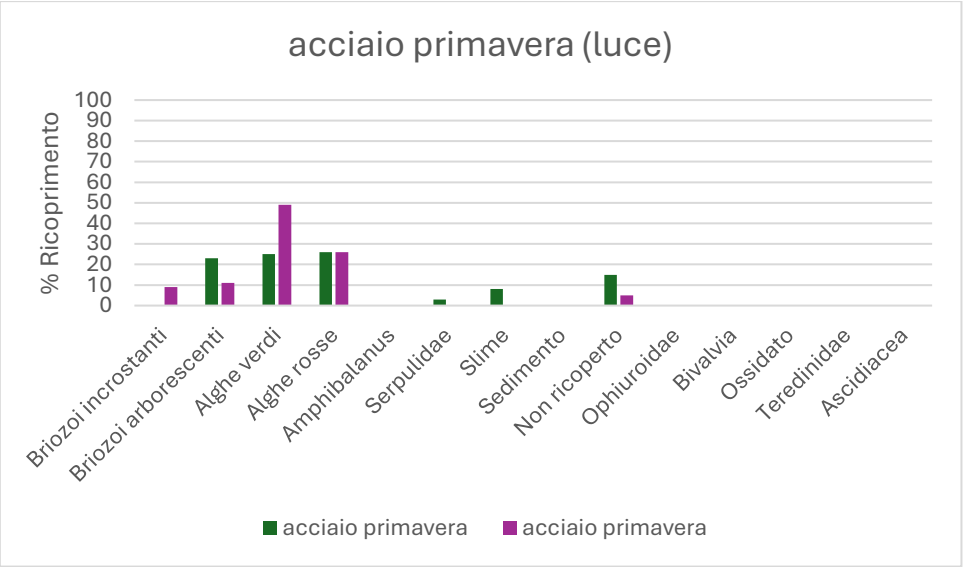


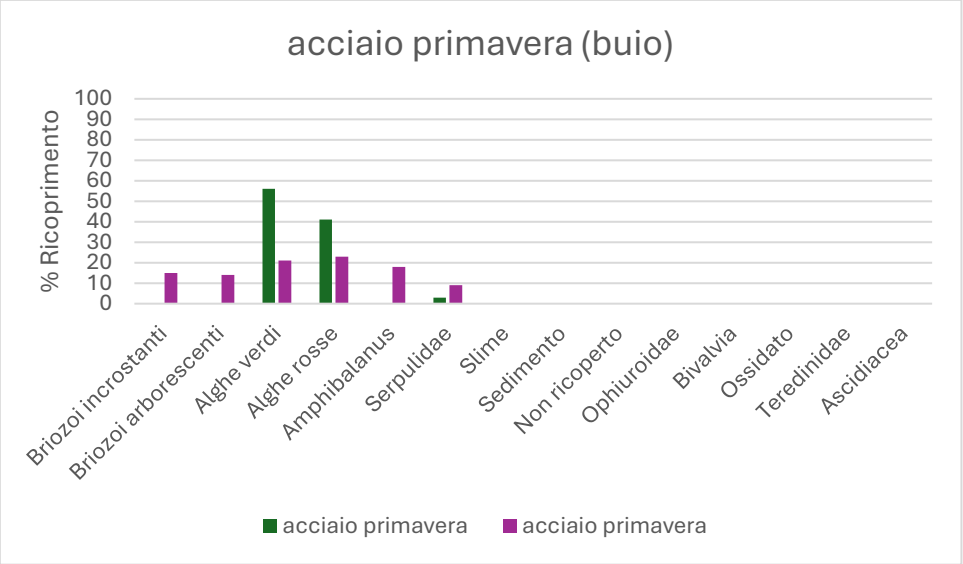


Frame 0,5 m – INOX

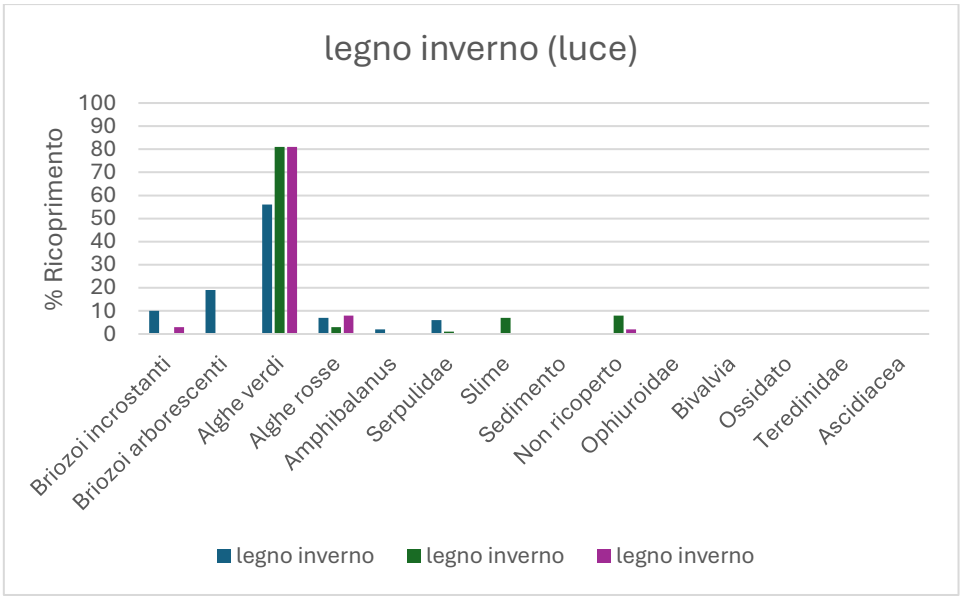


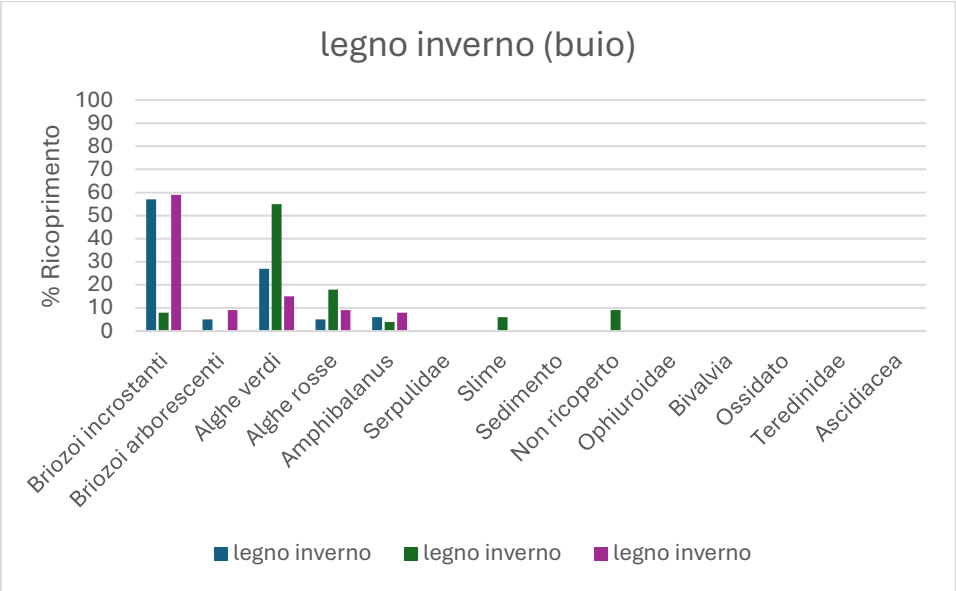


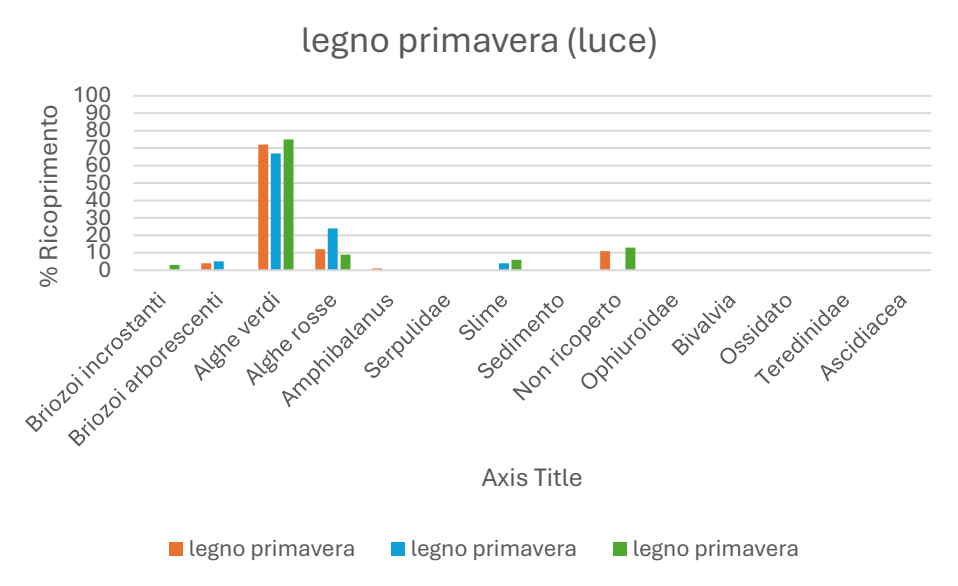


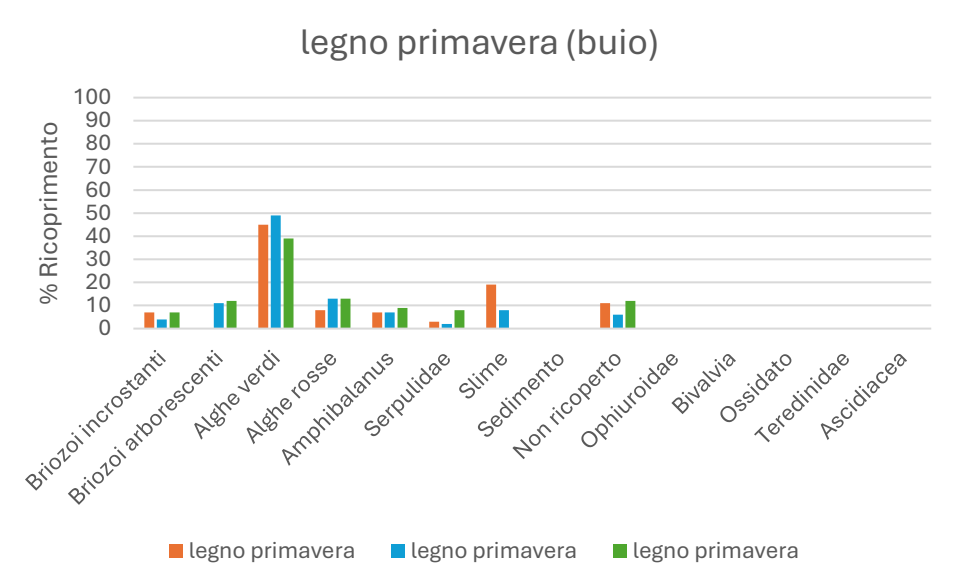


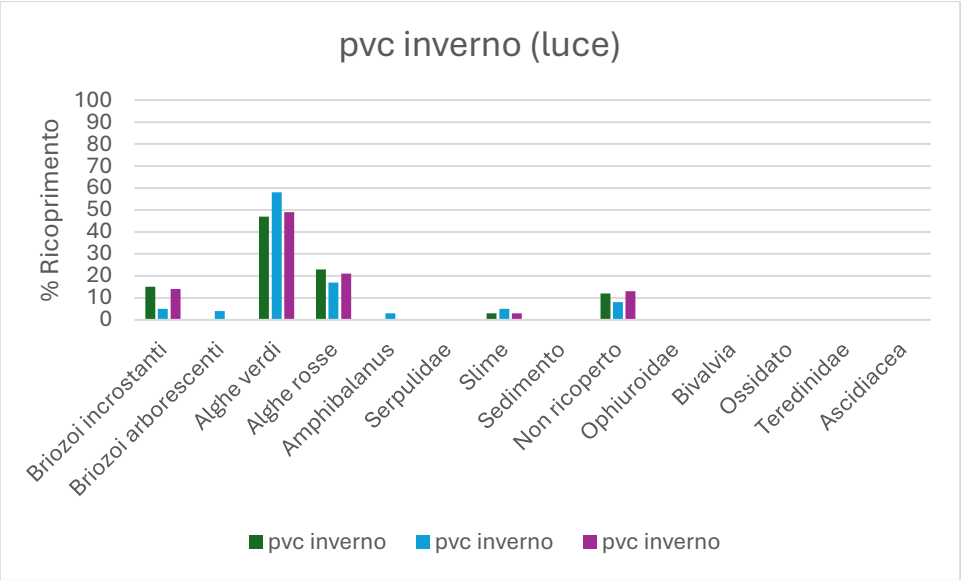
Frame 7,5 m – Legno

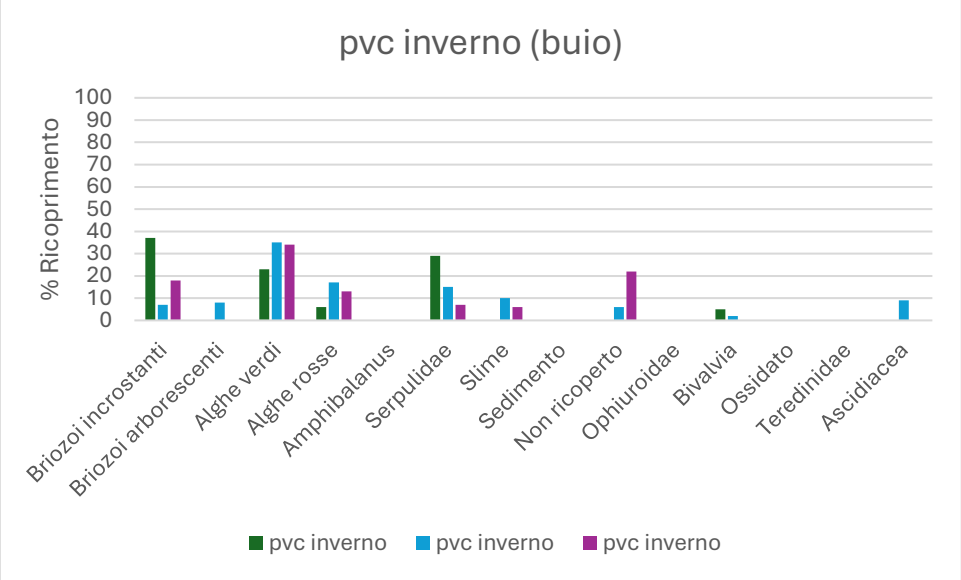


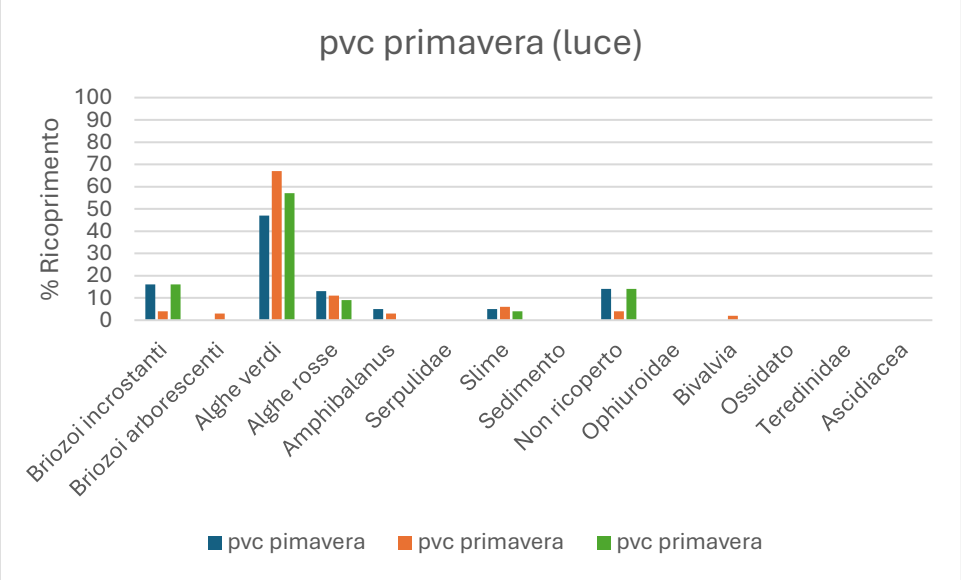

legno inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno inverno
legno inverno
legno inverno

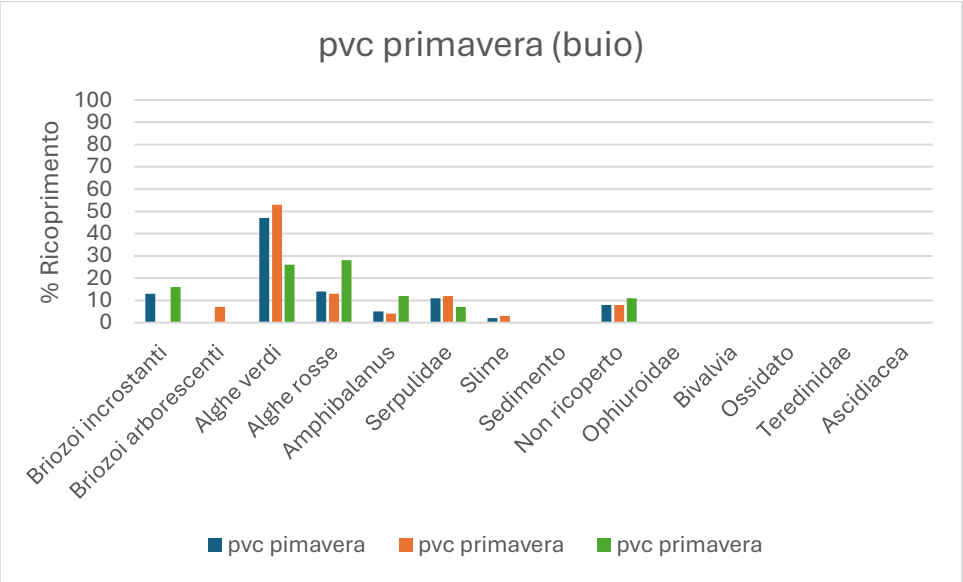

legno primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
Axis Title
legno primavera
legno primavera
legno primavera

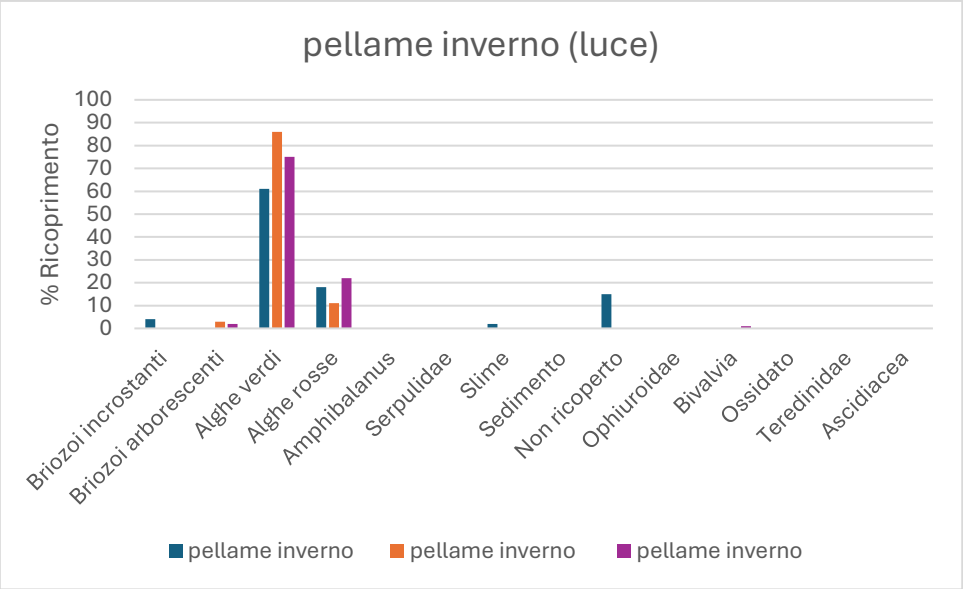

legno primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
legno primavera
legno primavera
legno primavera

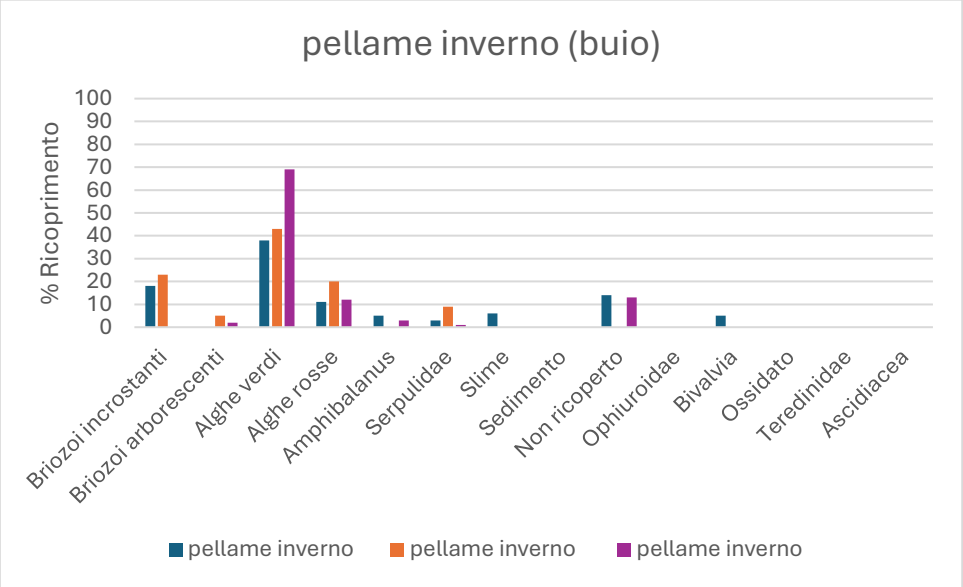

pvc inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

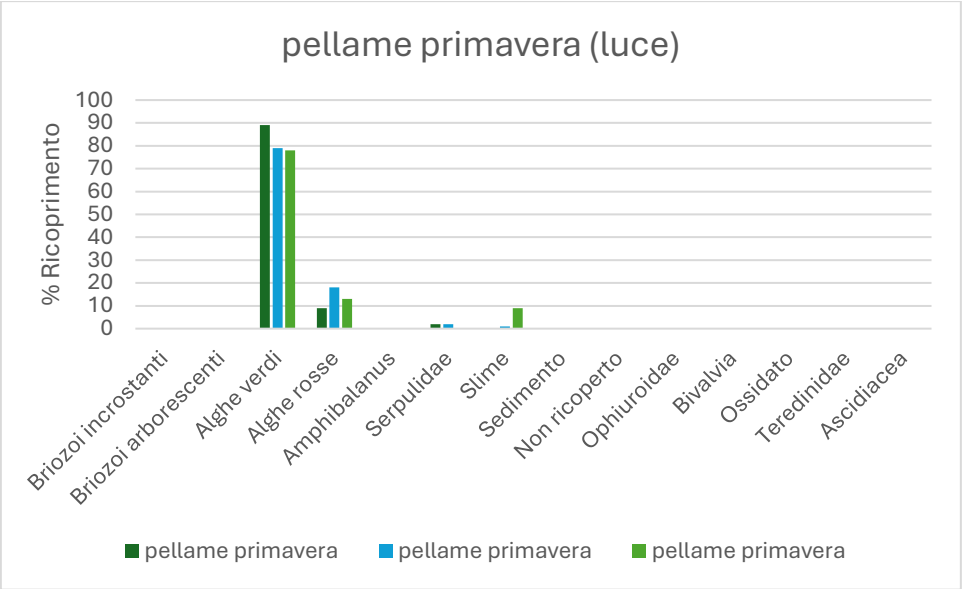

pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

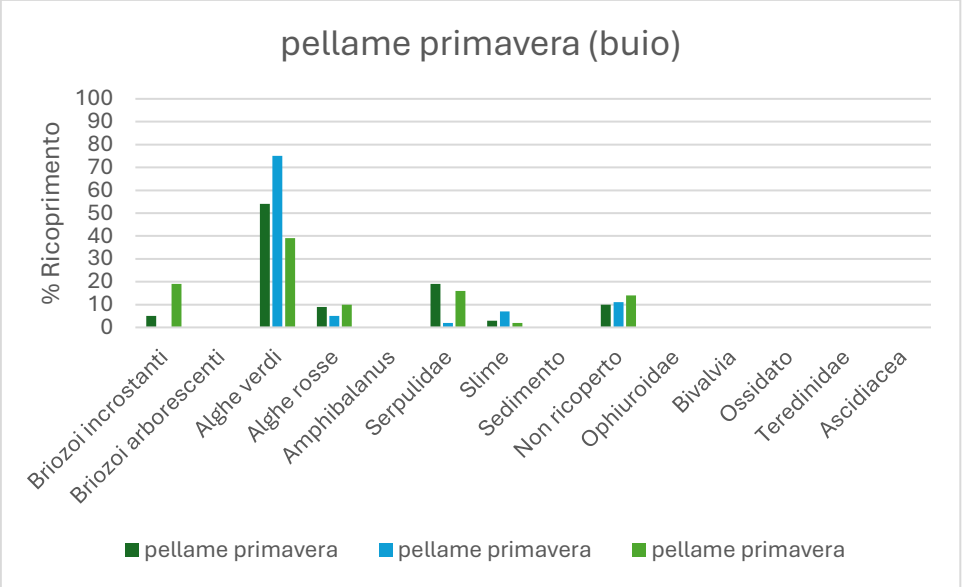

pvc primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc pimavera
pvc primavera
pvc primavera

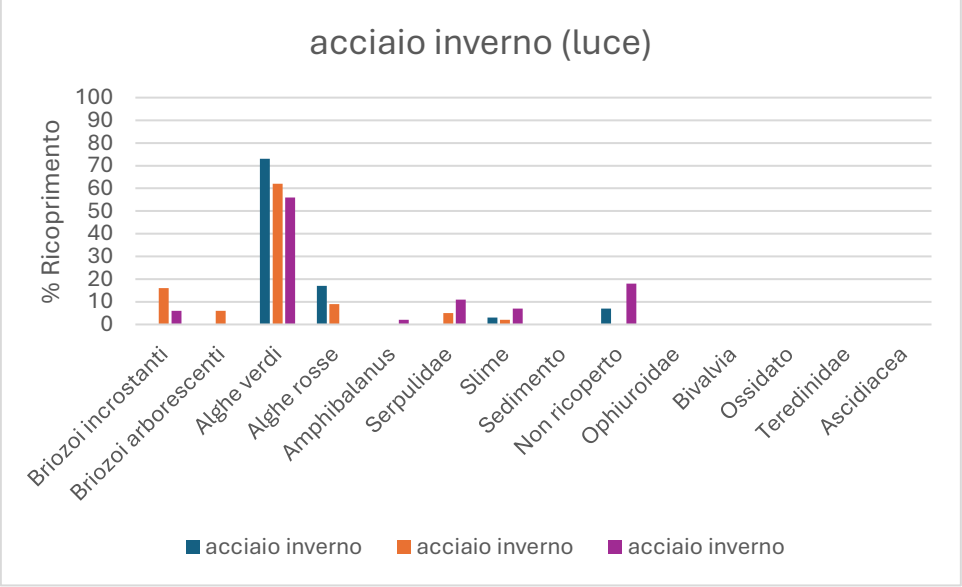

pvc primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc pimavera
pvc primavera
pvc primavera

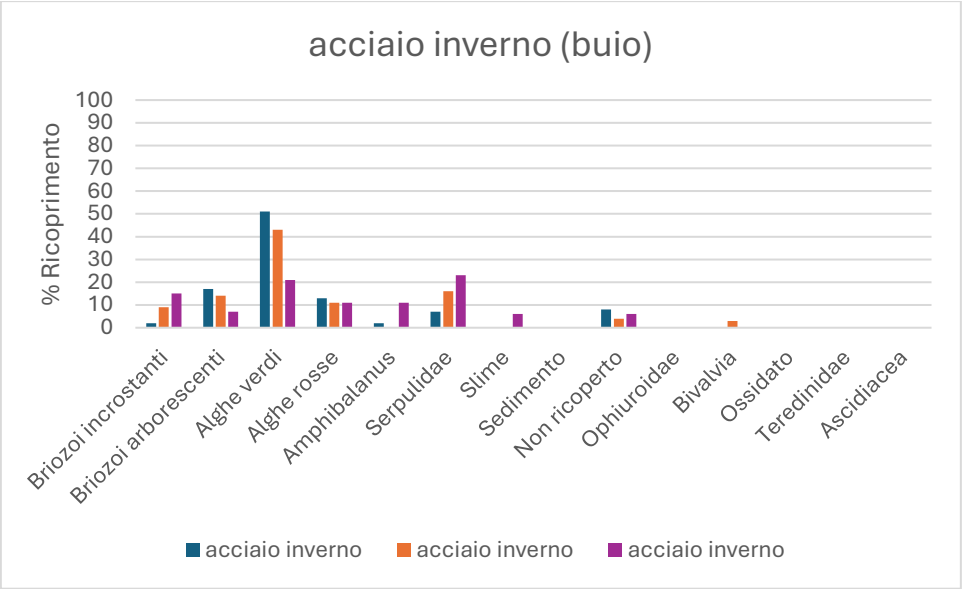

pellame inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

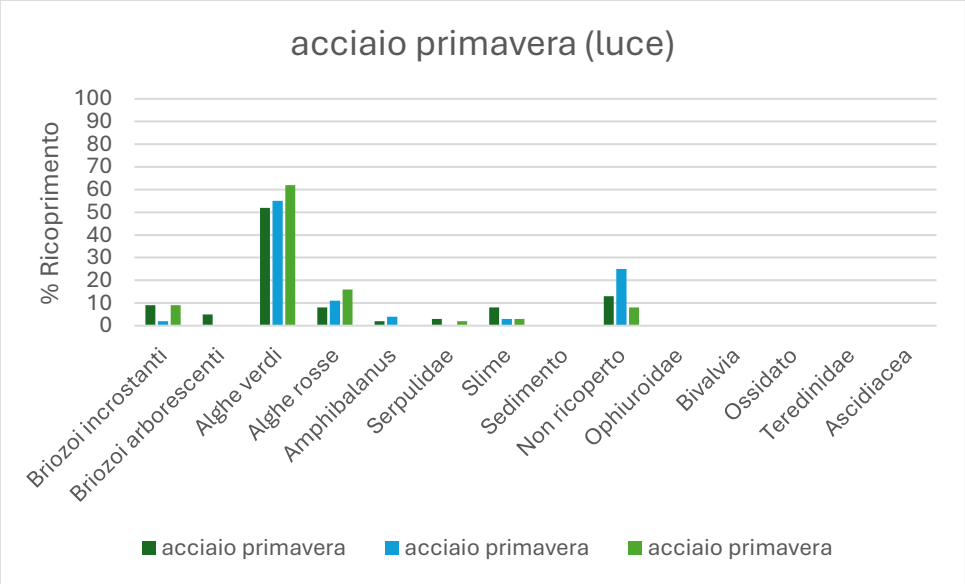

pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

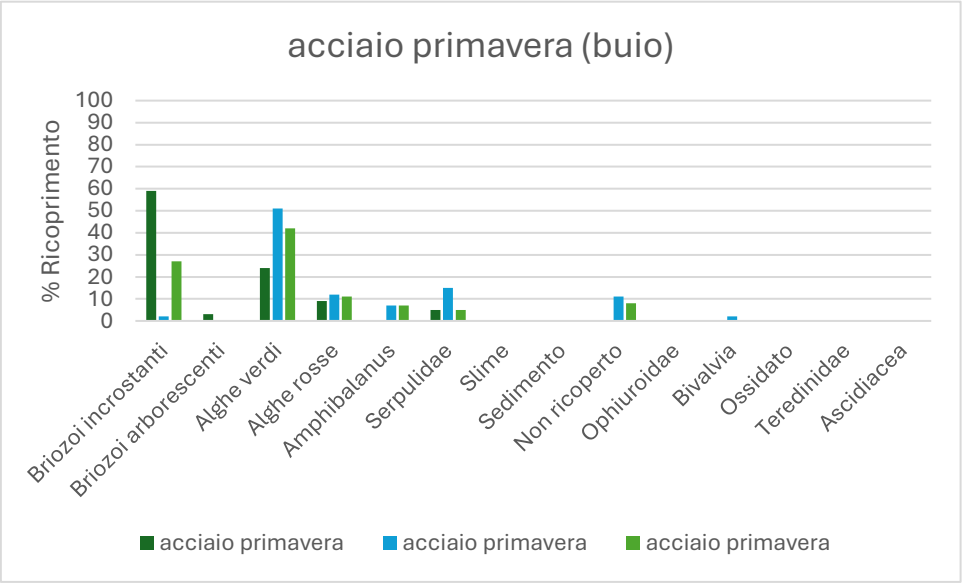

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera


pellame primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

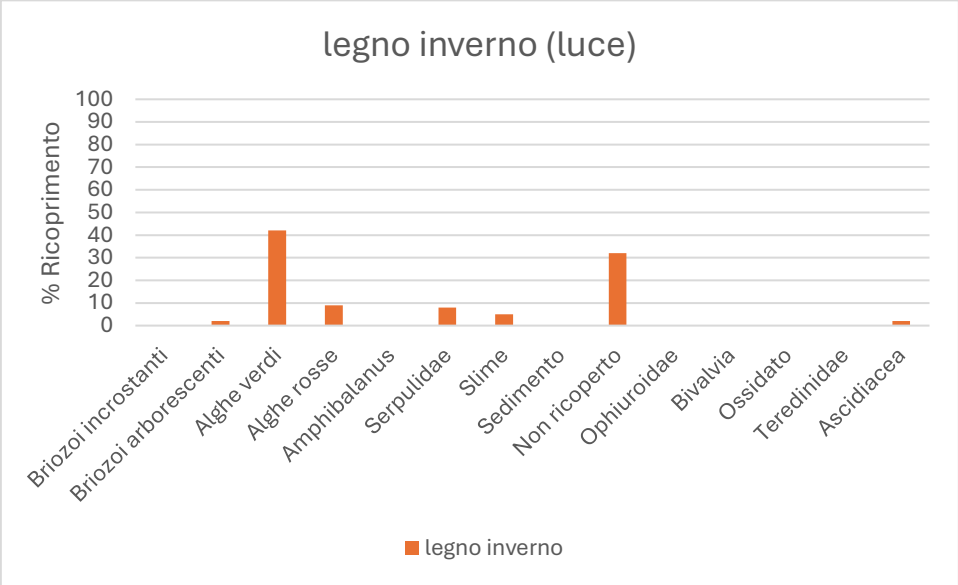

acciaio inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

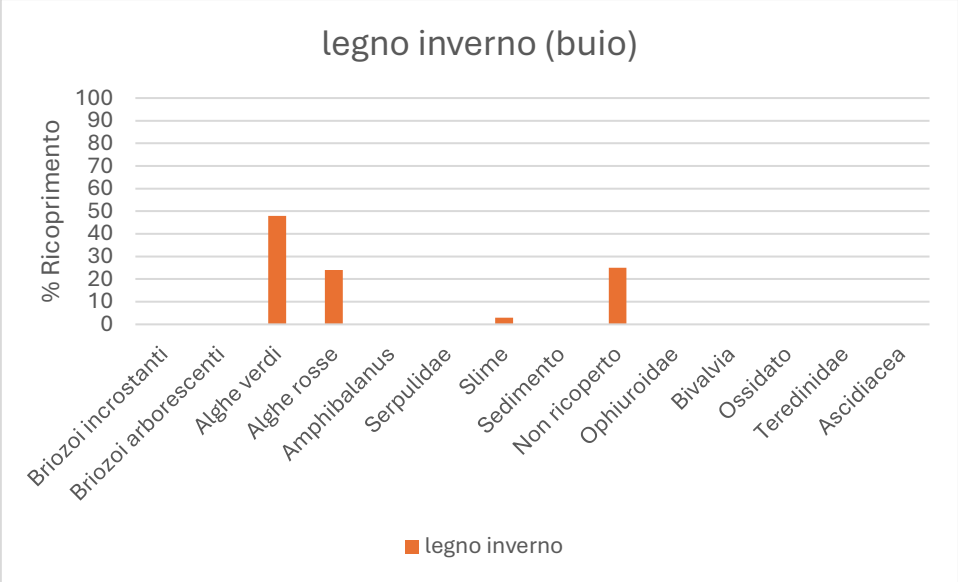

acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno
acciaio inverno

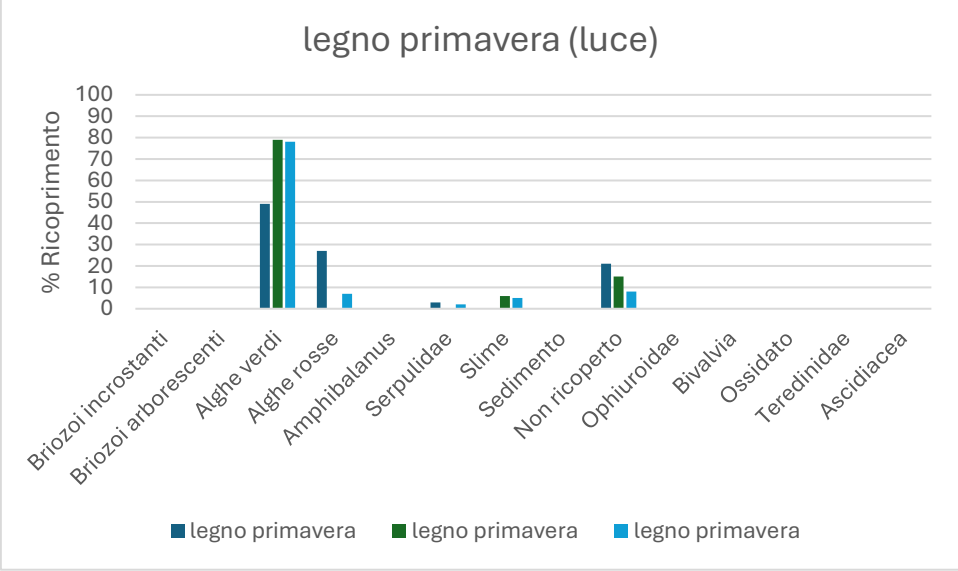

acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

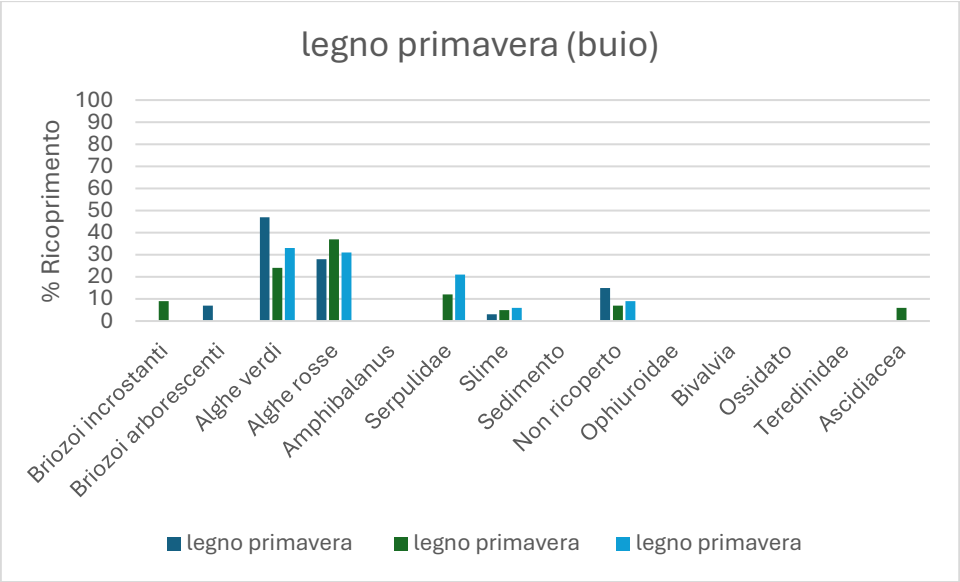

acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

Frame 15 m – Legno

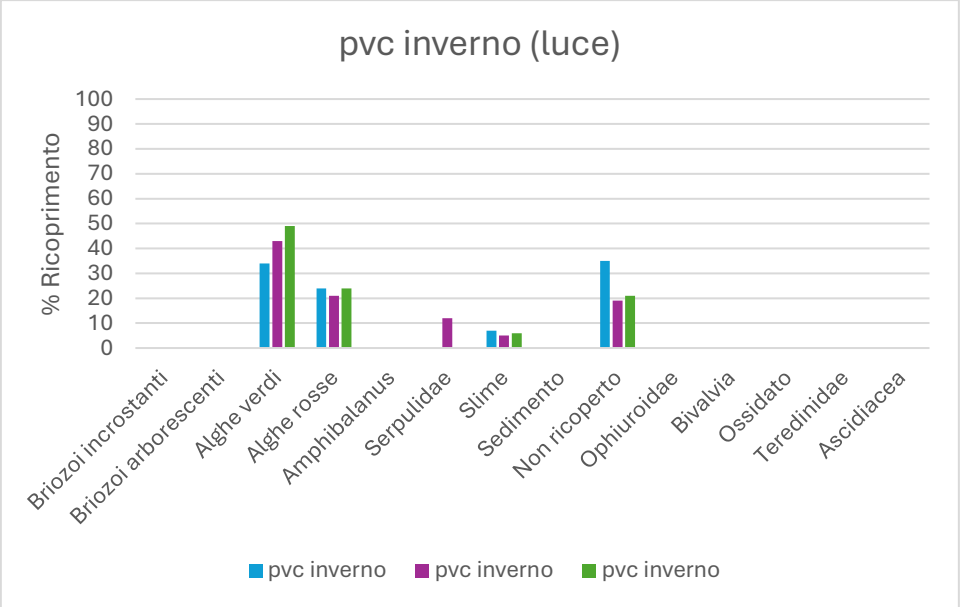


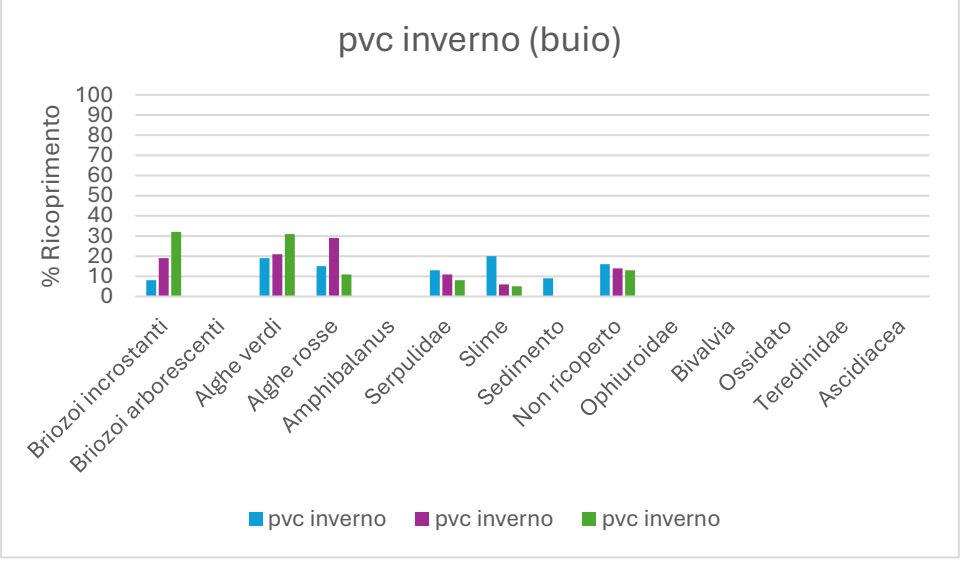


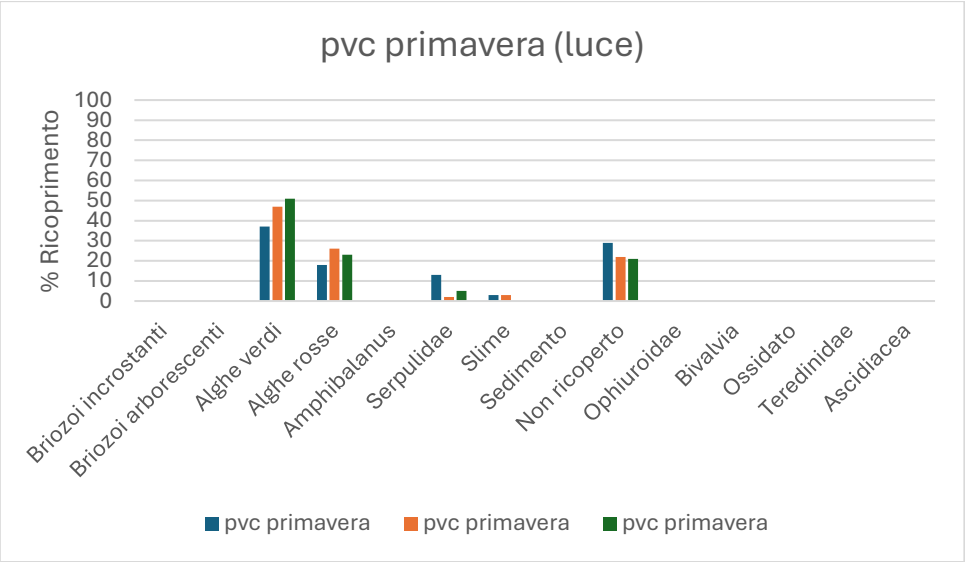


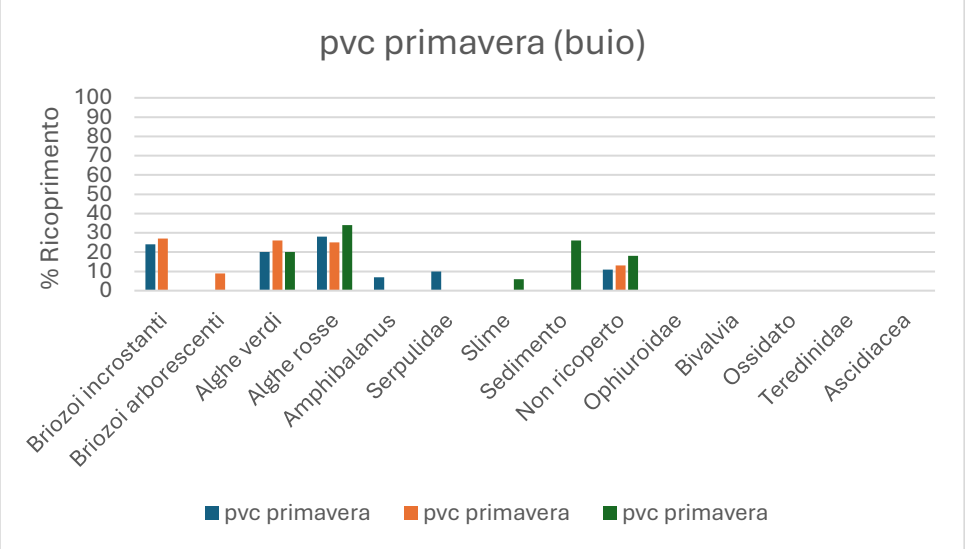


Frame 15 m – PVC

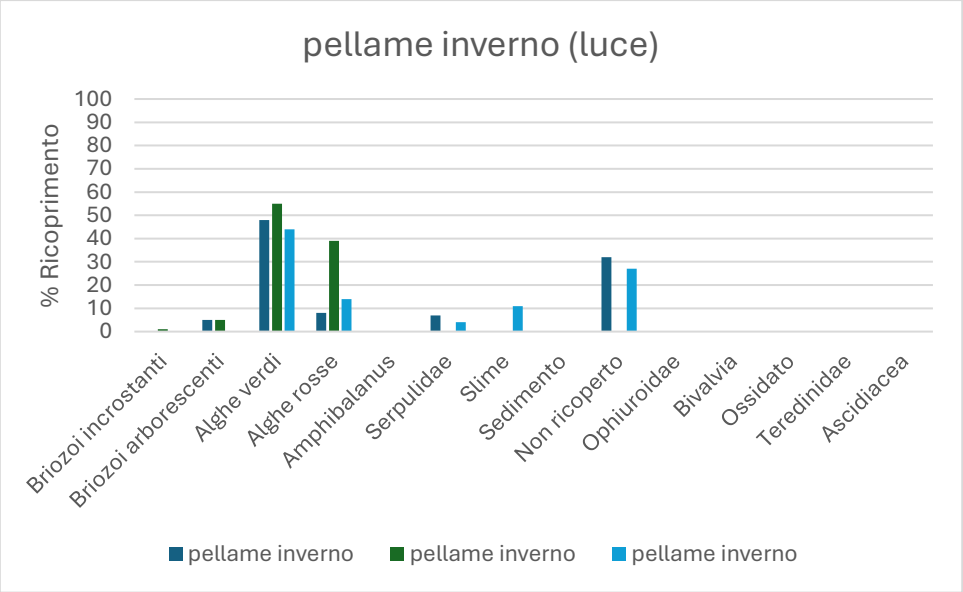


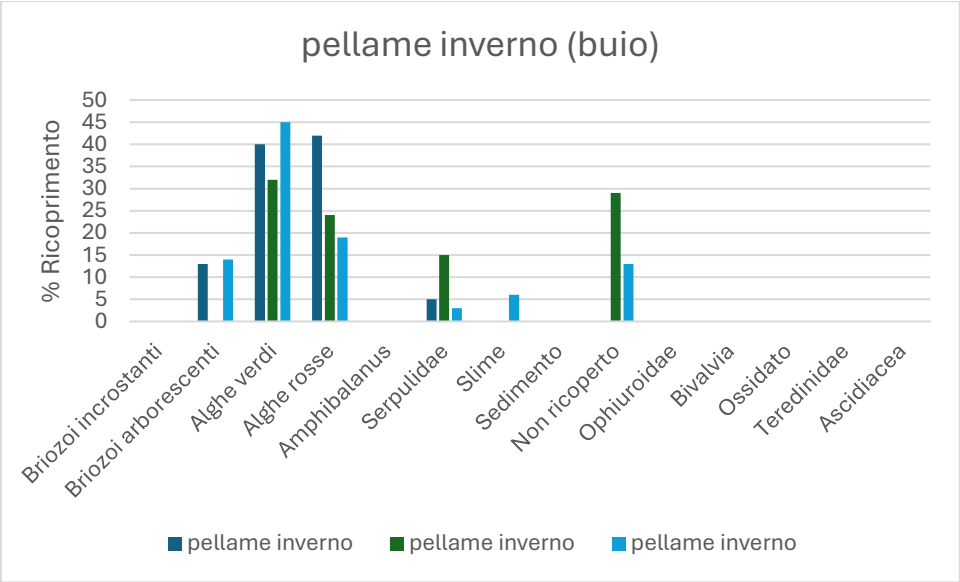


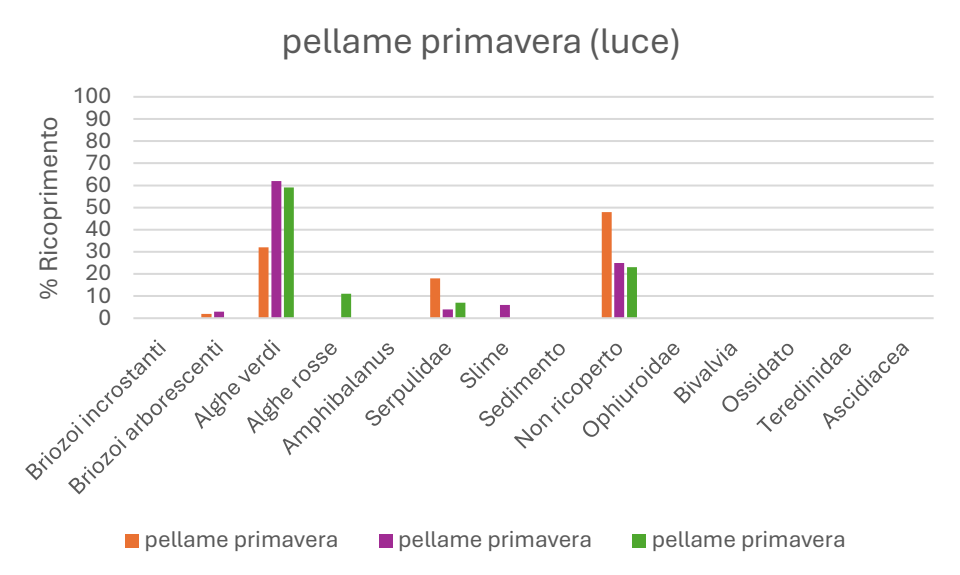


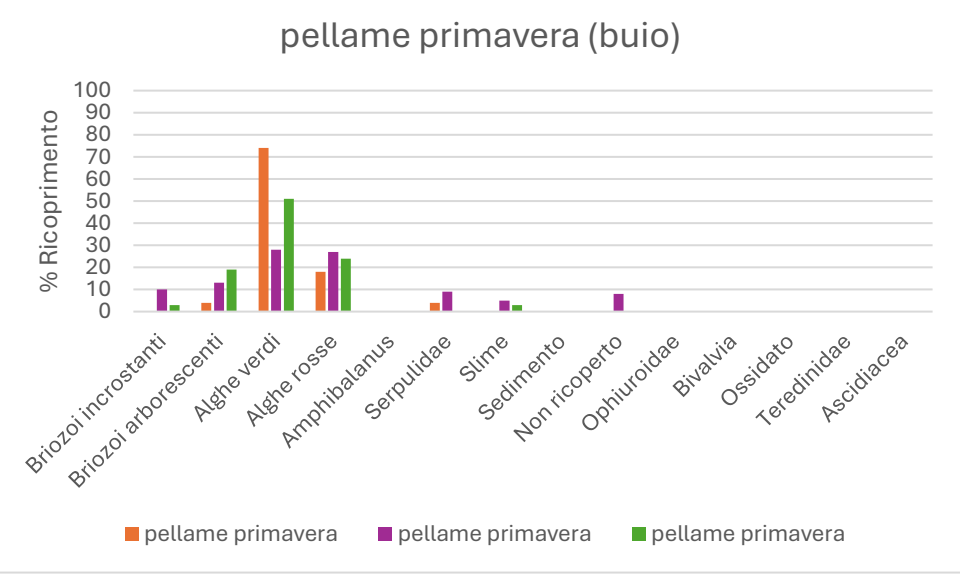


Frame 15 m - Pellame

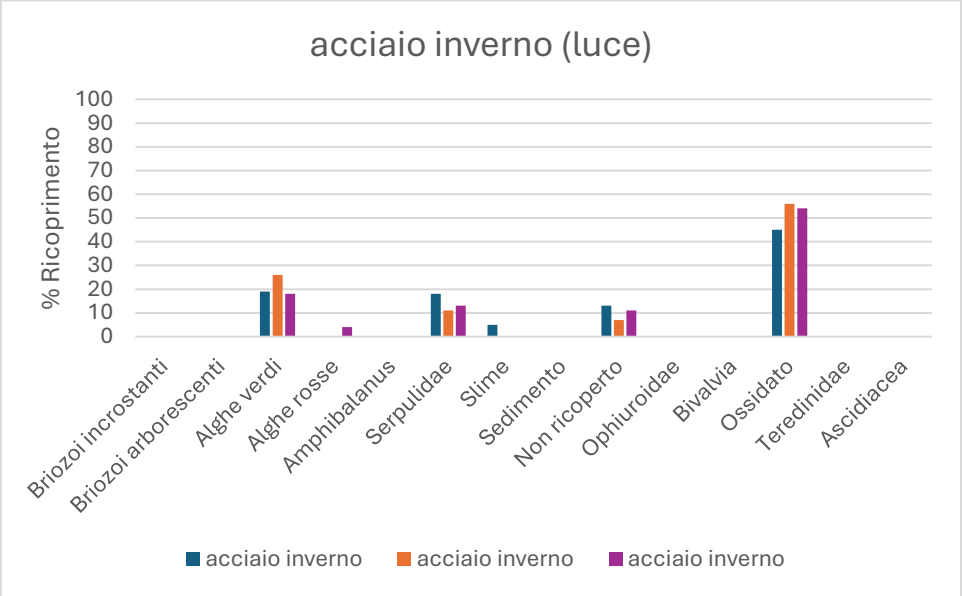


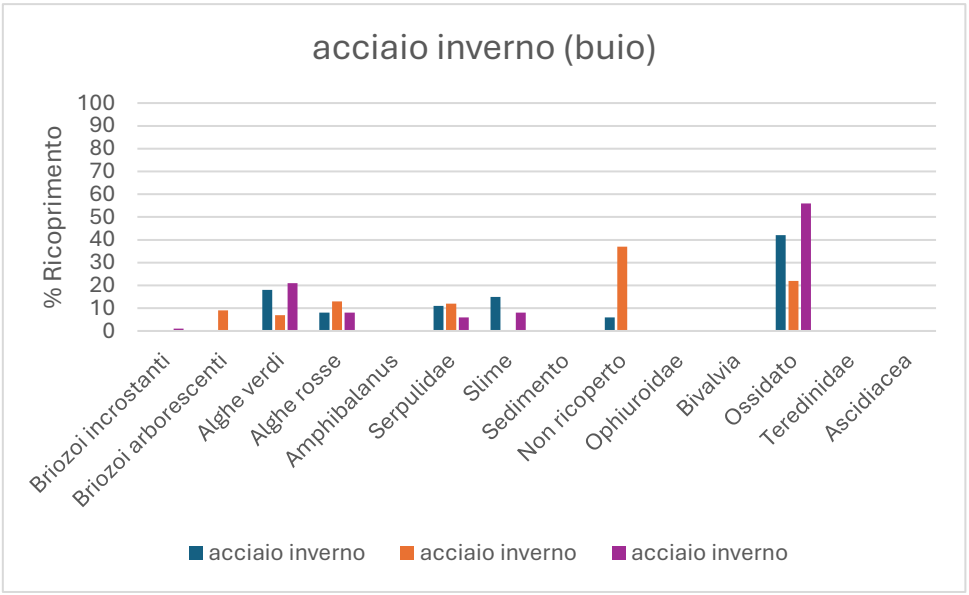

pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

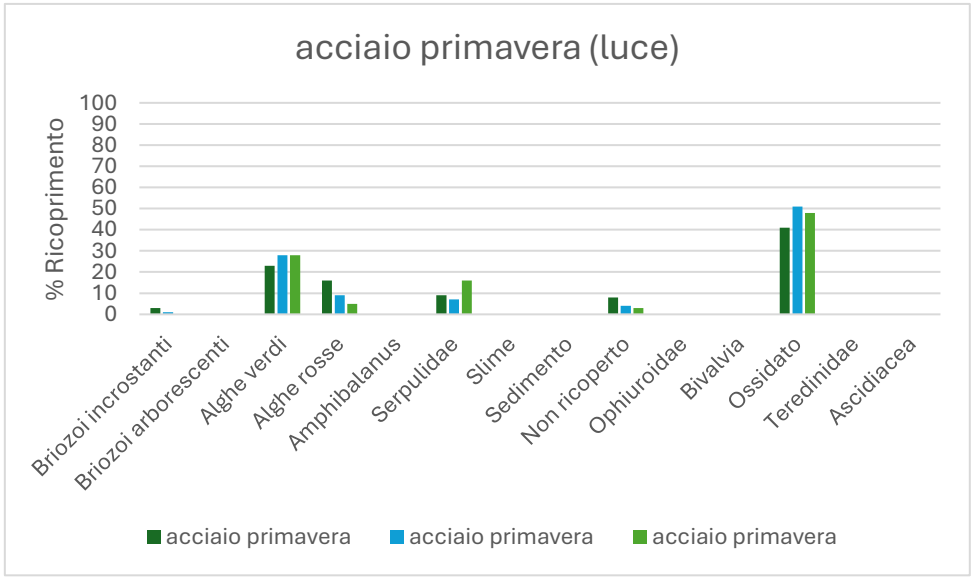

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

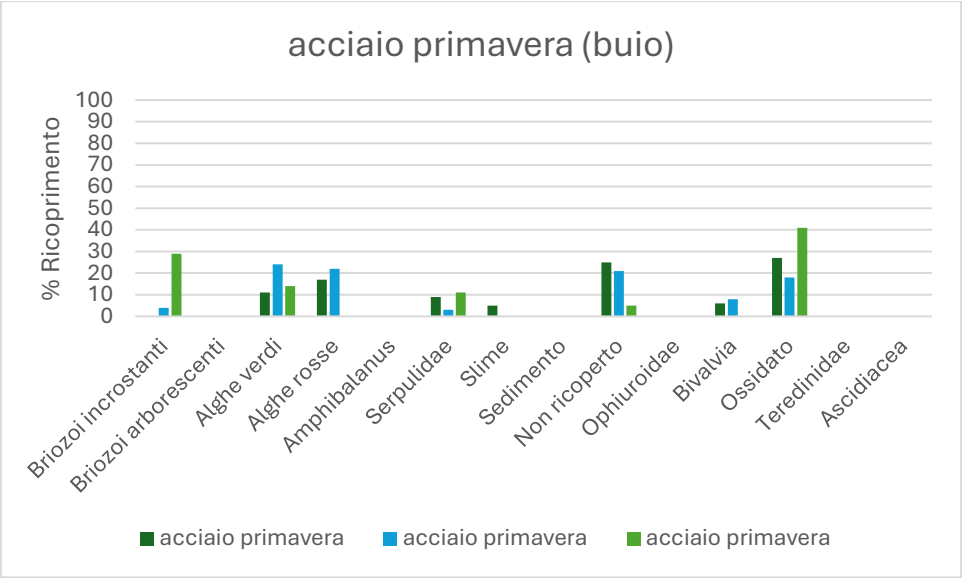

pellame primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

Frame 15 m – INOX



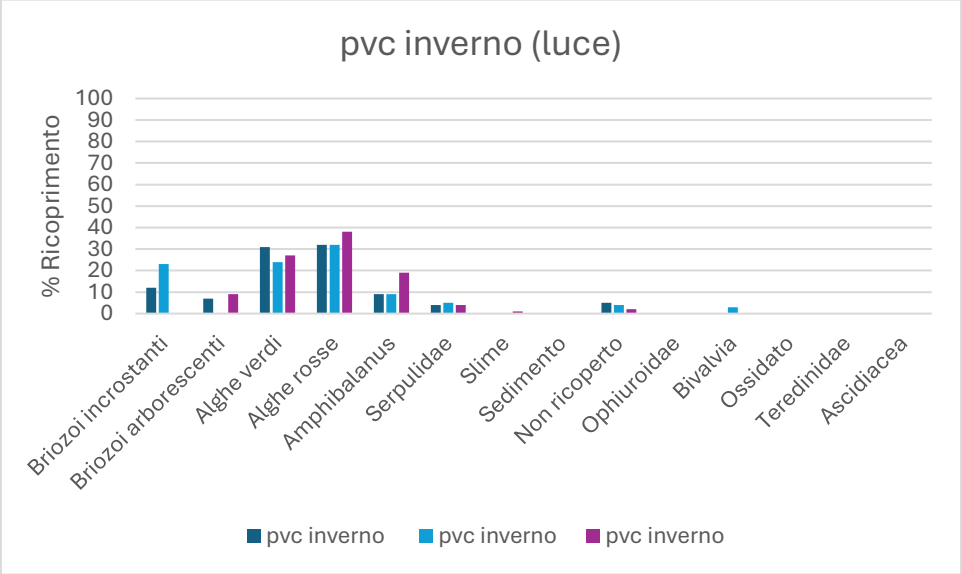


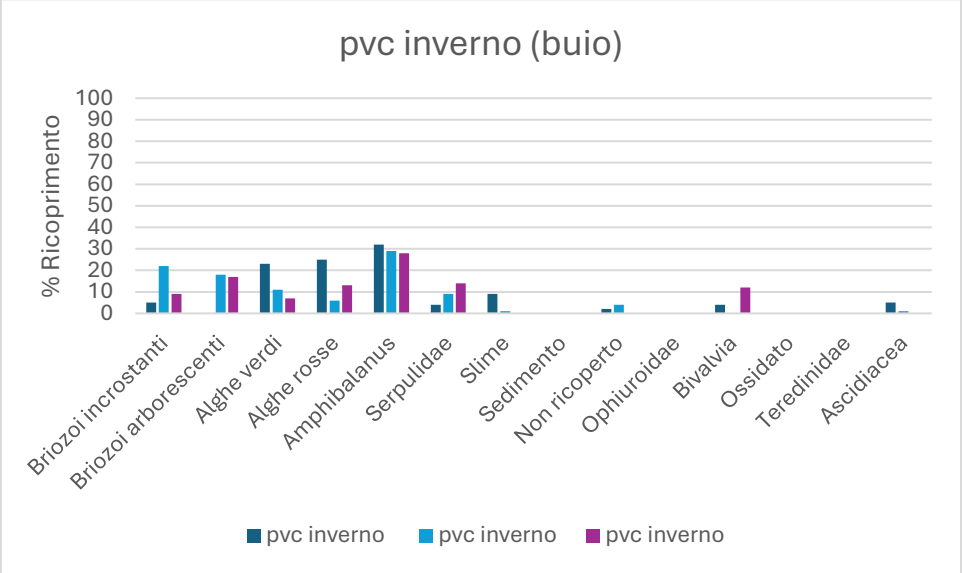


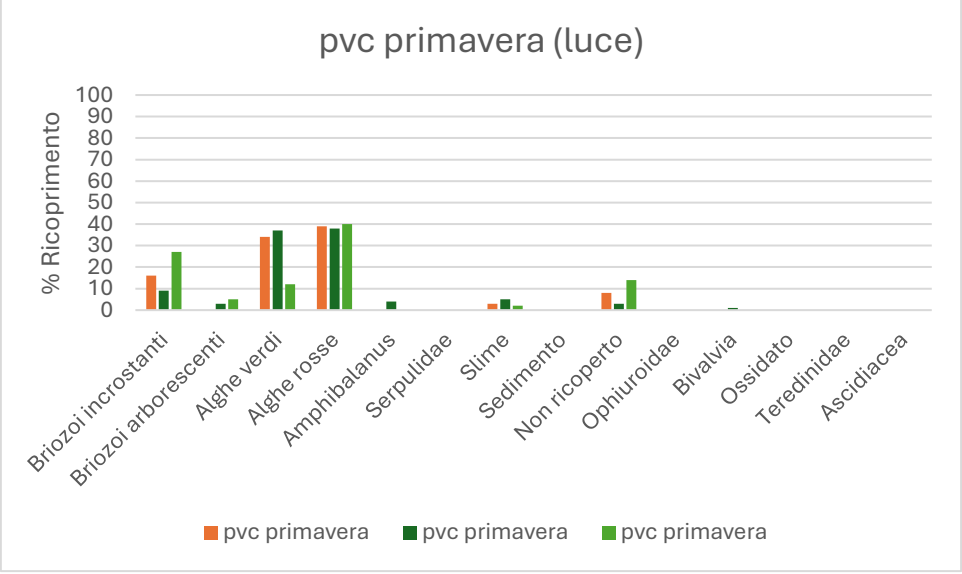

acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

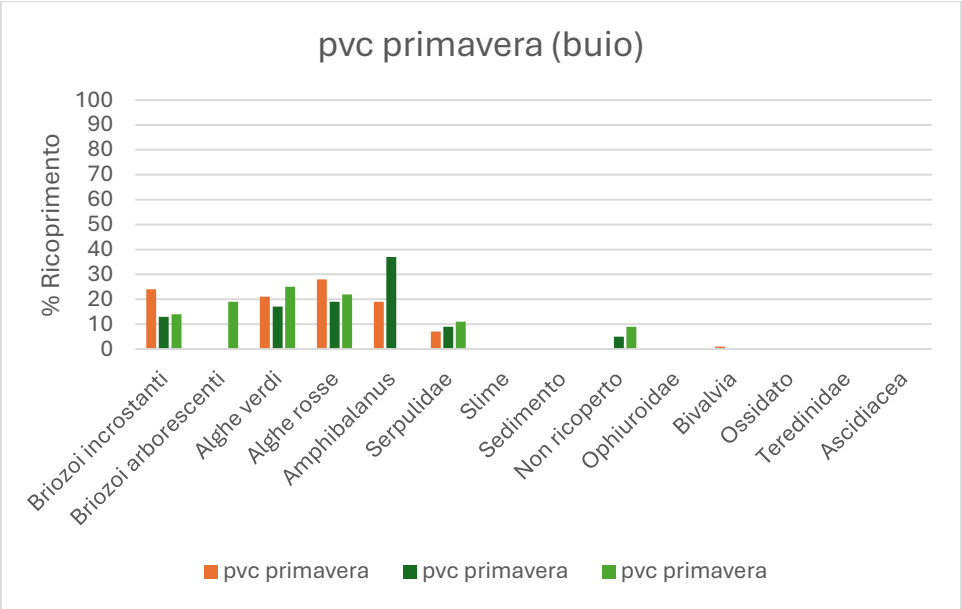
Sesto campionamento

Frame 0,5 m – PVC

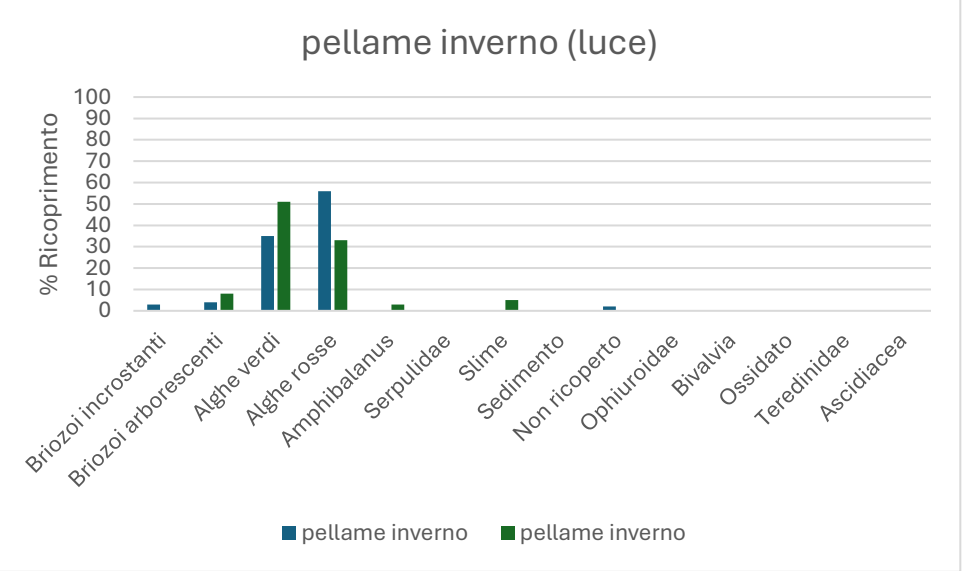


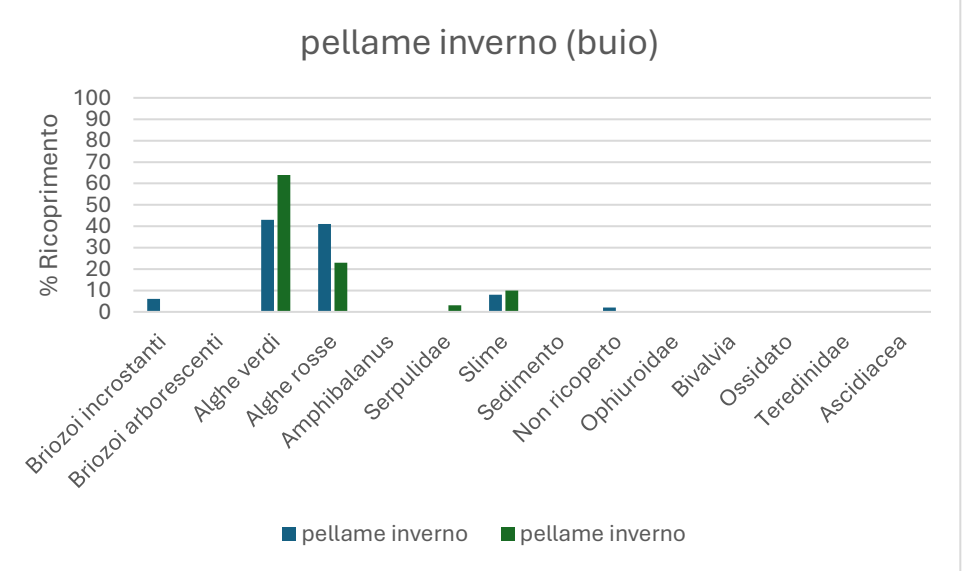


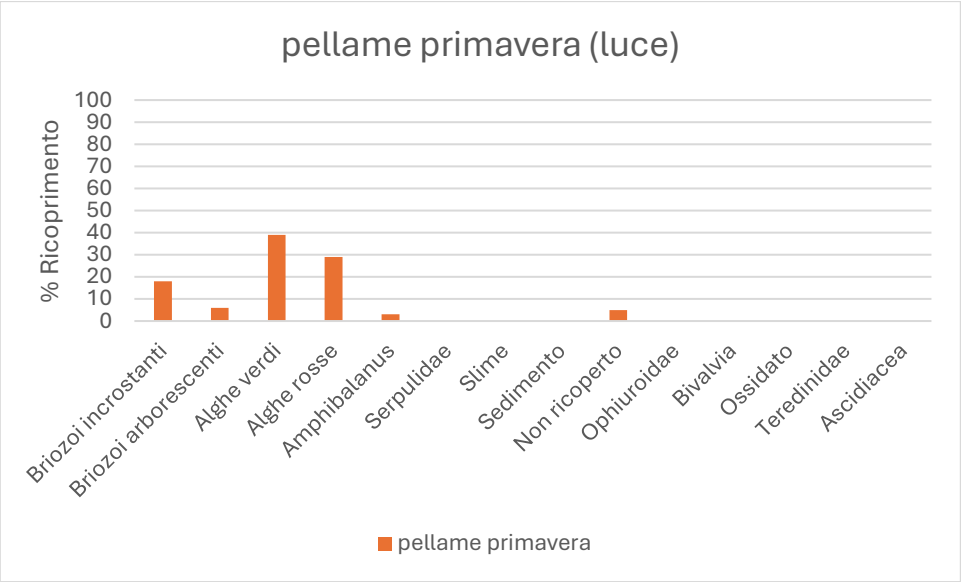


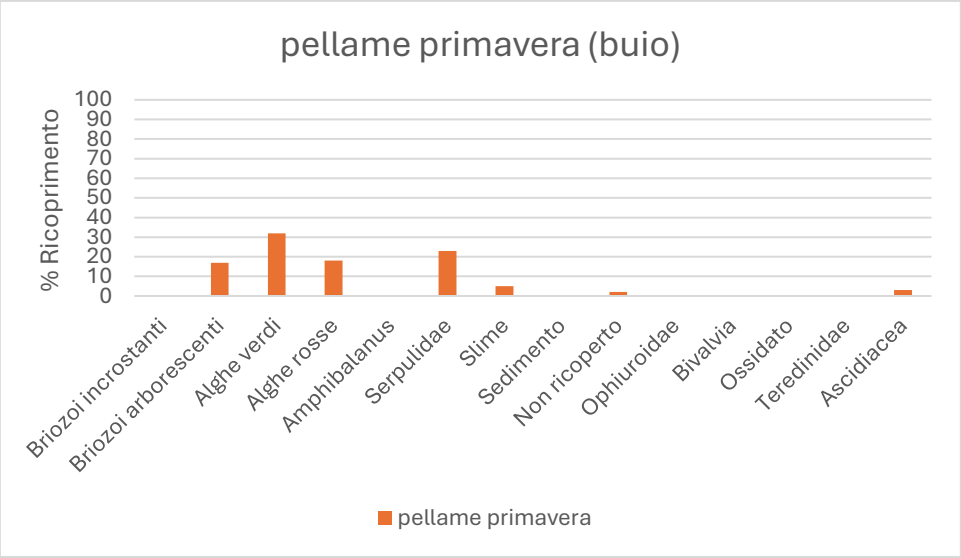


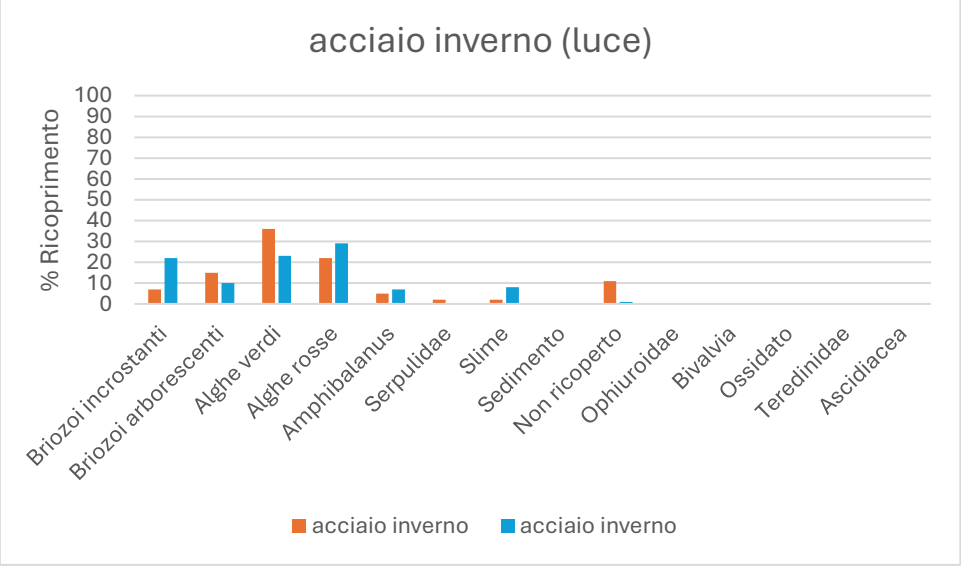
Frame 0,5 m – Pellame

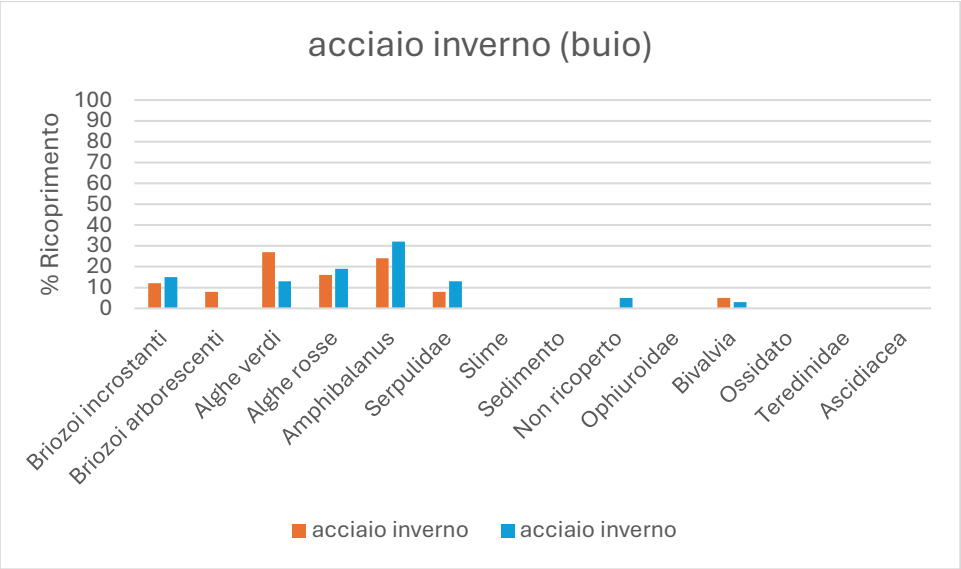


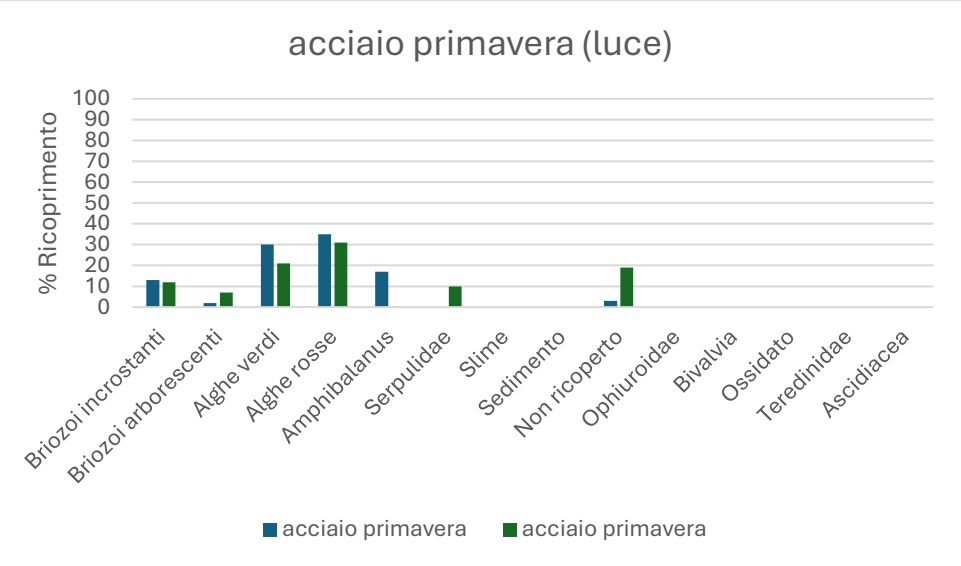


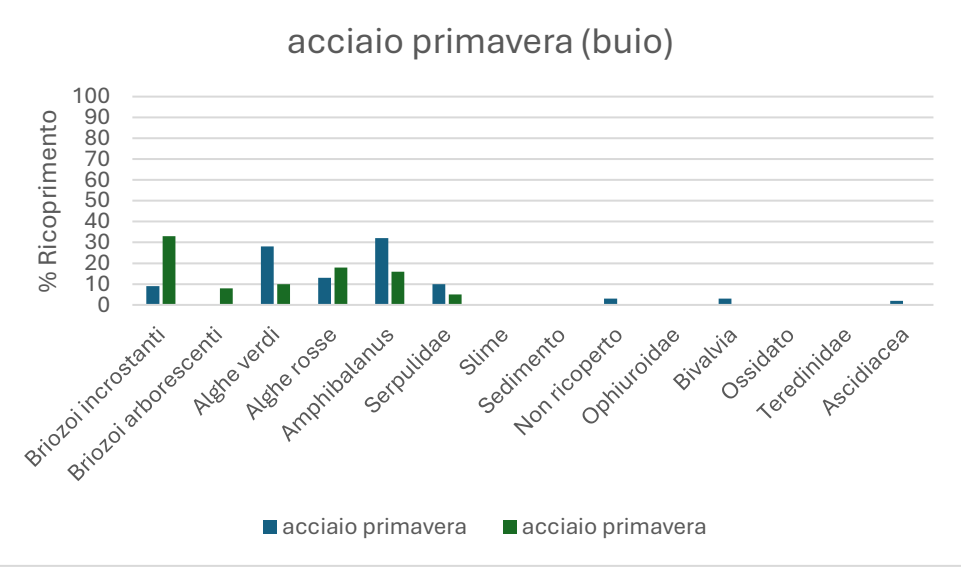

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera


pellame primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera

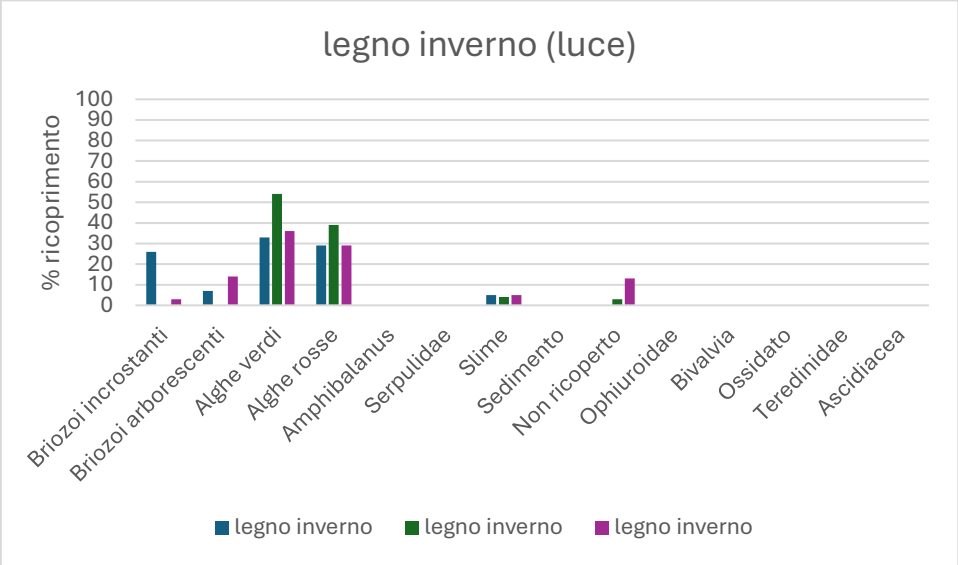

acciaio inverno (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno

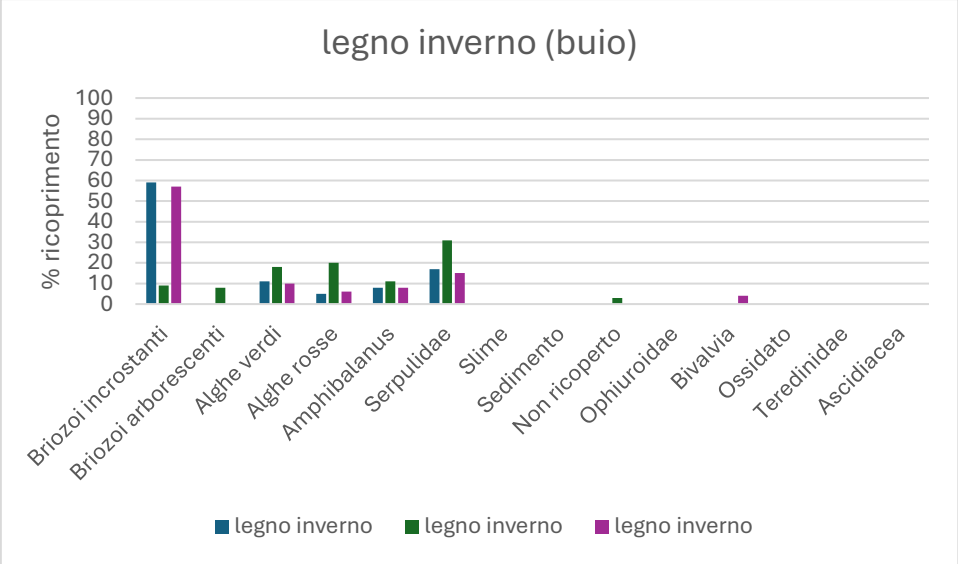

acciaio inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio inverno
acciaio inverno

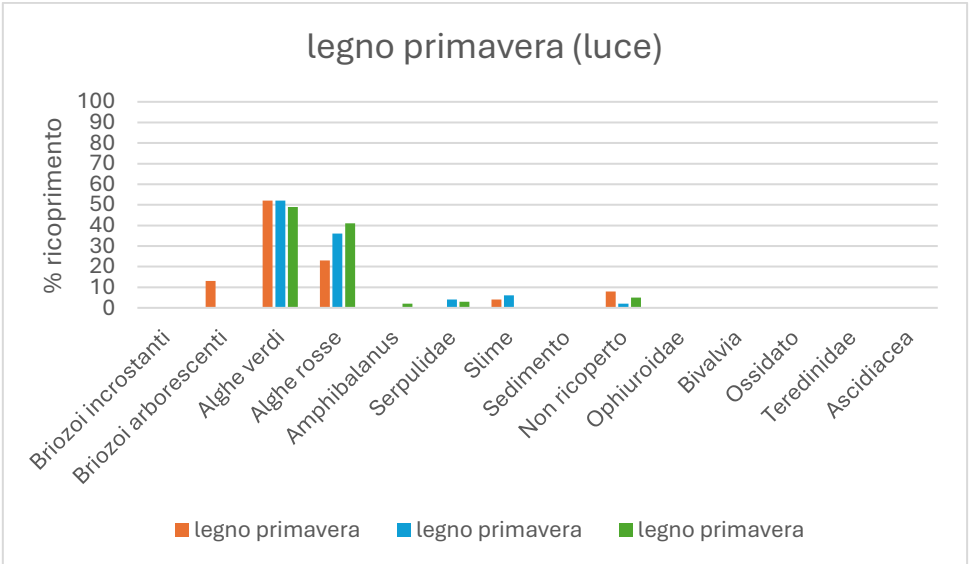

acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera

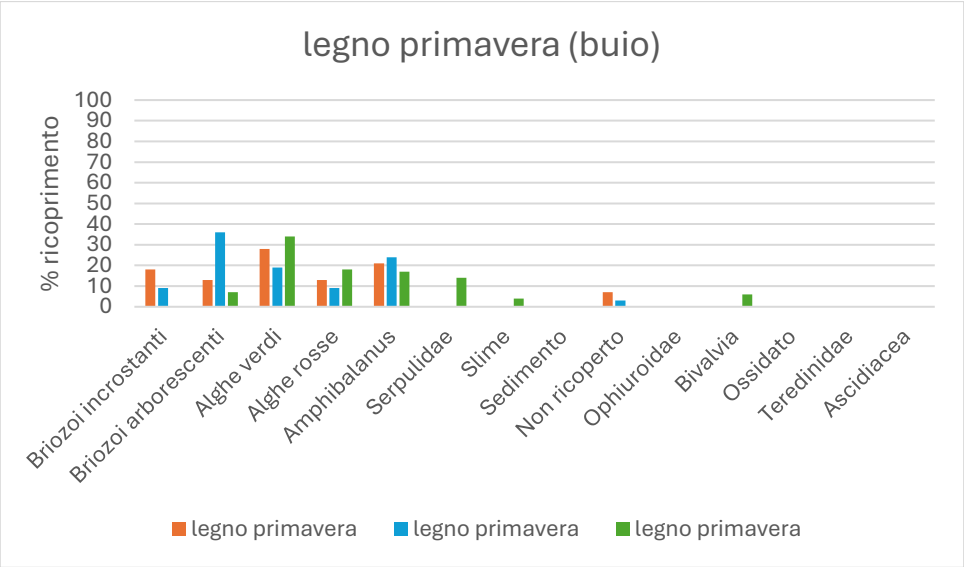

acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera

Frame 7,5 m – Legno

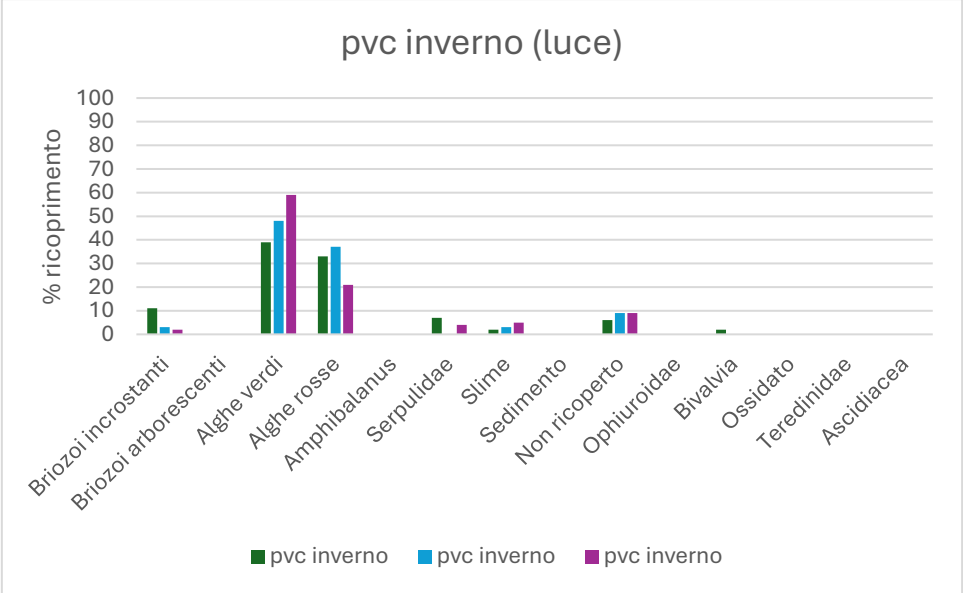


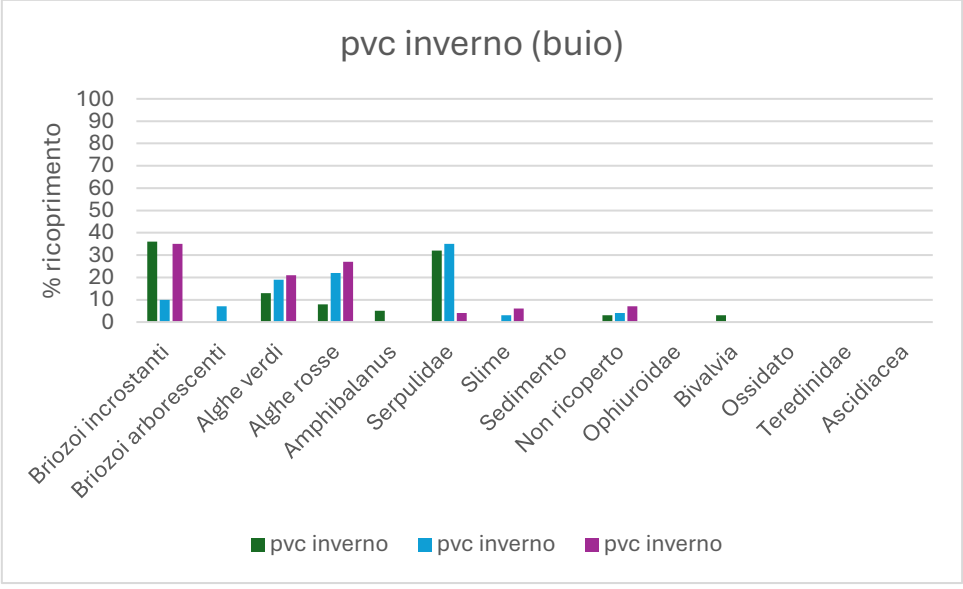


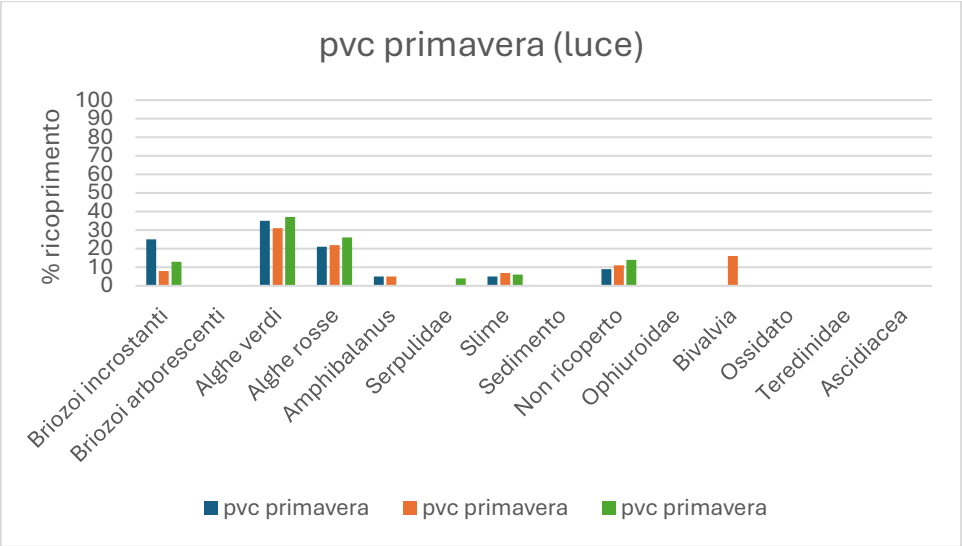


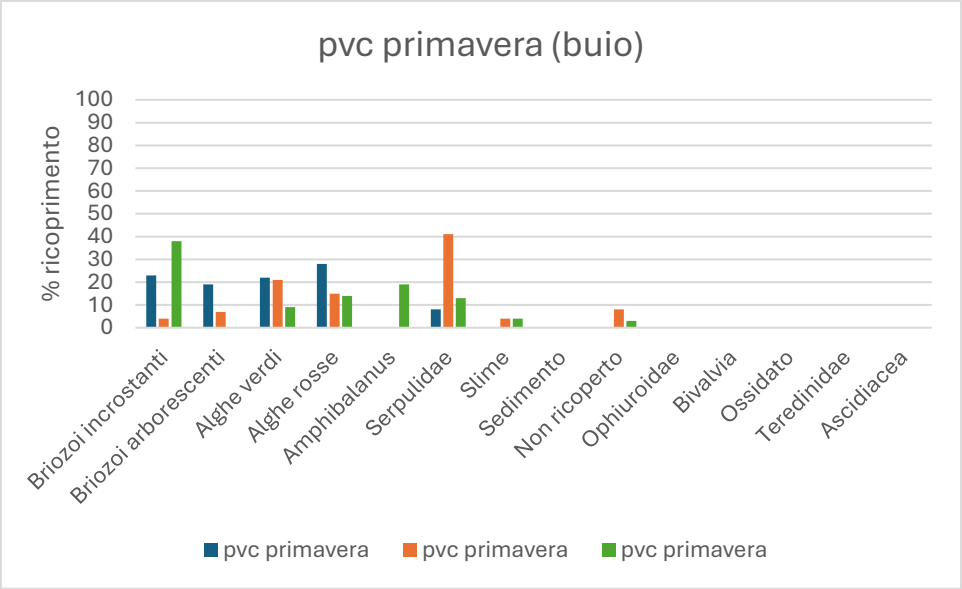


Frame 7,5 m - PVC

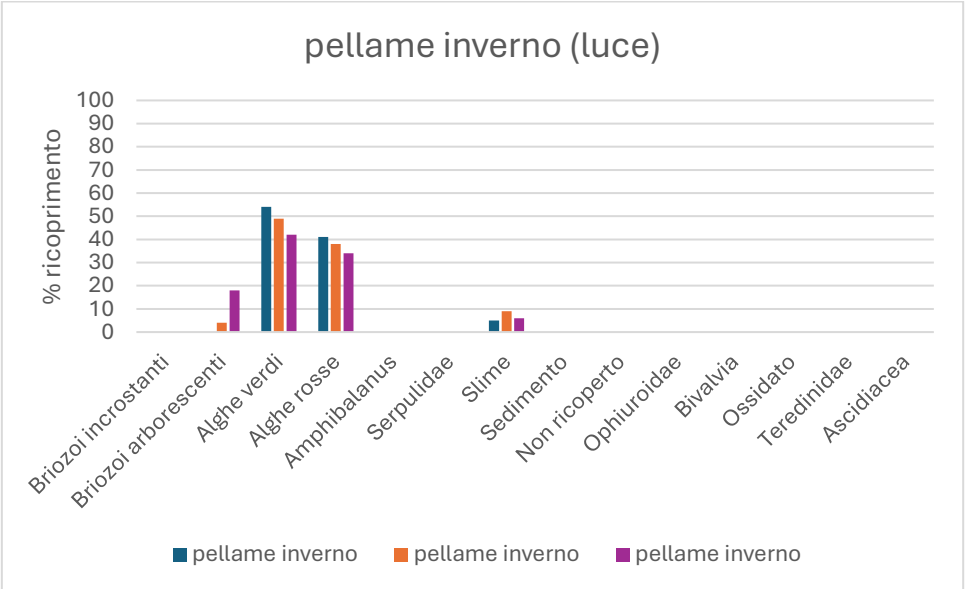


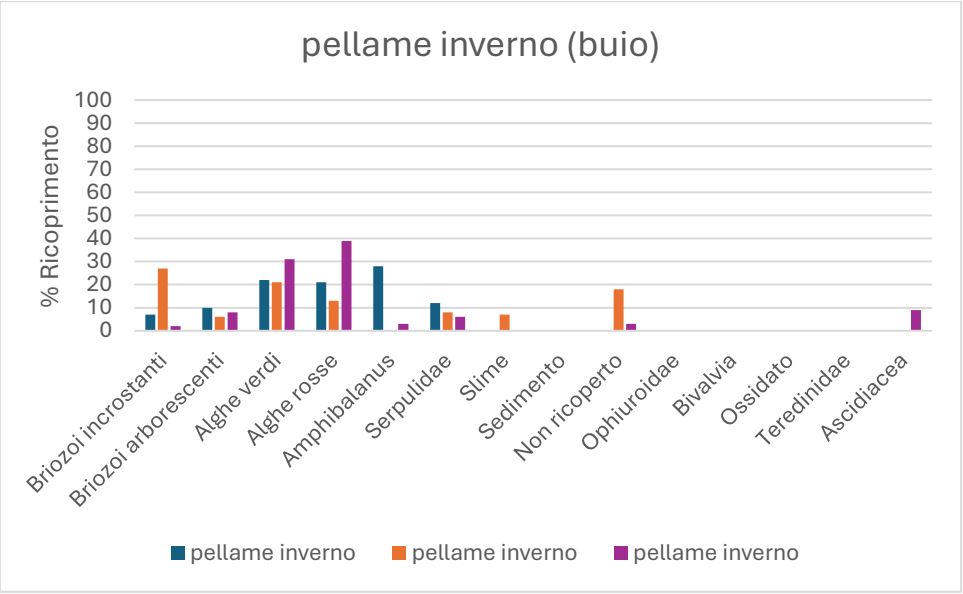


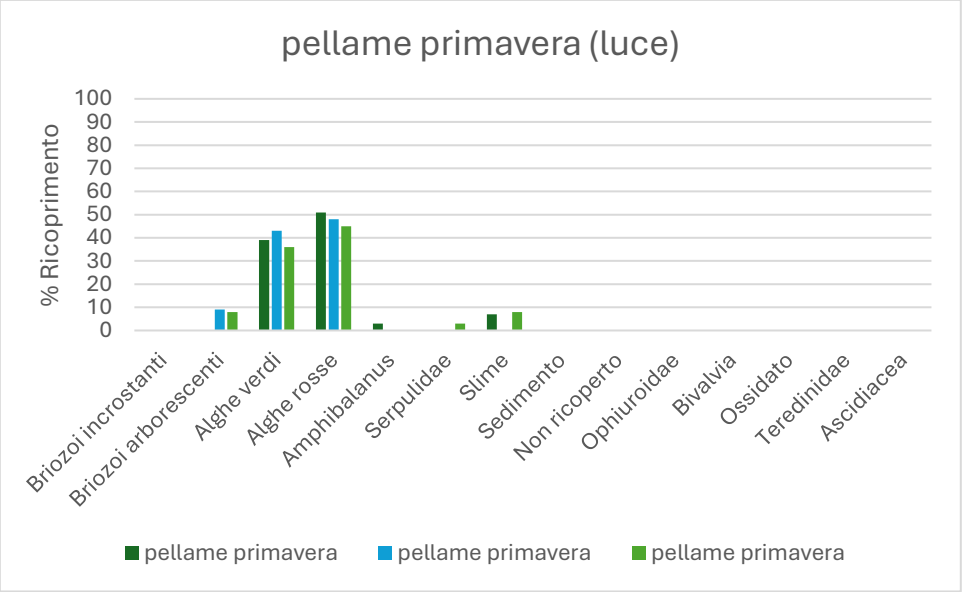


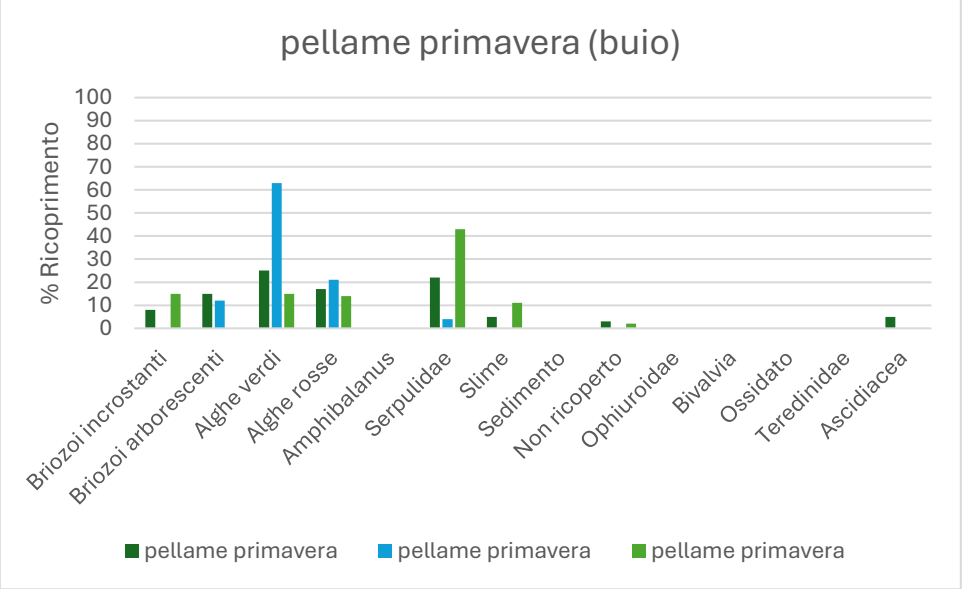


Frame 7,5 m - Pellame

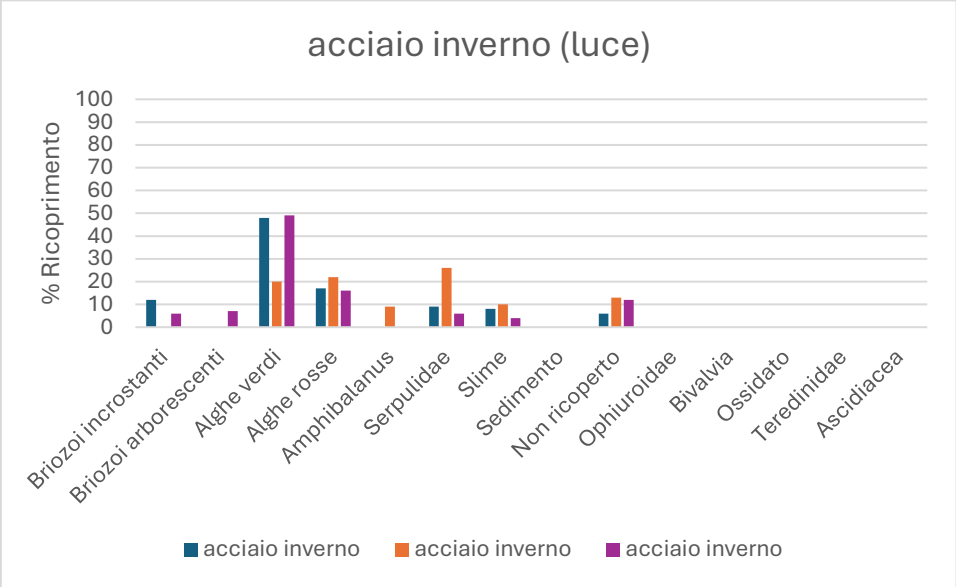


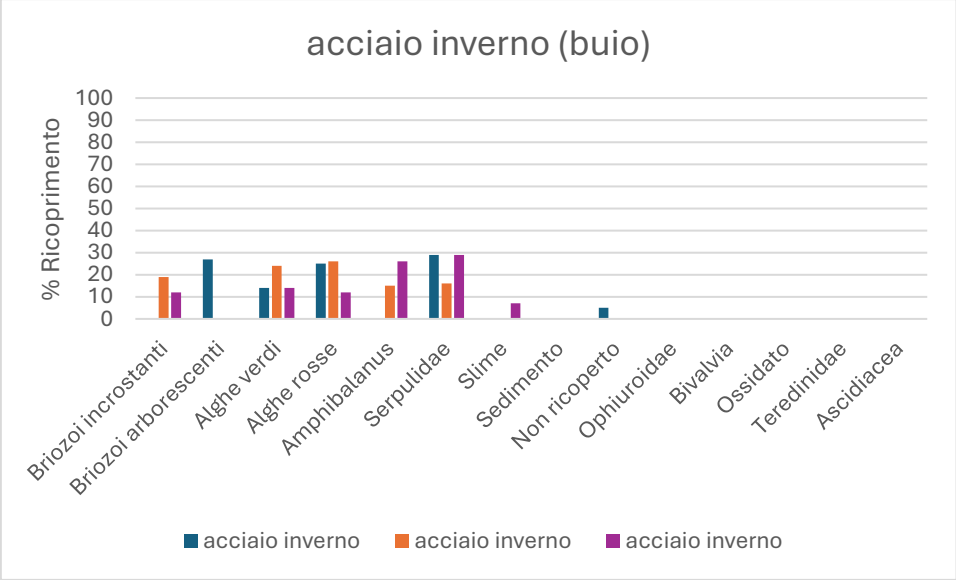

pellame inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame inverno
pellame inverno
pellame inverno

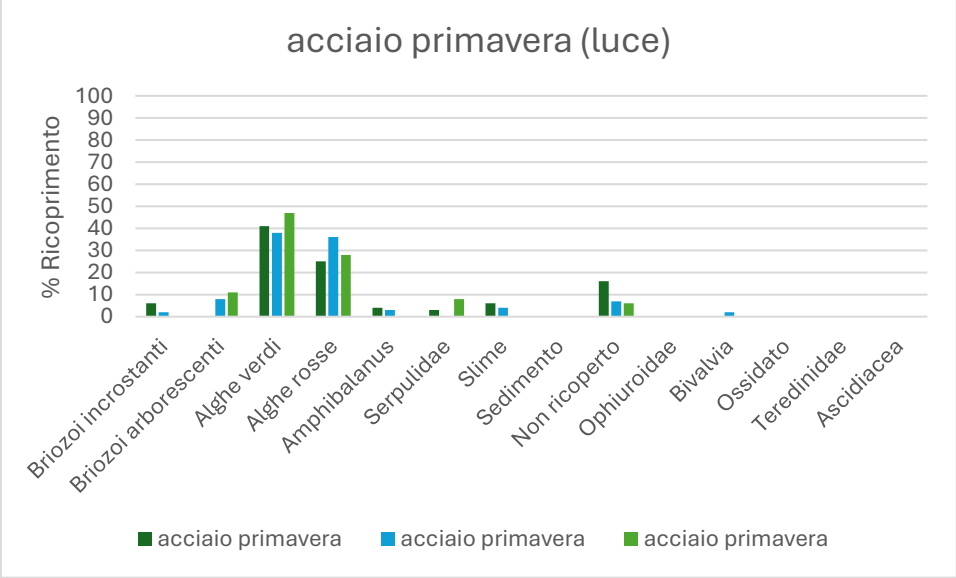

pellame primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

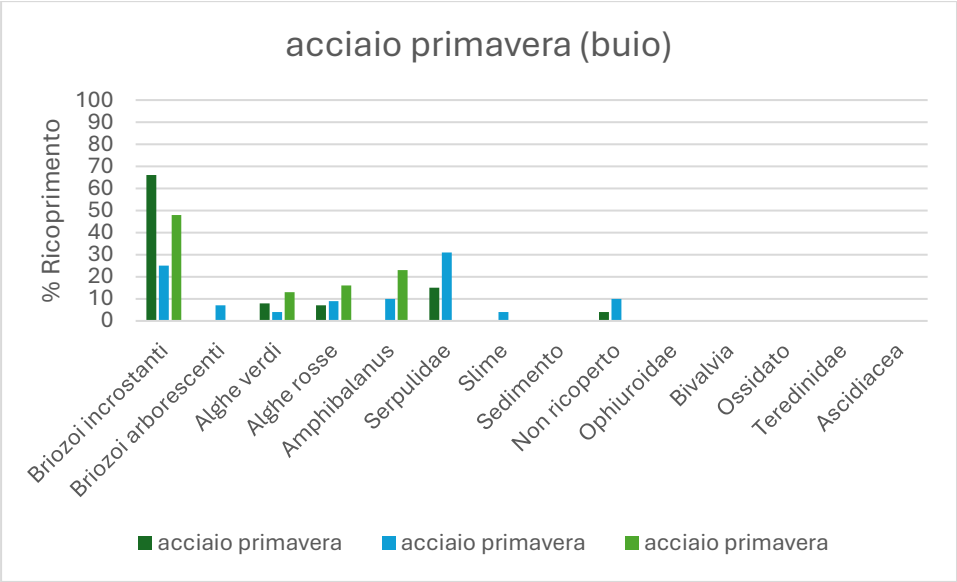

pellame primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pellame primavera
pellame primavera
pellame primavera

Frame 7,5 m – INOX

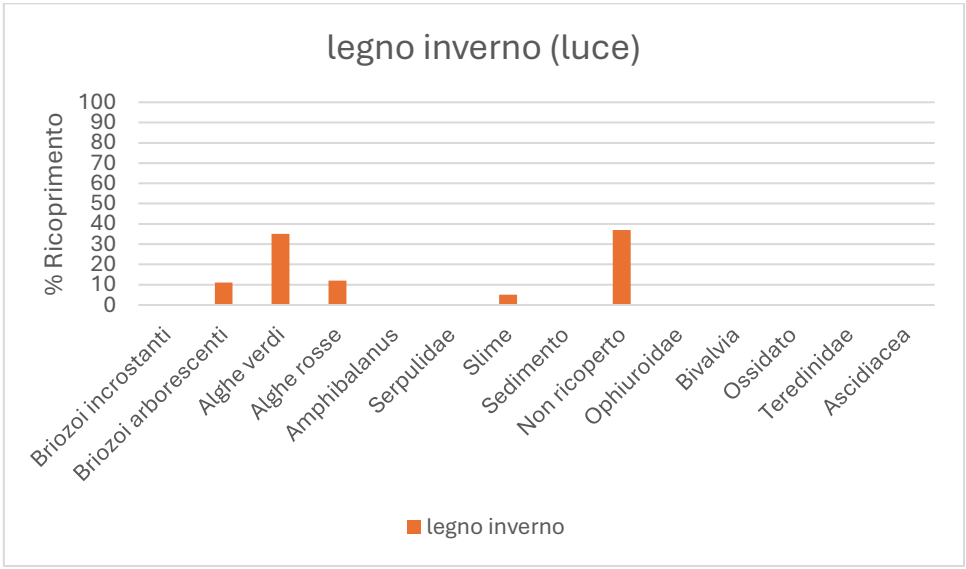


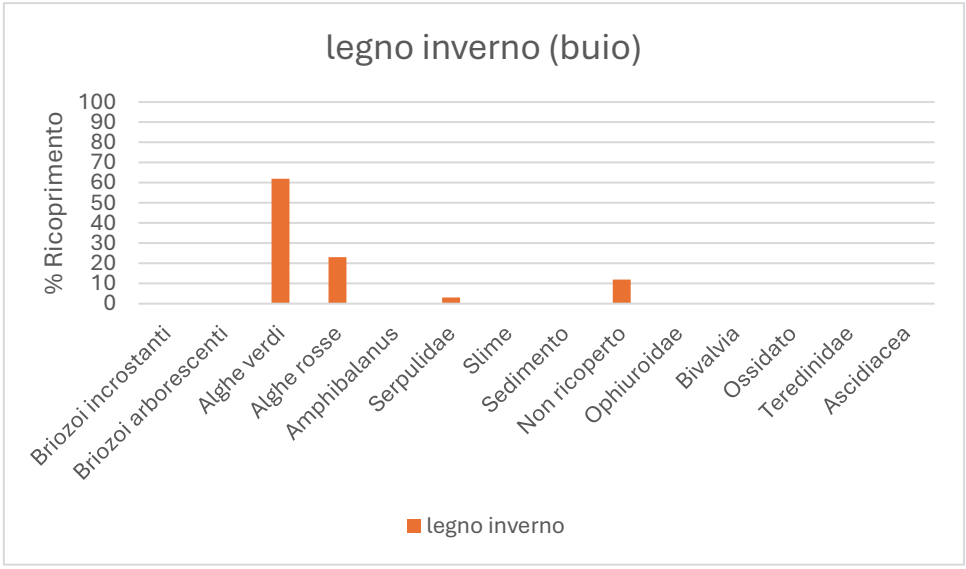


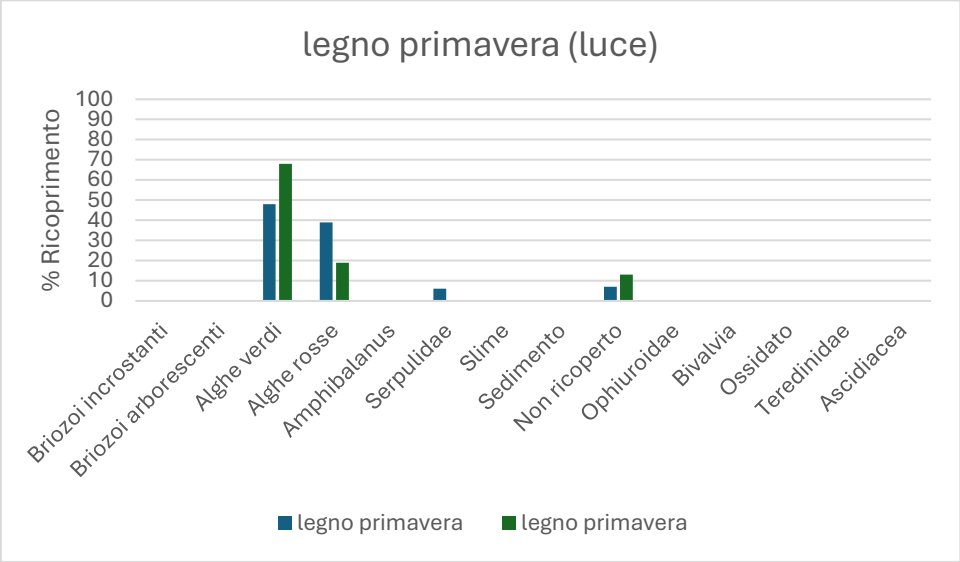


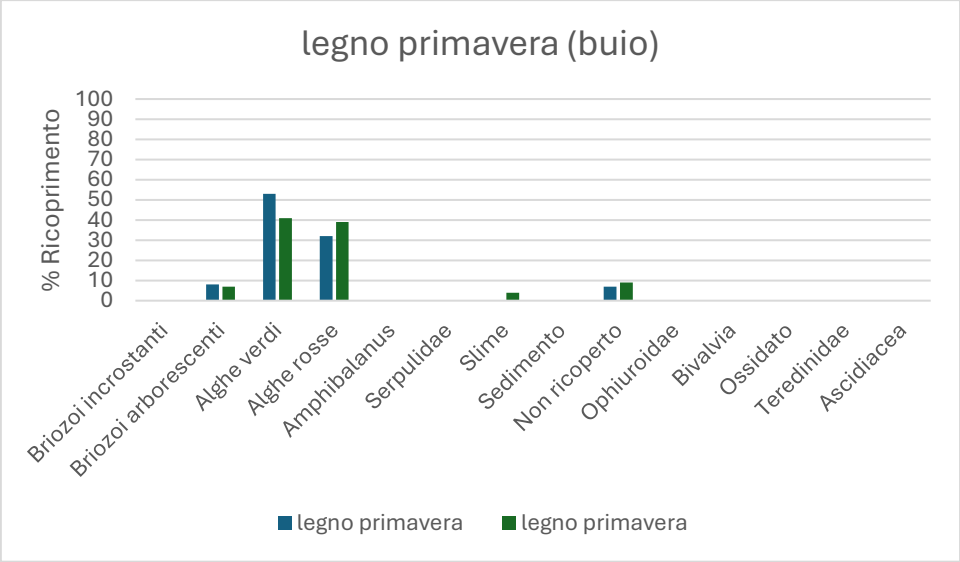


Frame 15 m – Legno

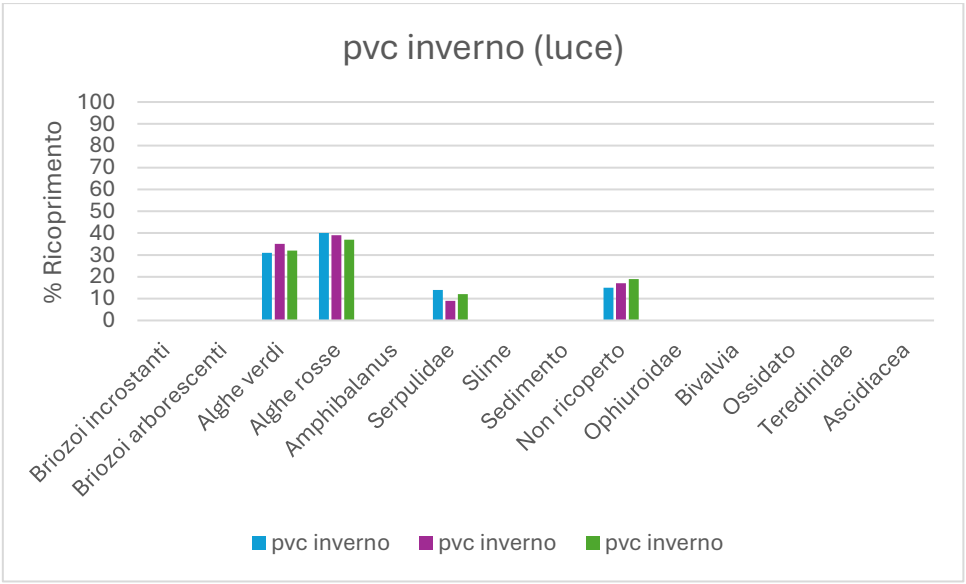


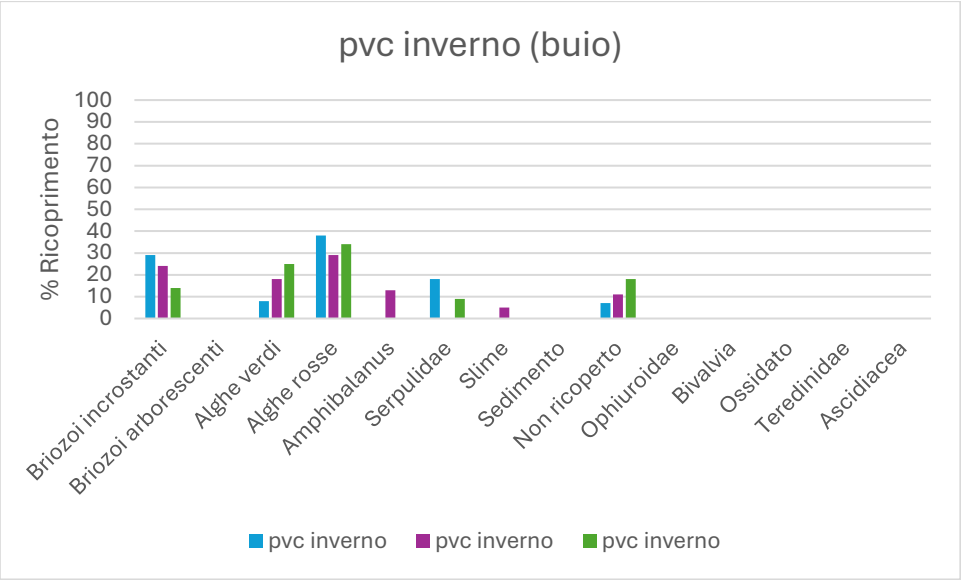


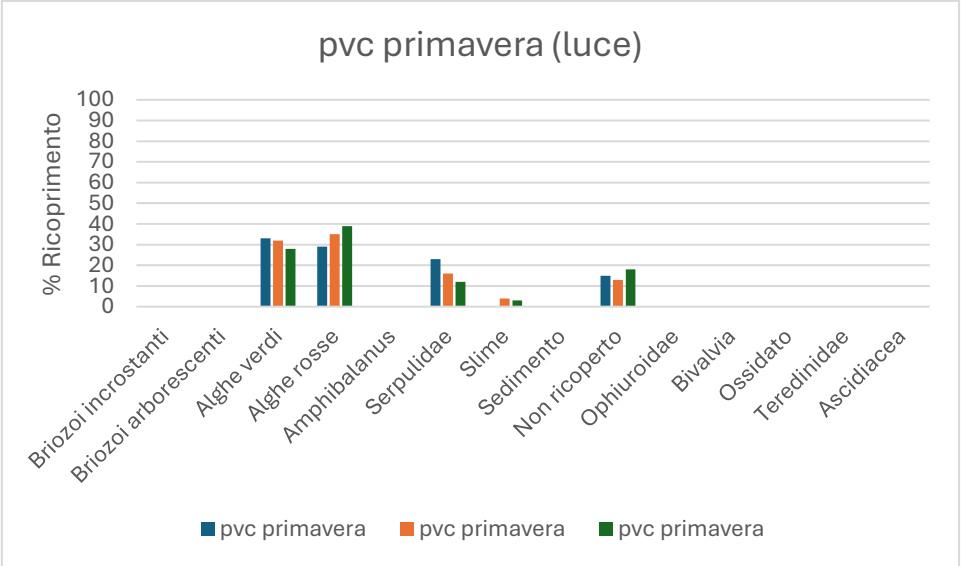


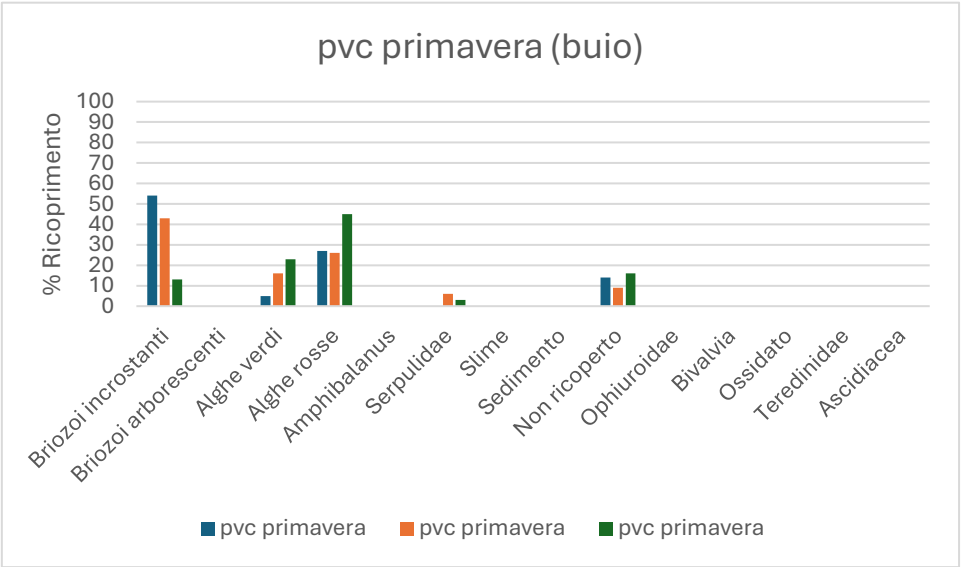


Frame 15 m – PVC

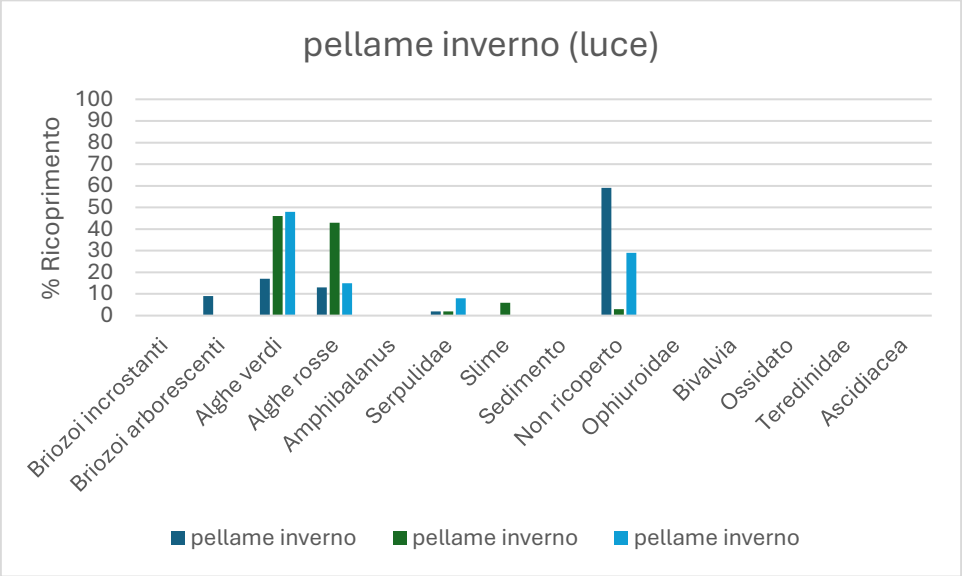


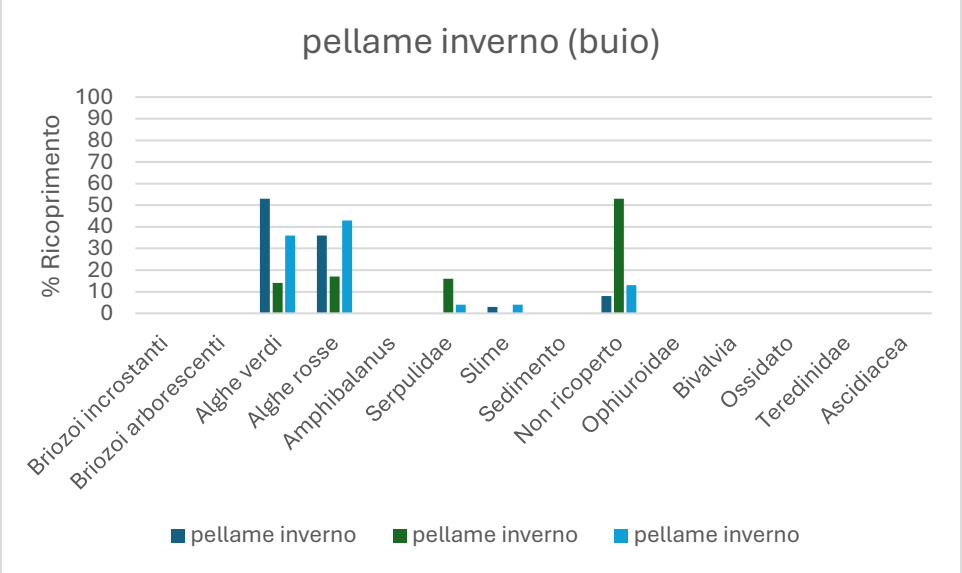

pvc inverno (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc inverno
pvc inverno
pvc inverno

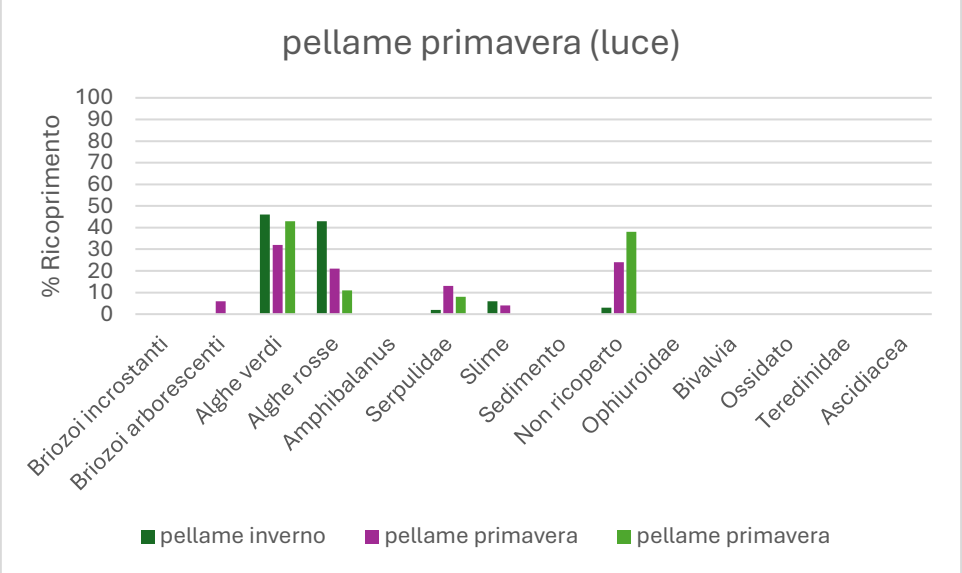

pvc primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

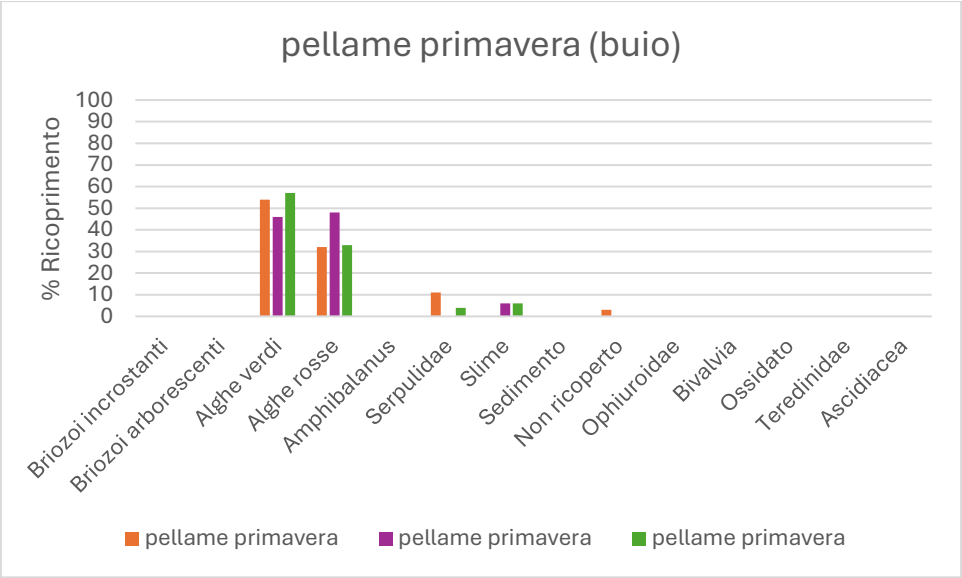

pvc primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
pvc primavera
pvc primavera
pvc primavera

Frame 15 m – Pellame

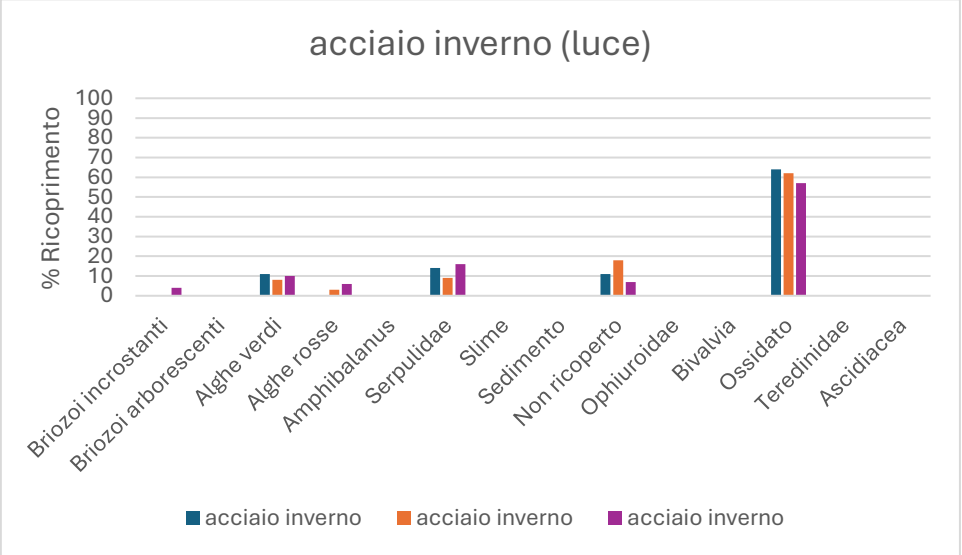


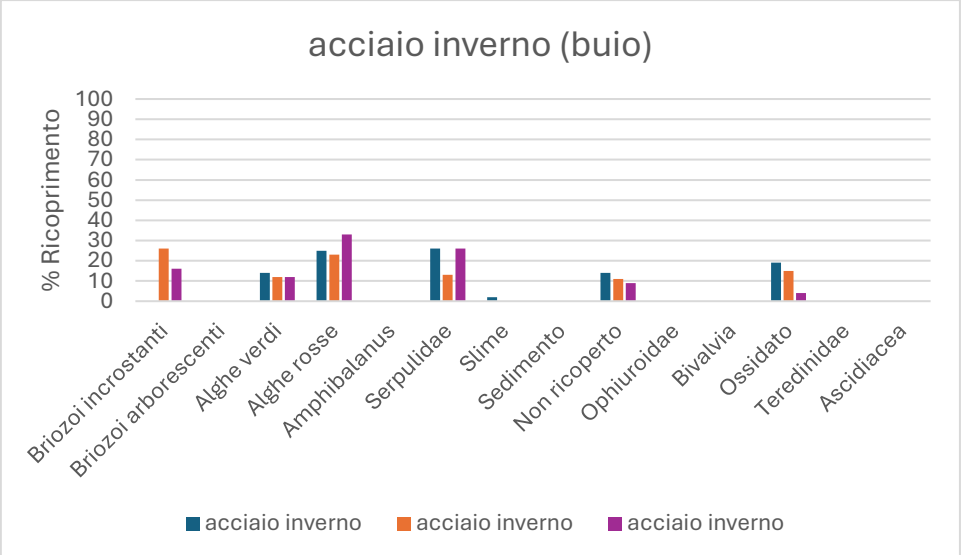


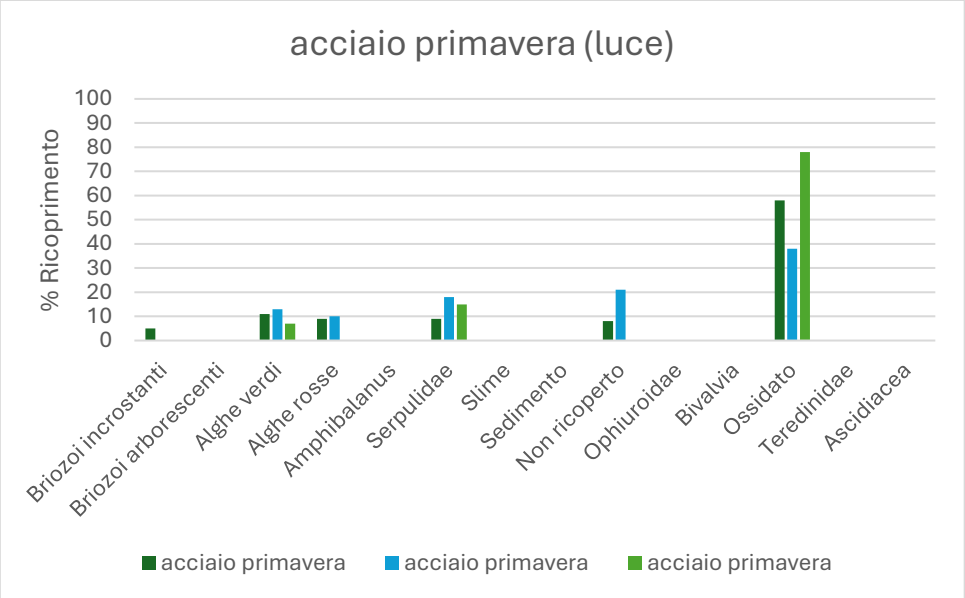


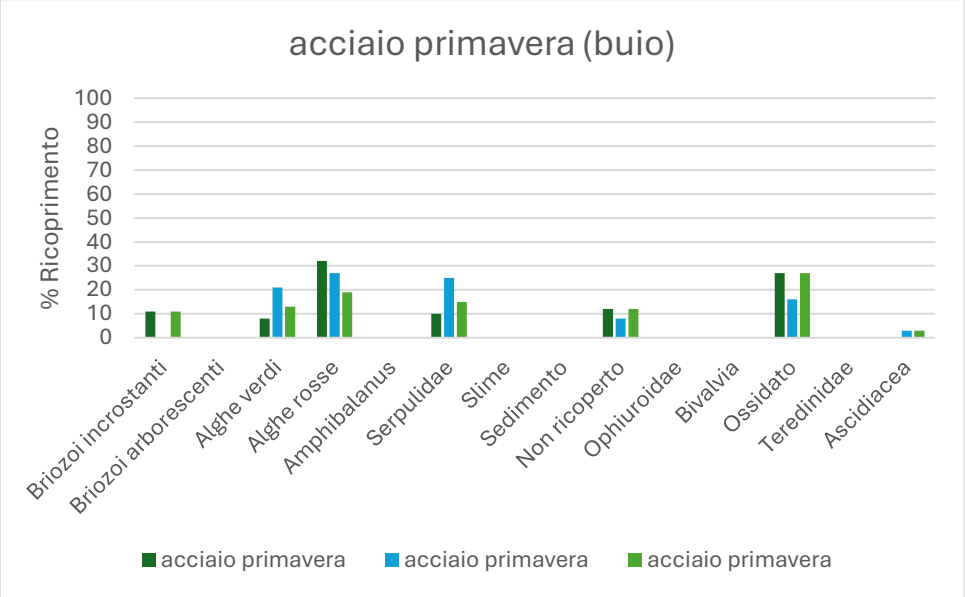


Frame 15 m – INOX



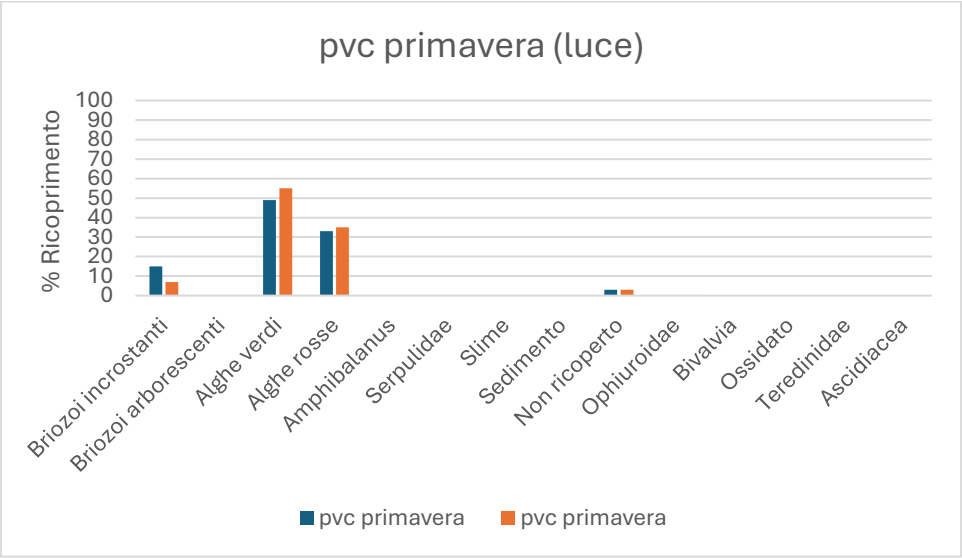


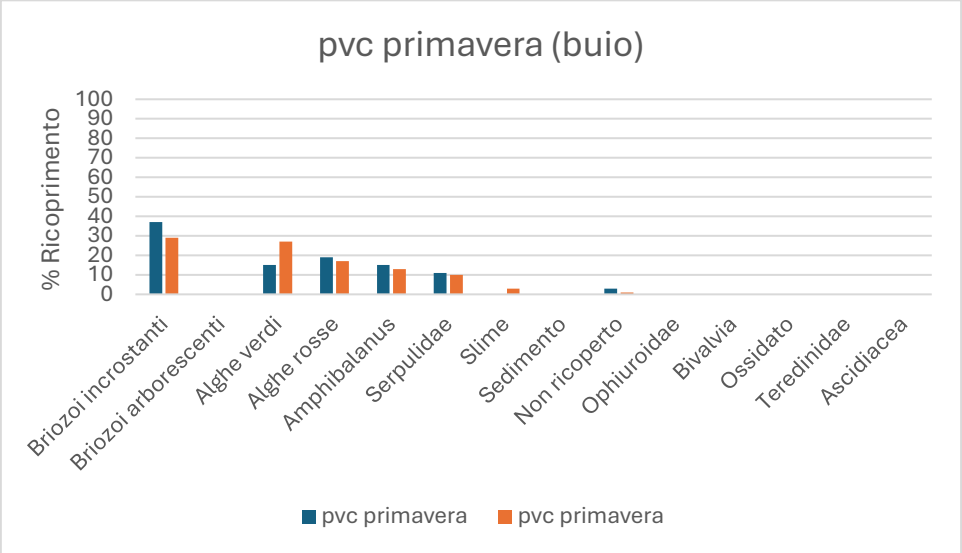

acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera


acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

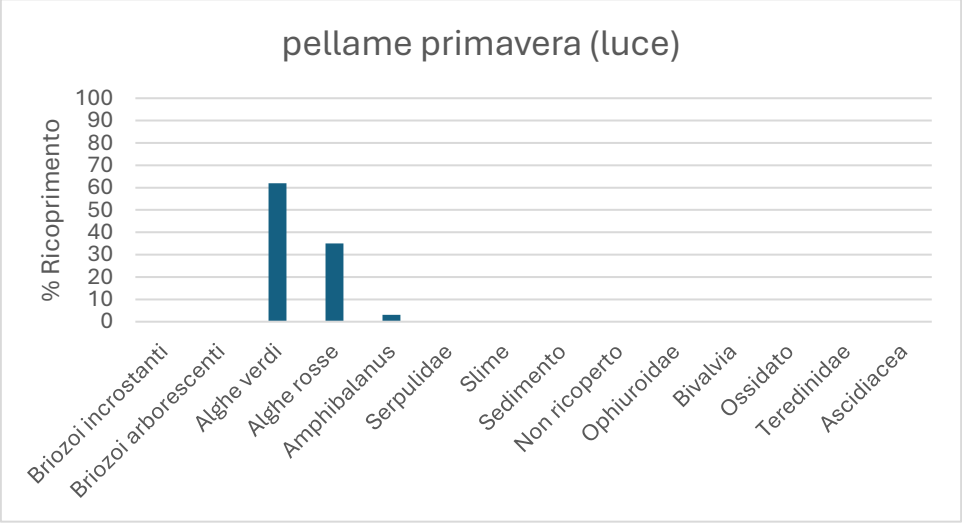
Settimo campionamento

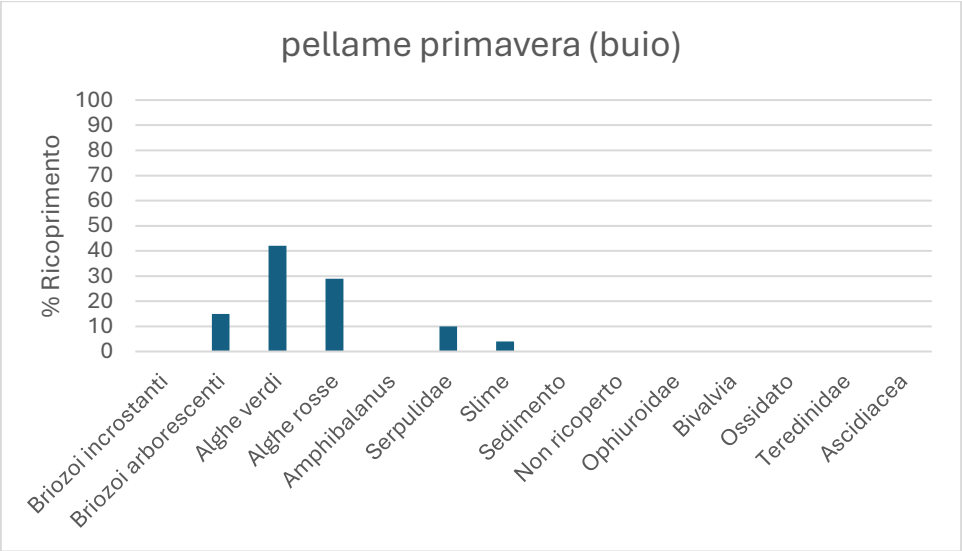
Frame 0,5 m – PVC



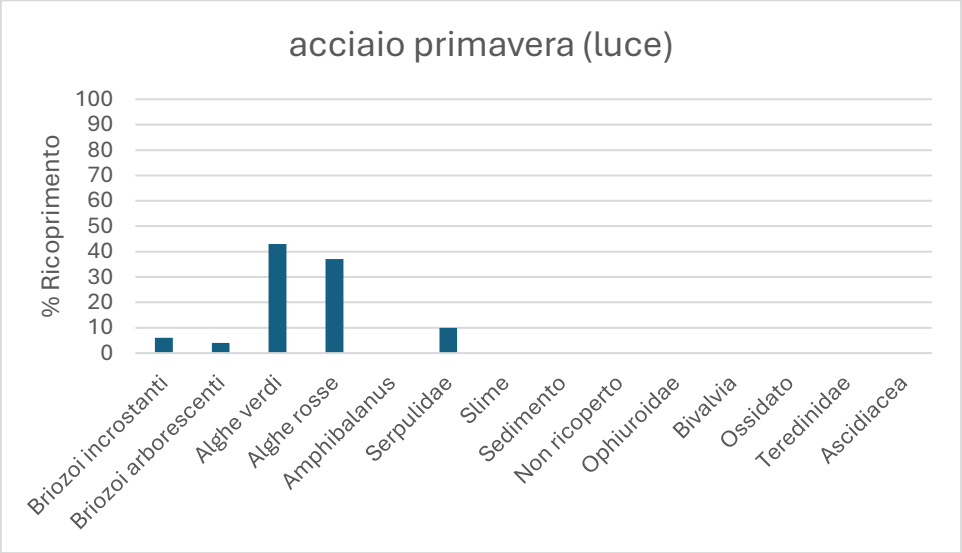


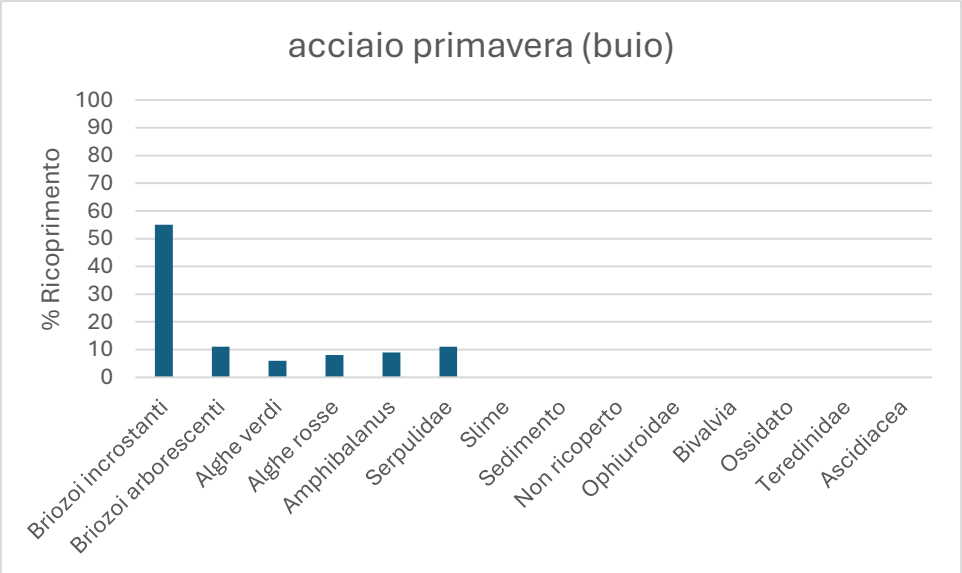
Frame 0,5 m – Pellame



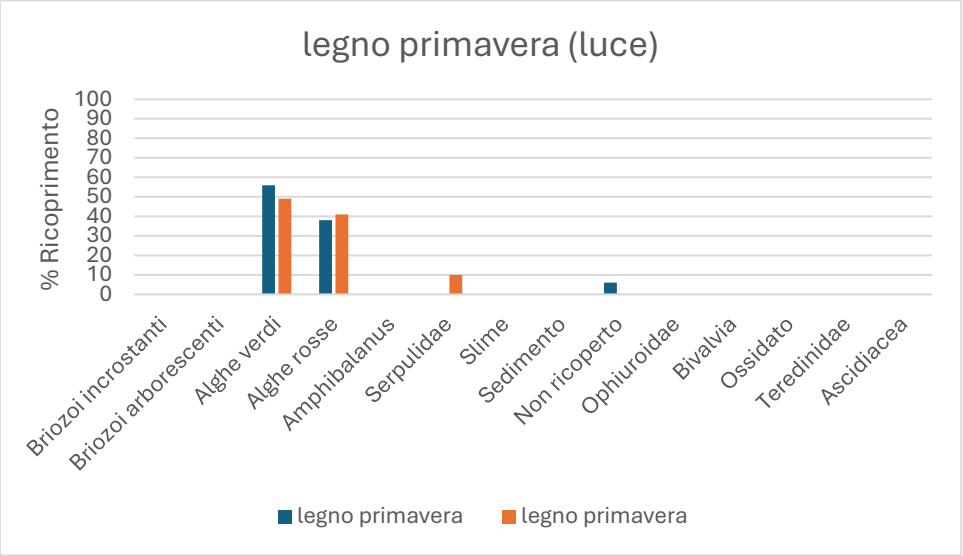


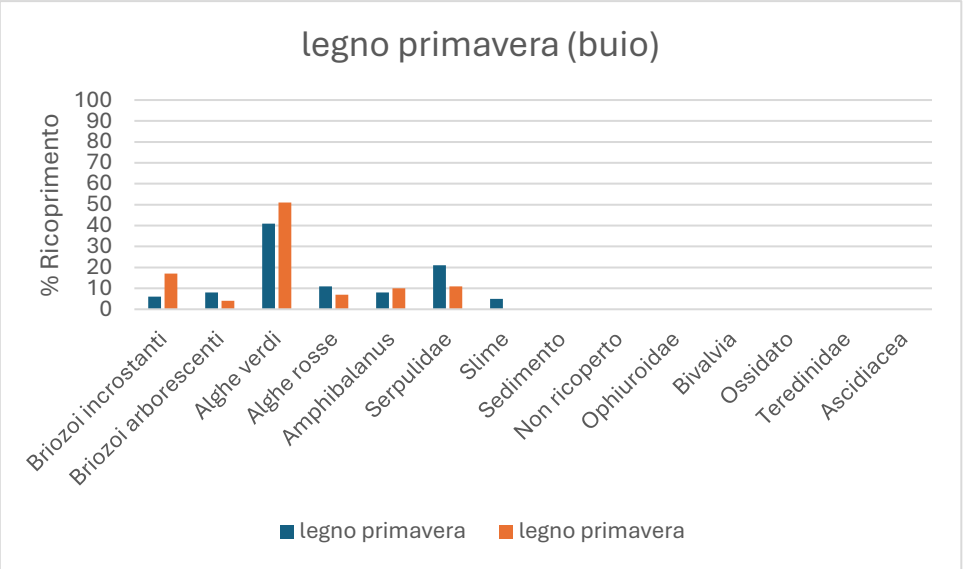
Frame 0,5 m – INOX



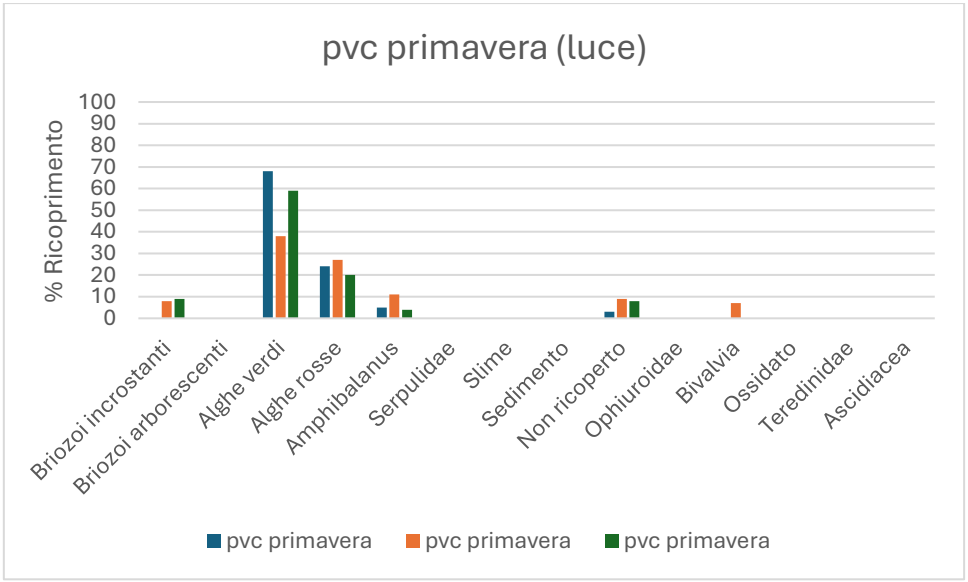


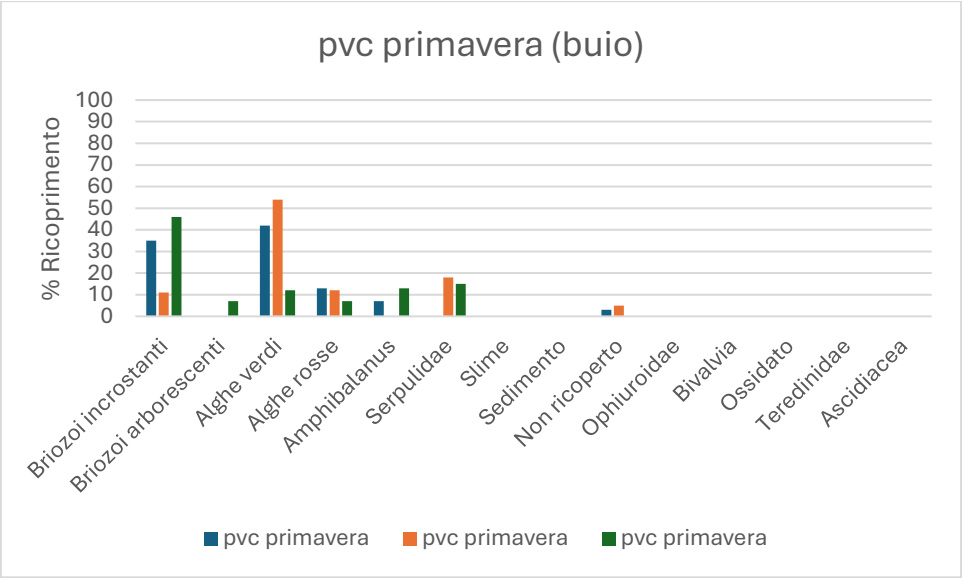
Frame 7,5 m – Legno



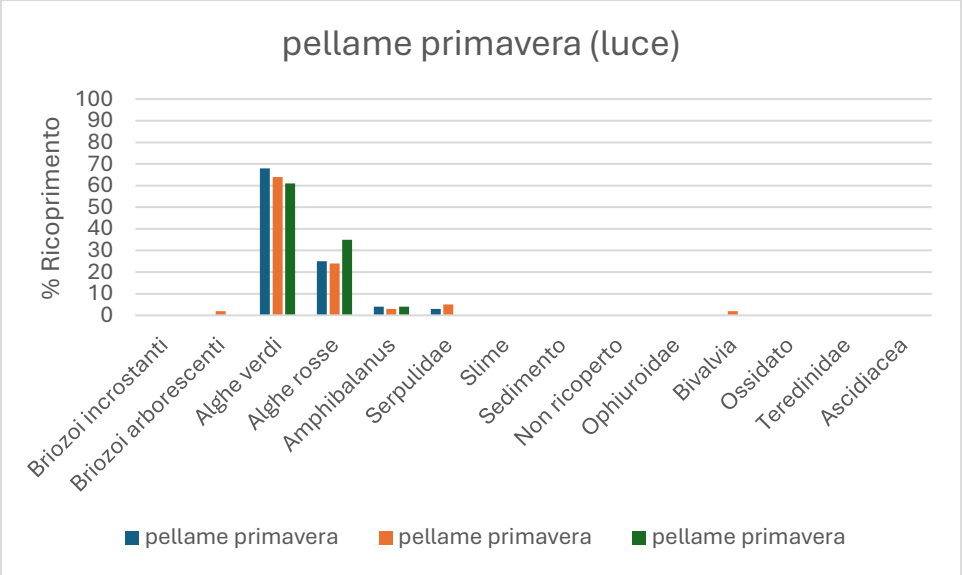


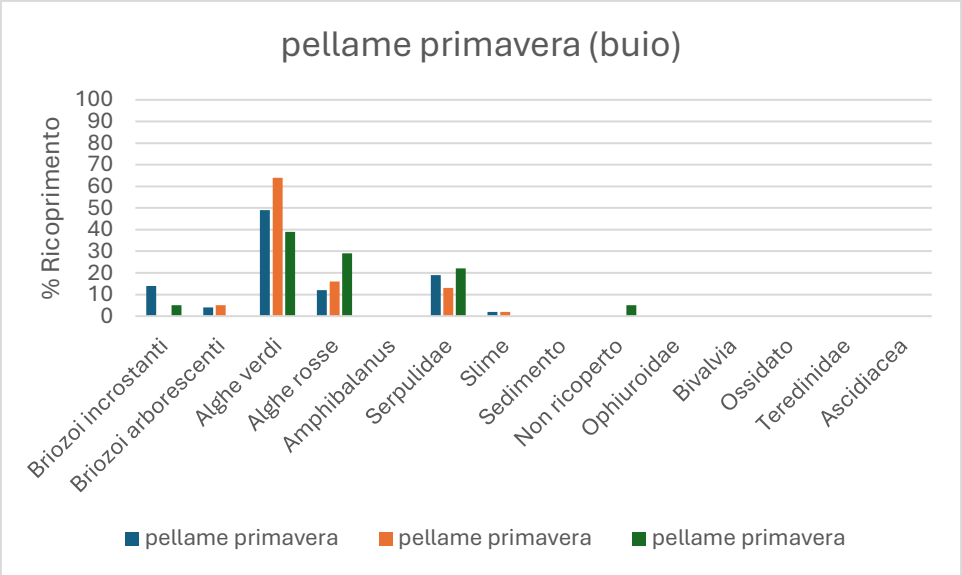
Frame 7,5 m – PVC



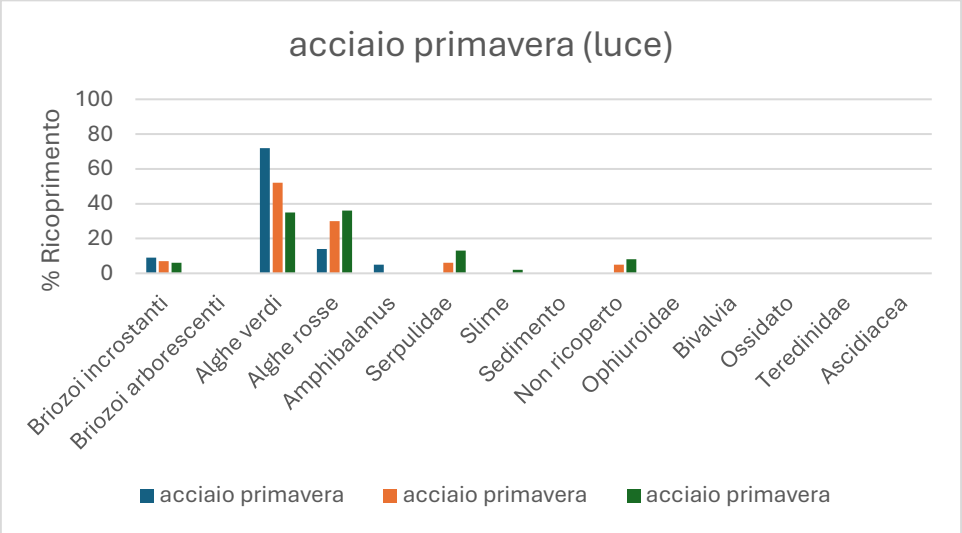


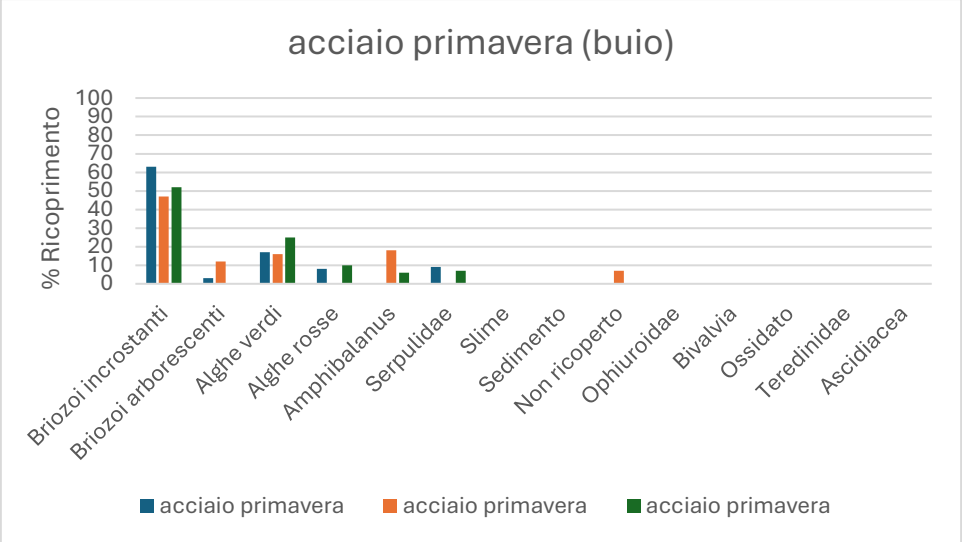
Frame 7,5 m – Pellame



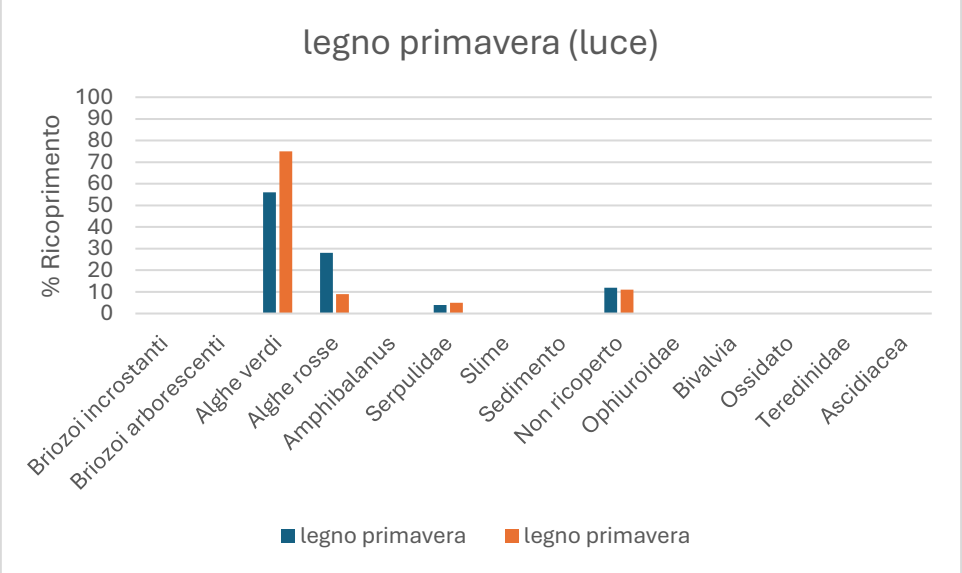


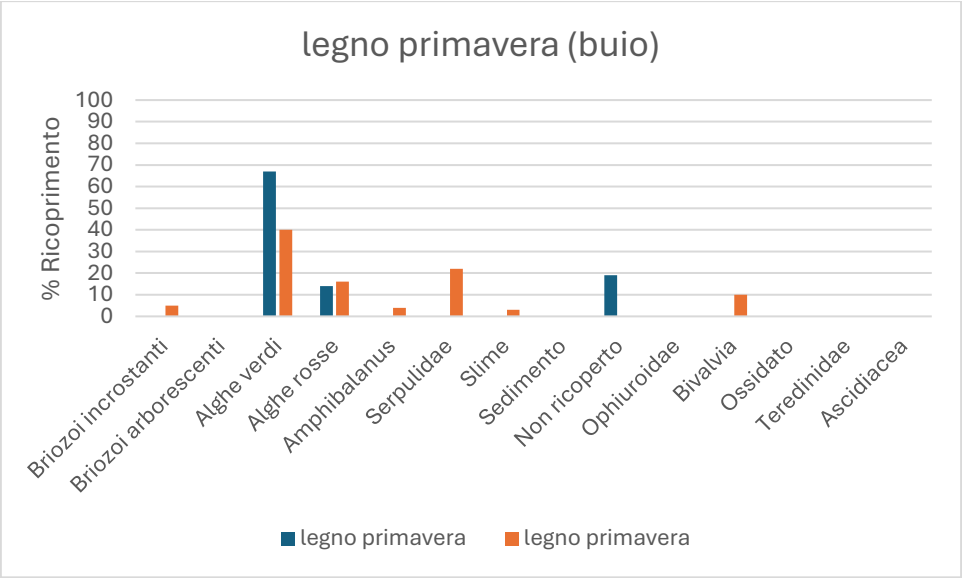
Frame 7,5 m - INOX



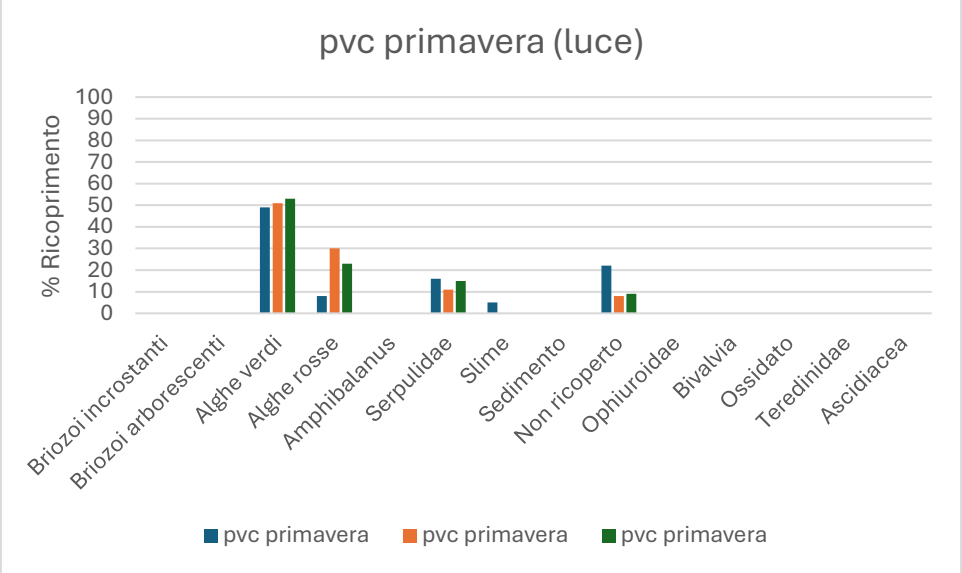


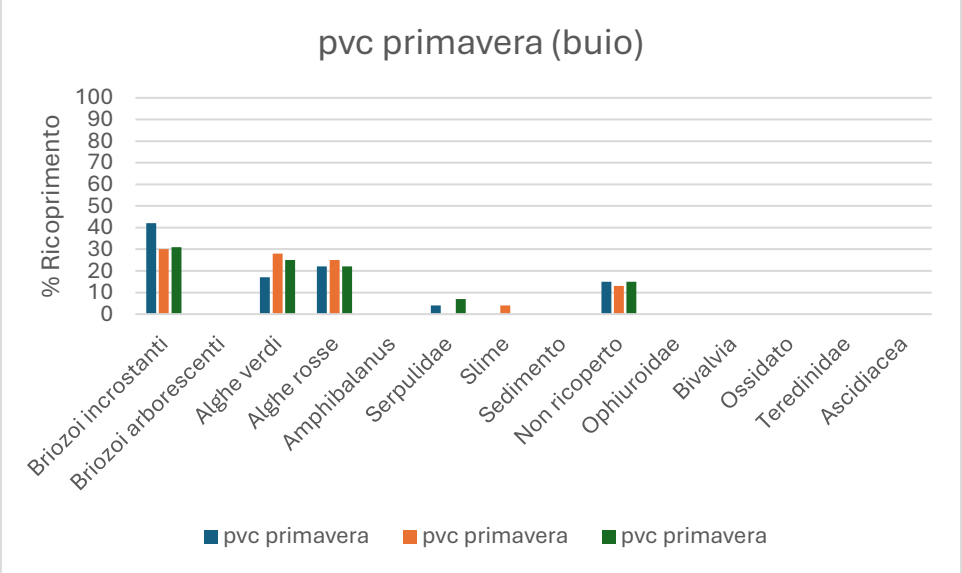
Frame 15 m – Legno



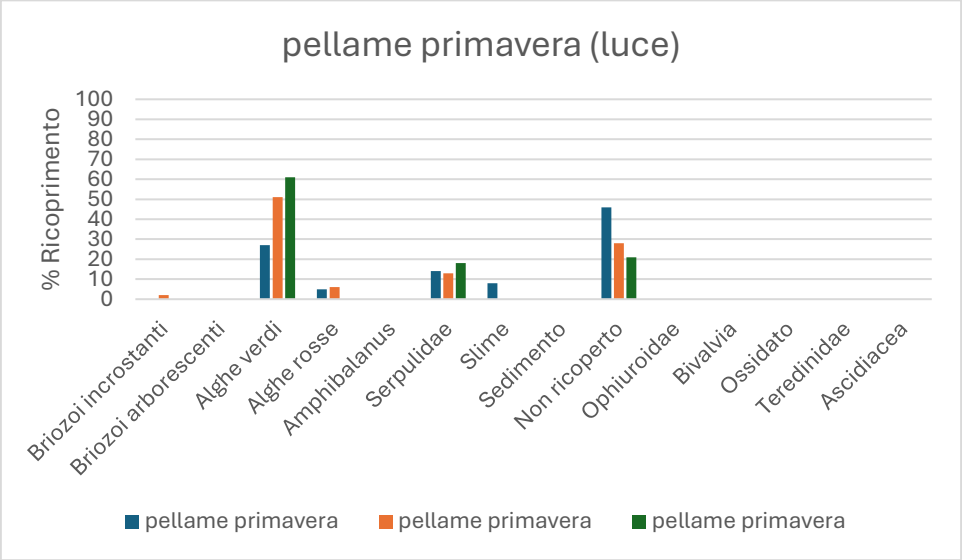


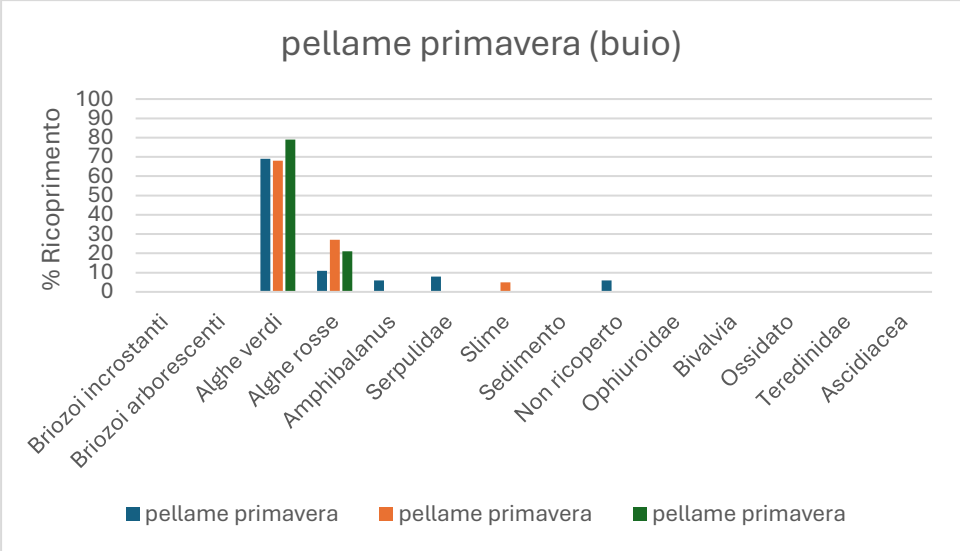
Frame 15 m - PVC



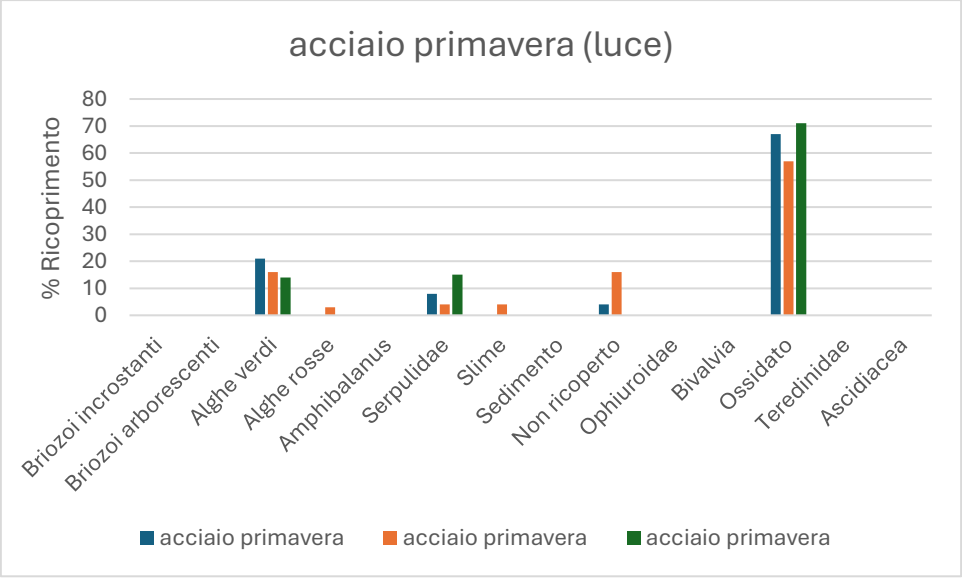


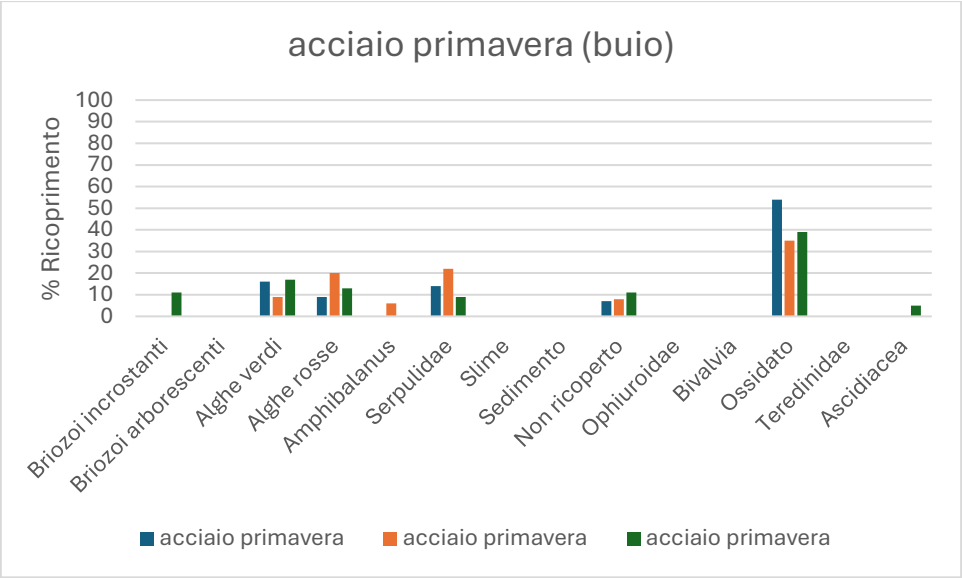
Frame 15 m – Pellame





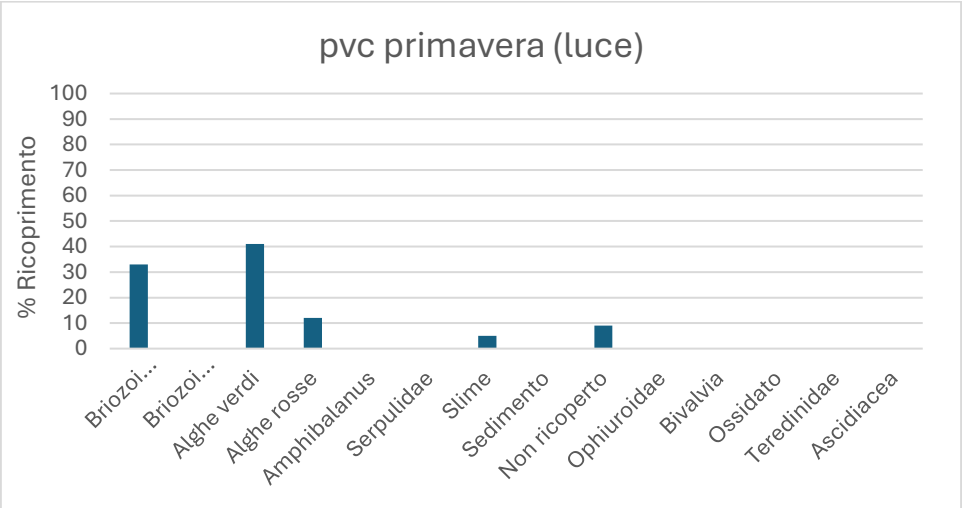
Frame 15 m – INOX

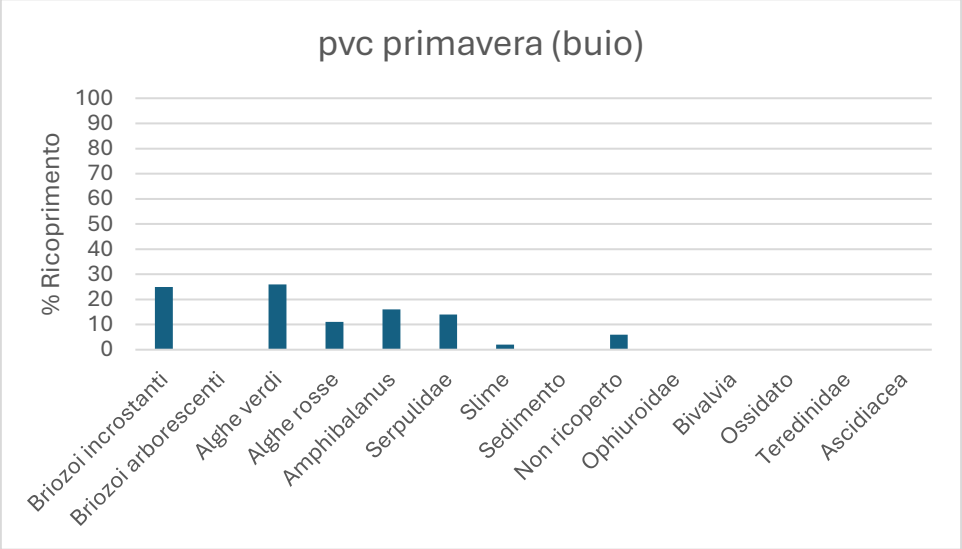



acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera

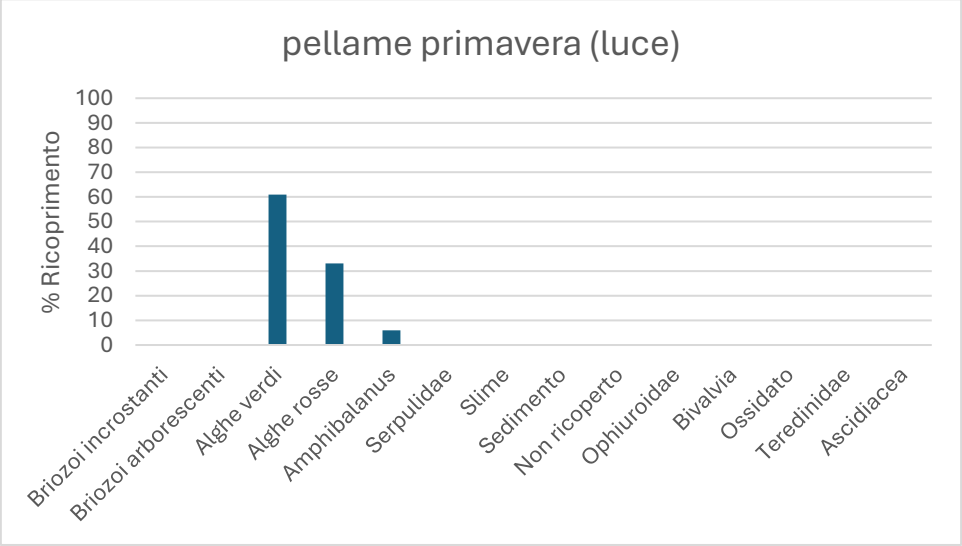
Ottavo campionamento

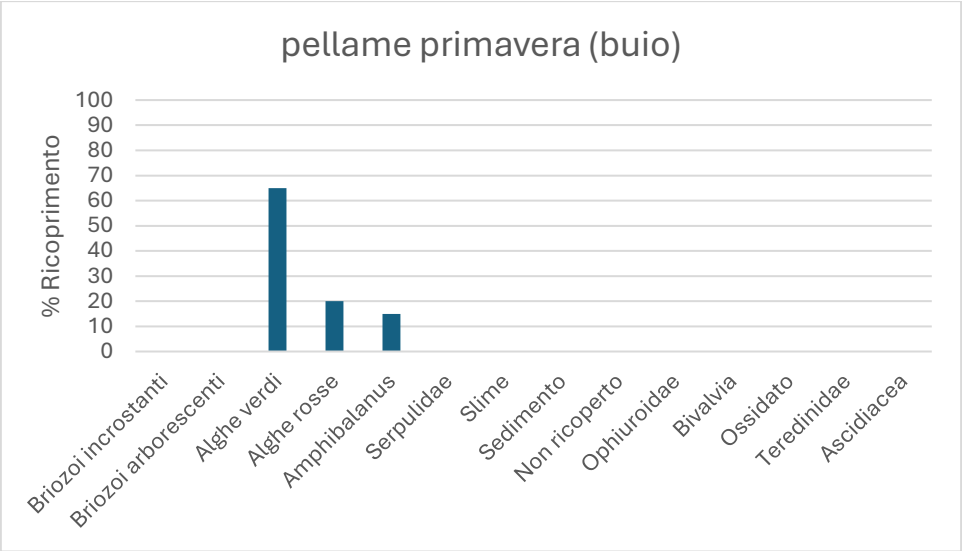
Frame 0,5 m – PVC



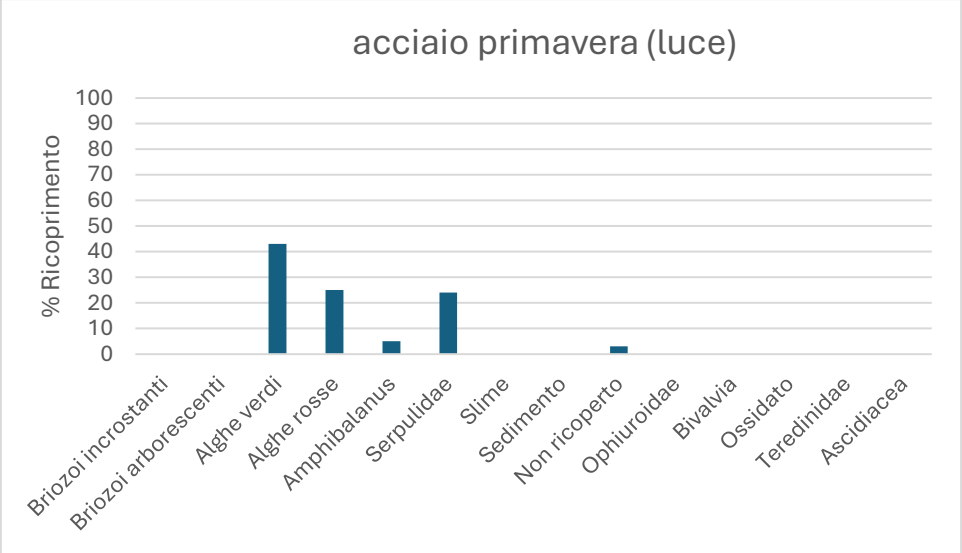


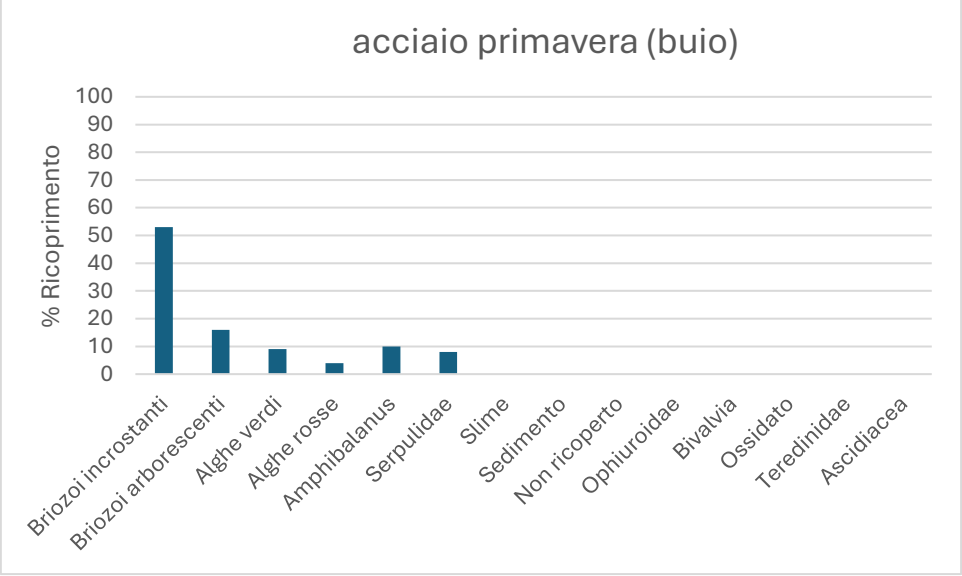
Frame 0,5 m – Pellame



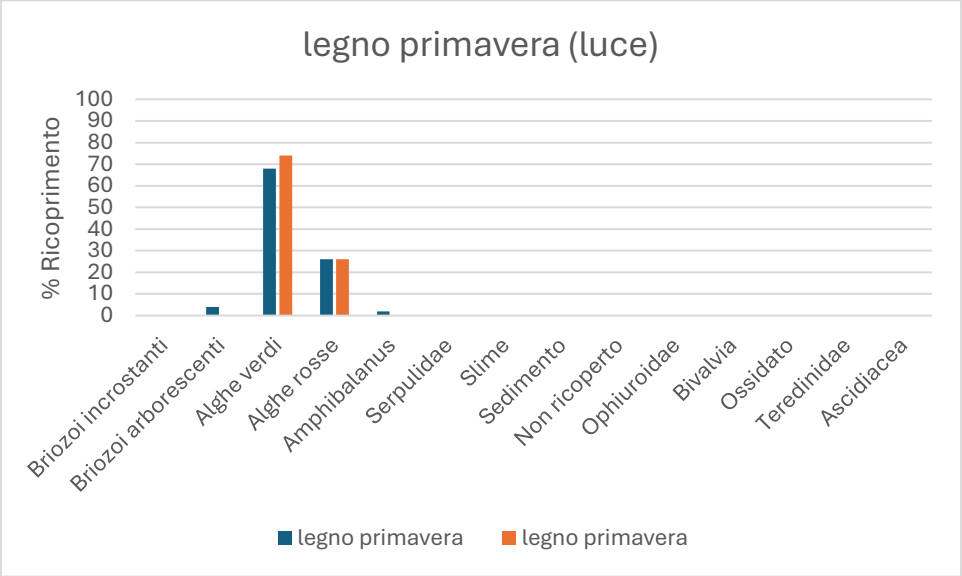


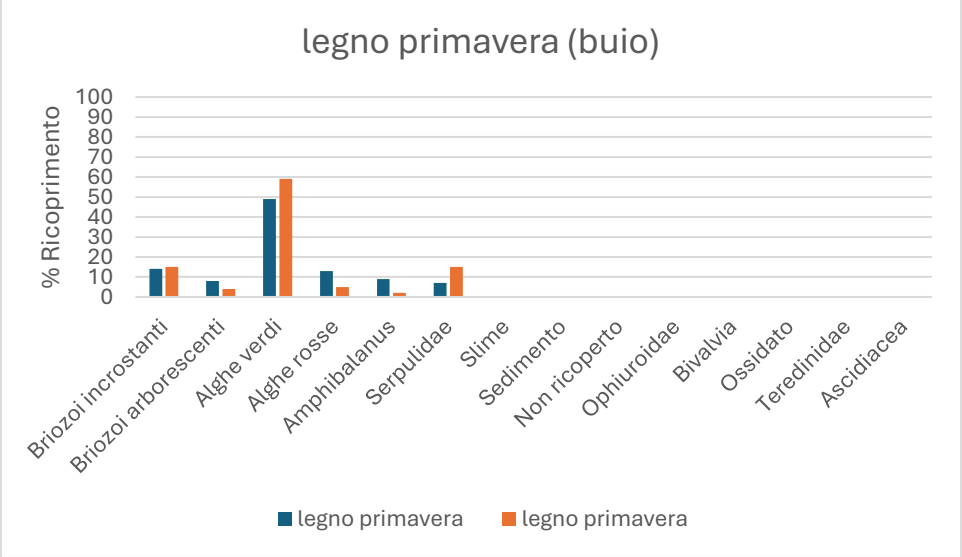
Frame 0,5 m - INOX



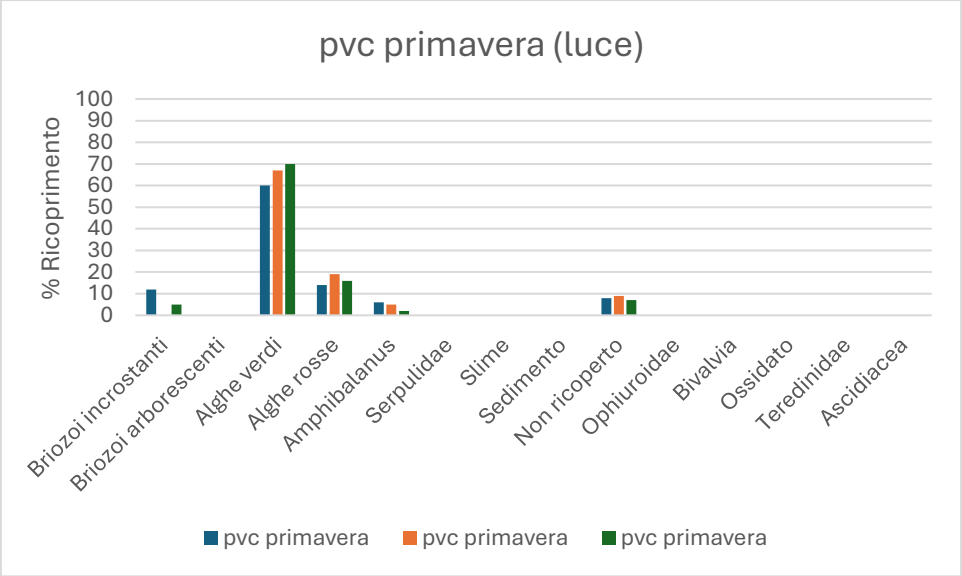


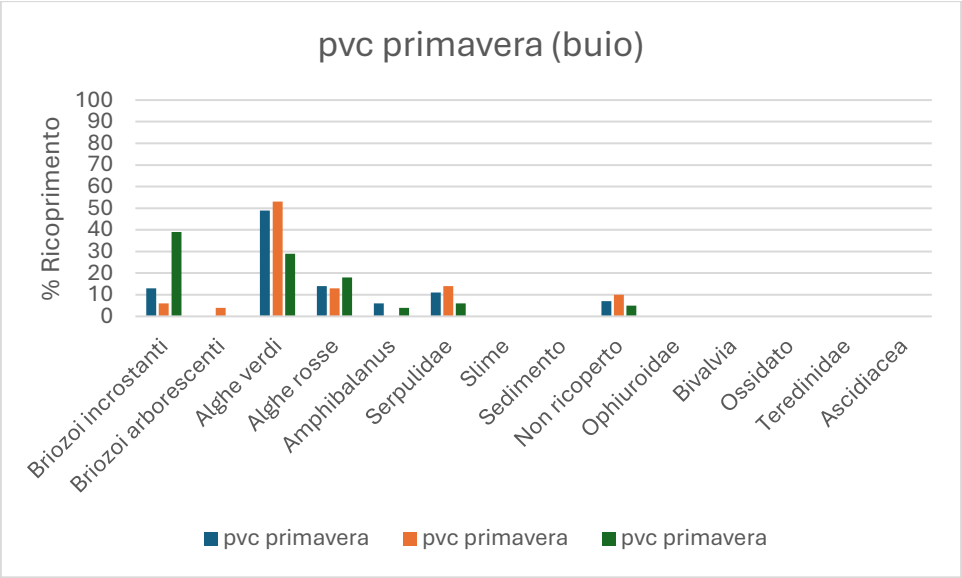
Frame 7,5 m – Legno



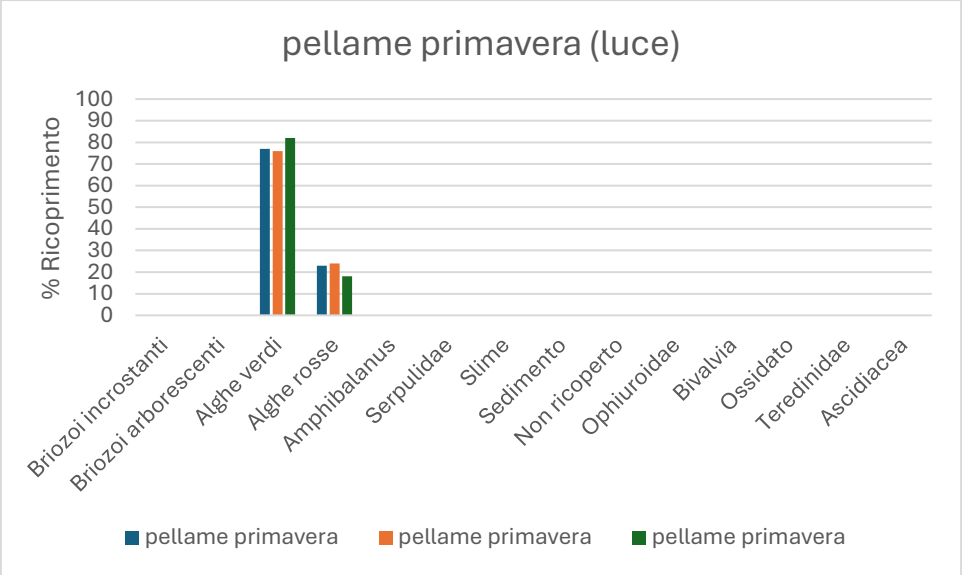


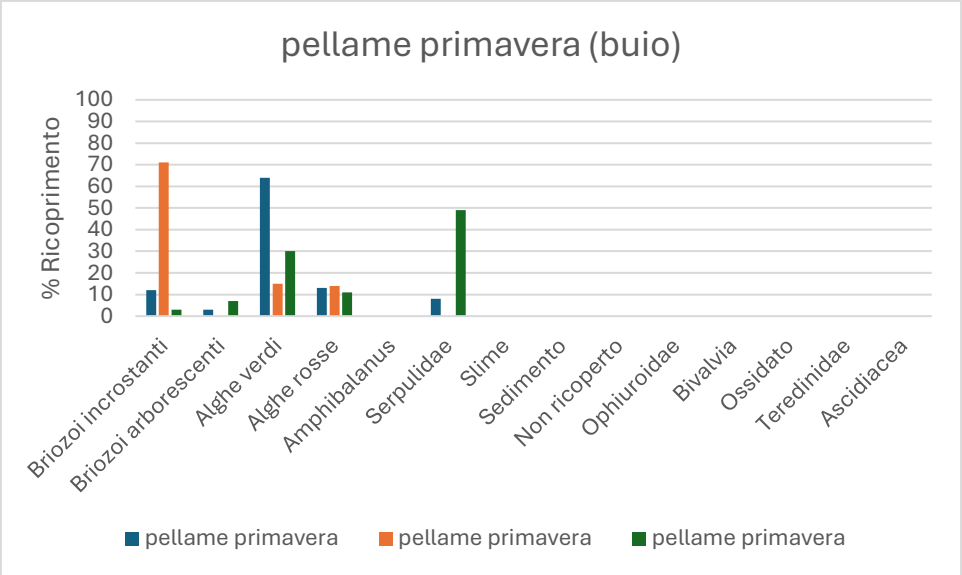
Frame 7,5 m – PVC



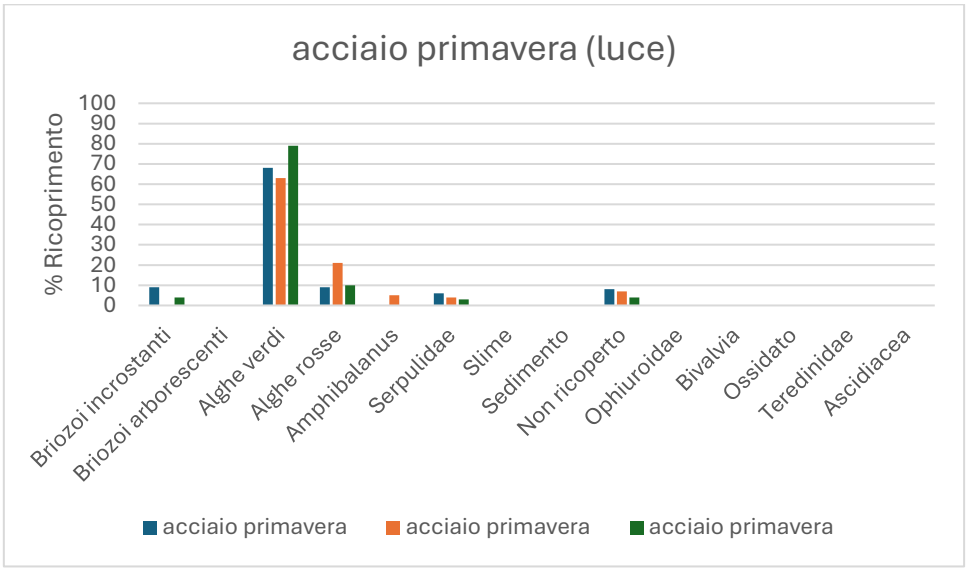


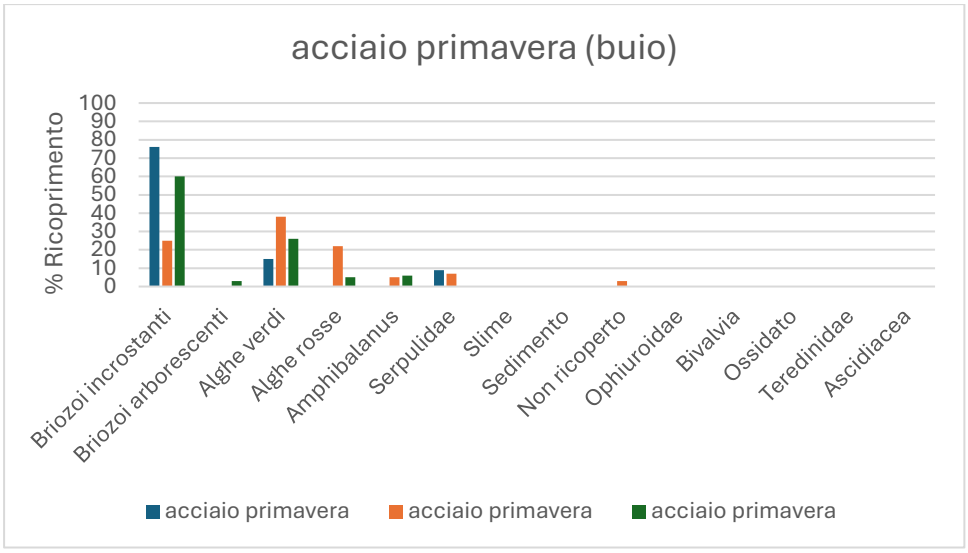
Frame 7,5 m - Pellame



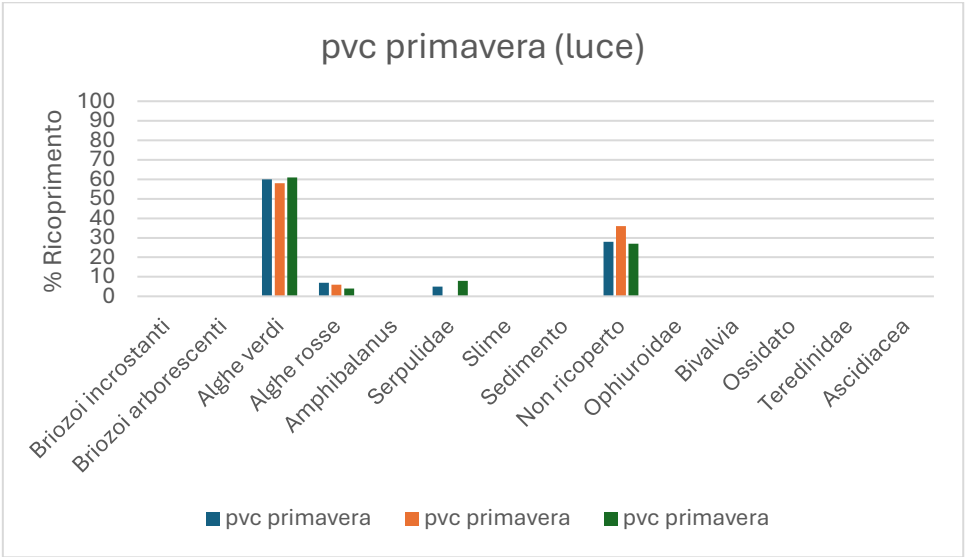


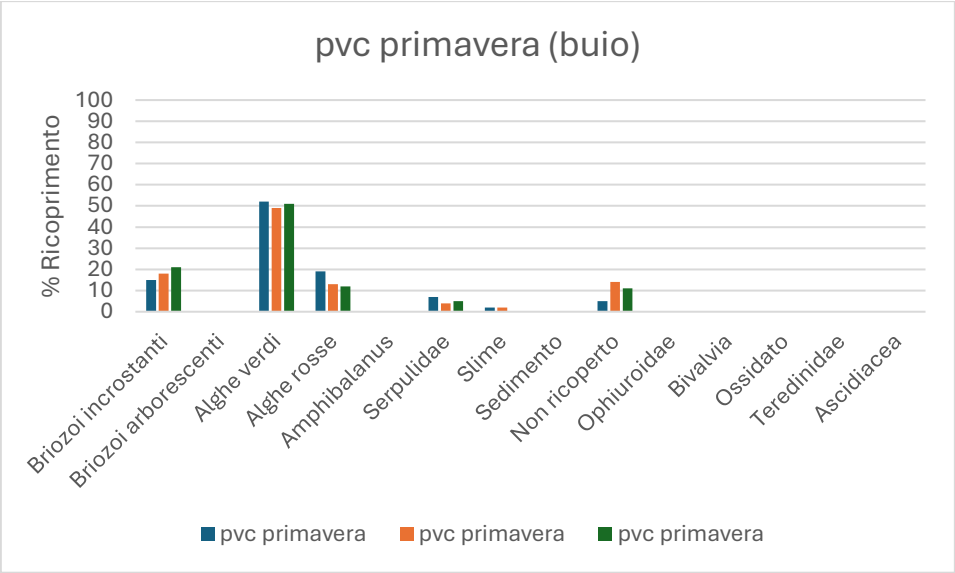
Frame 7,5 m – INOX



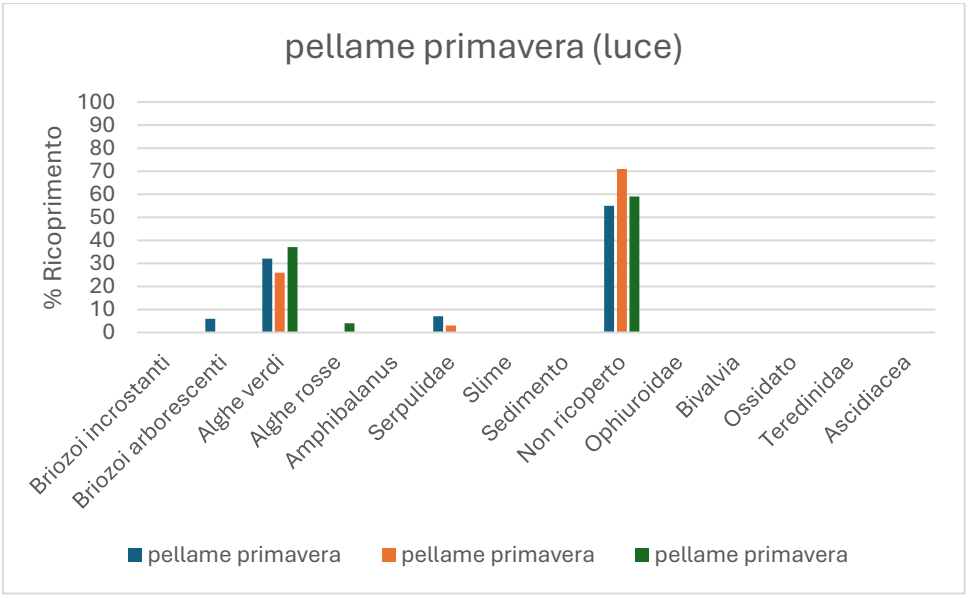


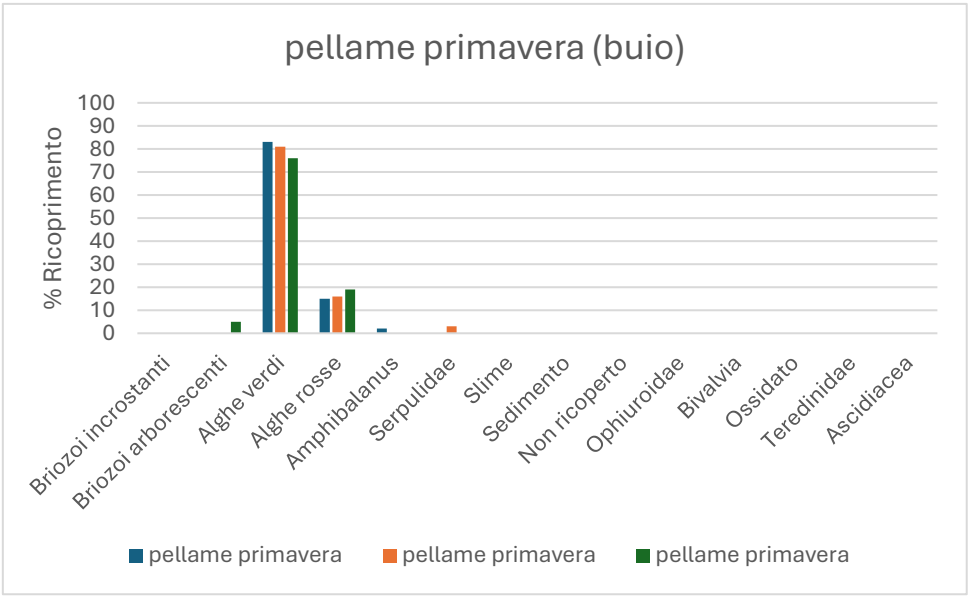
Frame 15 m – PVC

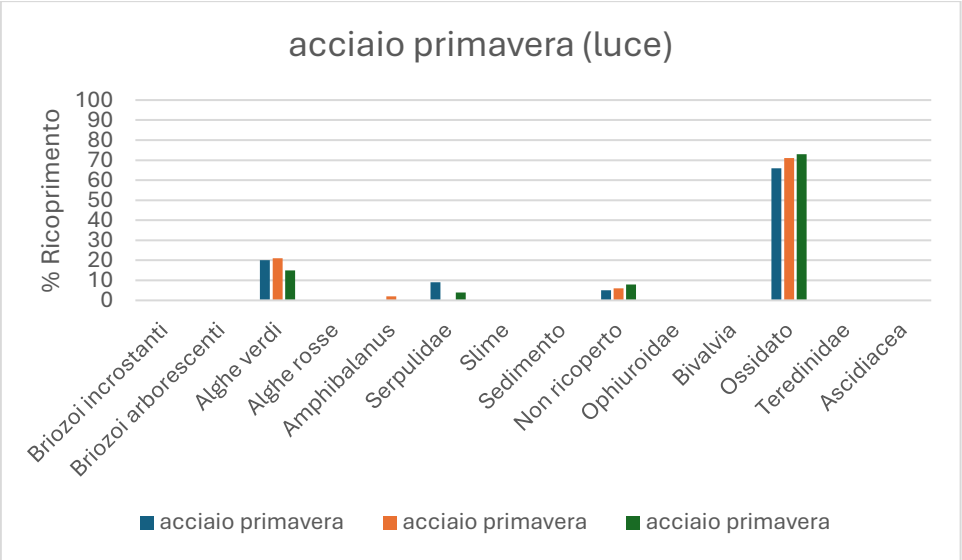


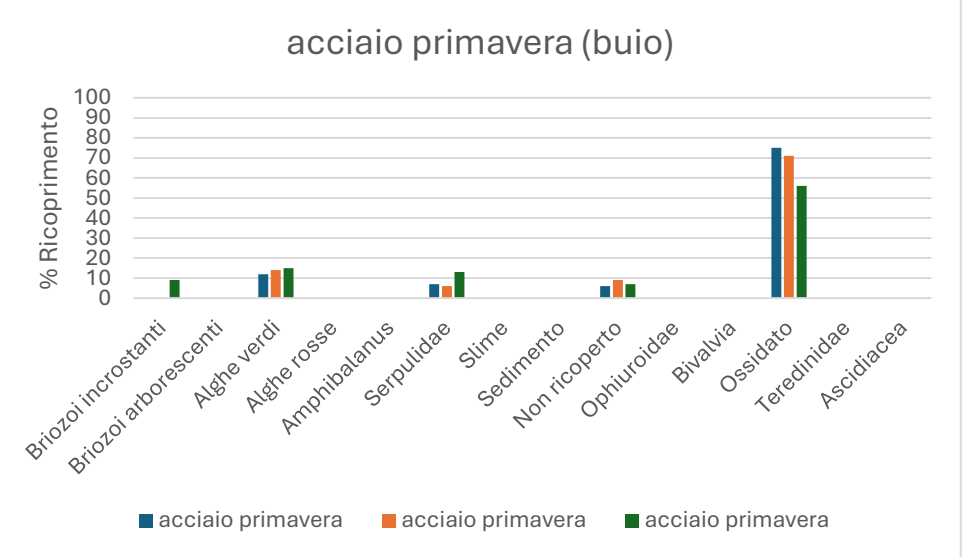


Frame 15 m – Pellame






acciaio primavera (luce)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera


acciaio primavera (buio)
% Ricoprimento
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Briozoi incrostanti
Briozoi arborescenti
Alghe verdi
Alghe rosse
Amphibalanus
Serpulidae
Slime
Sedimento
Non ricoperto
Ophiuroidae
Bivalvia
Ossidato
Teredinidae
Ascidiacea
acciaio primavera
acciaio primavera
acciaio primavera