



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE  
**DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE**

**Corso di Laurea Magistrale  
Biologia Marina LM-6**

---

**DISTRIBUZIONE SPAZIALE E STAGIONALITA'  
DEGLI HETEROBRANCHIA DELLA RIVIERA  
DEL CONERO**

**SPATIAL DISTRIBUTION AND  
SEASONALITY OF HETEROBRANCHIA OF  
THE CONERO RIVIERA**

Tesi di Laurea Magistrale di:

Maria Riccardi

Relatore:

Chiar.mo Prof. Carlo Cerrano

Correlatori:

Dott.ssa Agnese Riccardi

Dott.ssa Cristina Gioia Di Camillo

**Sessione Estiva**

**Anno Accademico 2023/2024**

## Sommario

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. INTRODUZIONE</b>                                                                                                                                   | 7  |
| <b>1.1 Il taxon degli Eterobranchia</b>                                                                                                                  | 7  |
| <i>1.1.1 Inquadramento sistematico</i>                                                                                                                   | 7  |
| <b>1.1.2 Caratteristiche morfologiche, ecologiche e biologiche</b>                                                                                       | 9  |
| <b>1.2 La Riviera del Conero ed i suoi Eterobranchi</b>                                                                                                  | 21 |
| L'habitat delle pozze di scogliera della spiaggia del Passetto                                                                                           | 25 |
| <b>1.3 Scopo e obiettivi</b>                                                                                                                             | 27 |
| <b>2. MATERIALI E METODI</b>                                                                                                                             | 31 |
| <b>2.1 Raccolta dati sulla distribuzione spaziale e sulla stagionalità degli Eterobranchi della Riviera del Conero</b>                                   | 31 |
| <i>2.1.1 Letteratura come fonte di dati</i>                                                                                                              | 33 |
| <i>2.1.2 World Wide Web come fonte di dati</i>                                                                                                           | 33 |
| <i>2.2.1 Local Ecological Knowledge come fonte di dati</i>                                                                                               | 34 |
| <i>2.1.5 Citizen Science come fonte di dati</i>                                                                                                          | 40 |
| <b>2.2. Raccolta dati sulla distribuzione spaziale e sulla stagionalità degli Eterobranchi della Riviera del Conero presenti nel bacino Mediterraneo</b> | 42 |
| <b>3. RISULTATI</b>                                                                                                                                      | 44 |
| <b>3.1 Analisi dei dati sulla distribuzione spaziale e sulla stagionalità degli Eterobranchi della Riviera del Conero</b>                                | 47 |
| Analisi del contributo delle diverse fonti alla raccolta dati negli anni                                                                                 | 47 |
| Analisi della distribuzione e della stagionalità delle superfamiglie                                                                                     | 48 |
| Analisi delle specie con n° di records frequenti                                                                                                         | 58 |
| <b>3.2 Analisi comparative tra i dati degli Eterobranchi presenti lungo la Riviera del Conero ed il resto del Mediterraneo</b>                           | 64 |
| Confronto dell'andamento del contributo delle fonti negli anni tra la Riviera del Conero e il Mar Mediterraneo (esclusa la Riviera del Conero)           | 64 |
| Confronto della stagionalità tra gli Eterobranchi della Riviera del Conero e del Mar Mediterraneo                                                        | 66 |
| Comparazione delle 10 specie con n° di records maggiori della Riviera del Conero nel Mar Mediterraneo                                                    | 72 |
| <b>4. DISCUSSIONE</b>                                                                                                                                    | 74 |
| Contributo delle diverse fonti alla raccolta dati negli anni                                                                                             | 74 |
| <b>4.1 Distribuzione spaziale e stagionalità degli Eterobranchi della Riviera del Conero</b>                                                             | 75 |
| Specie presenti nelle pozze di scogliera e nei siti di immersione                                                                                        | 80 |

|                                                                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Andamento dei records negli anni tra La Riviera del Conero e il Mar Mediterraneo<br>(esclusa la Riviera del Conero) ..... | 81        |
| Confronto della stagionalità tra gli Eterobranchi della Riviera del Conero e del Mar<br>Mediterraneo.....                 | 82        |
| Comparazione delle 10 specie con n° di records maggiori della Riviera del Conero nel<br>Mar Mediterraneo .....            | 84        |
| <b>5. CONCLUSIONI .....</b>                                                                                               | <b>85</b> |
| <b>Bibliografia.....</b>                                                                                                  | <b>87</b> |

## RIASSUNTO

Il climate change, sta avendo forti ripercussioni su molte comunità bentoniche marine. Gli Eterobranchi marini vivono in uno stretto *home range* con le loro prede rappresentate principalmente da queste comunità. L'insieme dei fattori sinergici che agiscono negativamente sulle prede degli Eterobranchi, potrebbe avere conseguenze anche su questi ultimi compromettendo la sincronizzazione dei cicli vitali preda/predatore. Pertanto, risulta importante approfondire le conoscenze relative alla distribuzione e alla stagionalità degli Eterobranchi per determinare se possano essere considerati buoni indicatori dei cambiamenti climatici in corso. Inoltre, data la carenza di informazioni dettagliate in letteratura, è utile condurre studi approfonditi su questo tema. In questo lavoro, abbiamo raccolto 2177 record sulla distribuzione spaziale e sulla stagionalità degli Eterobranchi del bacino del Mar Mediterraneo con focus sulla Riviera del Conero e abbiamo confrontato i dati sulla stagionalità con i dati raccolti nel resto del Mar Mediterraneo. Sono stati raccolti record anche alle pozze di marea rocciose del Passetto, un sistema semi-chiuso ideale per lo studio delle interazioni ecologiche e della biodiversità marina locale. Sulla base dei dati raccolti è stata costruita una checklist degli Eterobranchi della Riviera del Conero. I risultati più significativi sono rappresentati dal numero più elevato di record registrati durante la primavera e l'estate, nella Riviera del Conero e nel

resto del Mar Mediterraneo, con la predominanza delle superfamiglie Aeolidioidea e Chromodoridoidea.

Il set di dati raccolti in questo lavoro dal nostro *Present Work* e dalle altre fonti utilizzate rappresenta la base per la raccolta futura di dati da parte di cittadini scienziati con metodo standardizzato. Questo sarà utile per approfondire ulteriormente, in studi successivi, le dinamiche che influenzano la distribuzione spazio-temporale degli Eterobranchi in relazione ai cambiamenti climatici.

## **ABSTRACT**

Climate change is having a strong impact on many marine benthic communities. Marine Heterobranchs live in a narrow home range with their prey mainly represented by these communities. The combination of synergistic factors that adversely affect the prey of Heterobranchs, could also have consequences for them by compromising the synchronisation of prey/predator life cycles. Therefore, it is important to deepen our knowledge of the distribution and seasonality of Heterobranchs to determine whether they can be considered good indicators of ongoing climate change. Furthermore, given the lack of detailed information in the literature, it is useful to conduct in-depth studies on this topic. In this work, we collected 2177 records on the spatial distribution and seasonality of Heterobranchs in the Mediterranean Sea basin with a focus on the Conero Riviera and compared the seasonality data with data collected in the rest of the Mediterranean Sea. Records were also collected at the Passetto rocky tide pools, a semi-enclosed system ideal for studying ecological interactions and local marine biodiversity. Based on the data collected, a checklist of the Heterobranchs of the Conero Riviera was constructed. The most significant results are represented by the highest number of records recorded during spring and summer, in the Conero Riviera and the rest of the Mediterranean Sea, with the predominance of the superfamilies

Aeolidioidea and Chromodoridoidea. The dataset collected in this work from our Present Work and the other sources used represents the basis for future data collection by citizen scientists using a standardised method. This will be useful to further investigate, in subsequent studies, the dynamics influencing the spatio-temporal distribution of Heterobranchs in relation to climate change.

## **1. INTRODUZIONE**

### **1.1 Il taxon degli Heterobranchia**

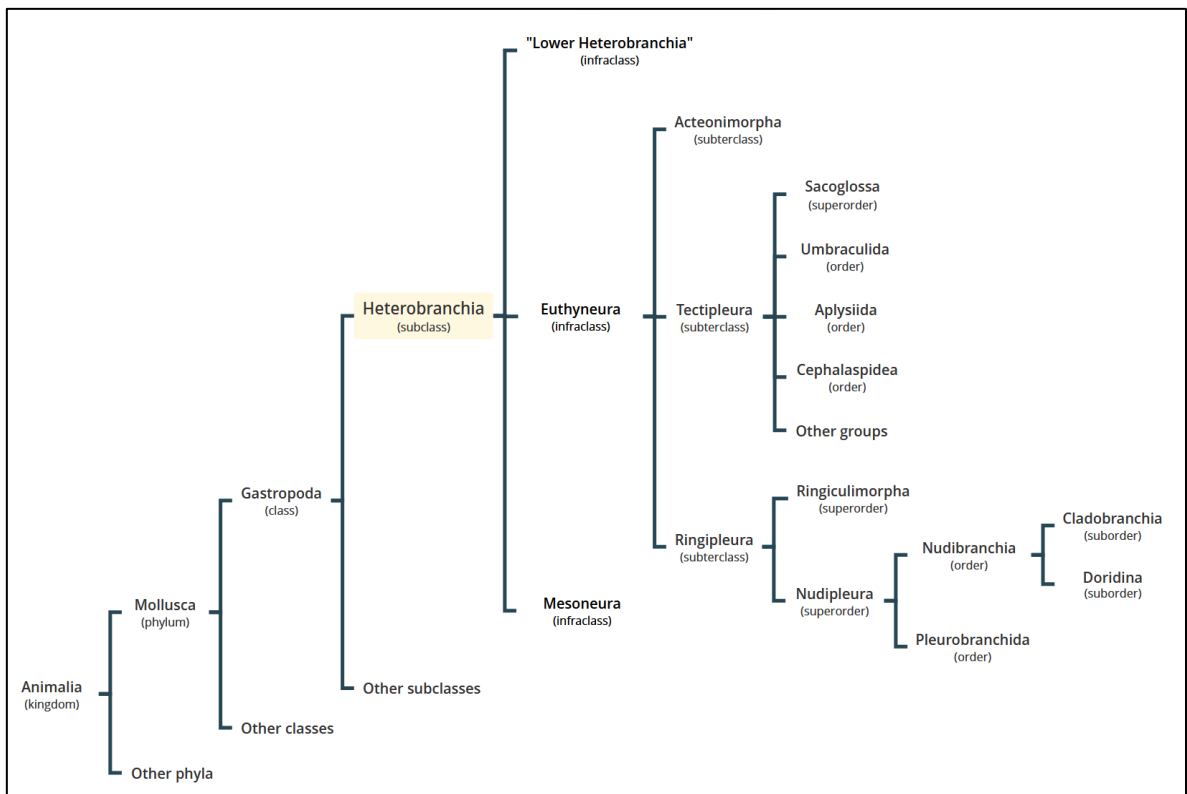
#### ***1.1.1 Inquadramento sistematico***

Gli Heterobranchia (Mollusca, Gastropoda) erano fino a poco tempo fa classificati come “Opisthobranchia” che significa “con le branchie dietro”, in quanto hanno le branchie poste nella parte posteriore del corpo (Burn, 2015). Questo taxon era inizialmente considerato monofiletico anche se le relazioni filogenetiche tra i suoi membri non erano ancora ben comprese, specialmente nei taxa basali (Dinapoli, 2010).

Nel 1848, Milne Edwards suddivise i Gasteropodi in Prosobranchia, Pulmonata e Opisthobranchia: per questi ultimi gli studiosi fanno riferimento principalmente a lumache e chioccioline marine, mentre per i Pulmonata si riferiscono agli organismi di habitat limnici e terrestri (Schrödl et al. 2011). Un vero e proprio impulso agli studi filogenetici sugli Opisthobranchia è stato osservato a partire dagli anni '80, attraverso l'istituzione formale del concetto di Heterobranchia da parte di Haszprunar (Wägele and Klussmann-Kolb, 2014). Analisi molecolari e filogenetiche in seguito, hanno rivoluzionato la comprensione delle relazioni evolutive, mettendo in luce la polifilia del gruppo, dimostrando che il tradizionale raggruppamento "Opisthobranchia" non era

monofiletico; pertanto, il termine risulta ormai obsoleto (Klussmann-Kolb et al 2008).

La sistematica attuale, accettata dal WORMS (*World Register of Marine Species*), frutto di una revisione del 2017 (Bouchet et al., 2017), definisce gli Heterobranchia come una sottoclasse del grande gruppo dei Gasteropodi, suddividendolo in due infraclassi: “Heterobranchia inferiori” ed Euthyneura, dove sono raggruppati gli organismi precedentemente considerati parte degli Opisthobranchi. In questo lavoro considereremo principalmente gli Eterobranchi della Riviera del Conero.



**Figura 1** Rappresentazione schematica della sistematica attuale degli Heterobranchia.

### ***1.1.2 Caratteristiche morfologiche, ecologiche e biologiche***

Gli Eterobranchi marini presentano una morfologia molto simile a quella di una lumaca, nella maggior parte dei casi di dimensioni ridotte che non superano i pochi centimetri di lunghezza, ad eccezione di alcune specie che possono raggiungere fino a 30 cm (Ponder, 2020). Sono caratterizzati dalla riduzione o dalla totale scomparsa della conchiglia (presente solo nella fase larvale), con la conseguente regressione del mantello e scomparsa della cavità palleale (Wagele and Klussman-Kolb, 2014) (Sarà, 1990).

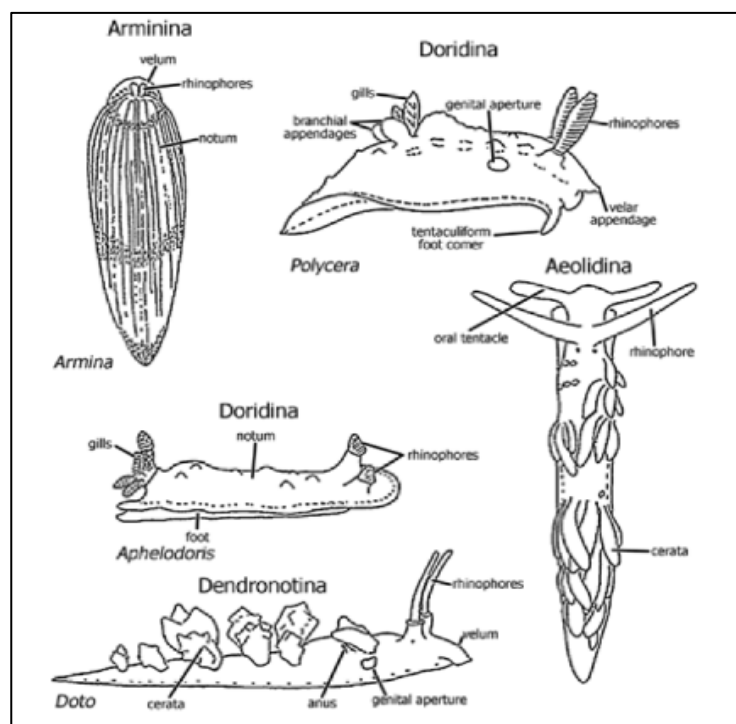
Il corpo di questi animali è a simmetria bilaterale, allungato e flessibile, e hanno la particolare caratteristica di presentare i *cerata*, dei prolungamenti digitiformi sulla parte dorsale, che aumentano la superficie corporea. Questa struttura particolare serve a massimizzare l'efficienza della respirazione, che avviene attraverso la cute poichè nella maggior parte delle specie, le branchie sono assenti (Burn, 2015). Molte altre specie, invece, presentano in aggiunta il *Pennacchio branchiale*, un ciuffo di forma conica situato nella parte anteriore del corpo che coadiuva anch'esso la respirazione (Witabora e Homan 2021).

Il capo porta spesso sia i tentacoli che i *rinofori*, (etimologia greca, significa “portatore di naso”), organi cefalici chemio-sensoriali altamente specializzati, simili ad antenne, dove risiedono i principali organi di senso. La morfologia del

rinoforo è un carattere tassonomico importante, poiché le strutture esterne vengono utilizzate per la descrizione delle specie (Lisova et al., 2022).

Il corpo prende contatto col substrato tramite il piede, un muscolo utilizzato per la locomozione (Wieth e Willows, 2006), costituito da una spessa banda muscolare circolare che circonda l'animale e si trova in contatto con il substrato. All'interno, è costituito da una striscia muscolare che prende il nome di pianta che entra in contatto con il suolo solo quando l'animale si muove con un'onda muscolare che si sposta dal capo verso la porzione caudale (Ponder et al., 2020b).

Gli occhi, quasi indistinguibili, sono primitivi in tutte le specie e si trovano al di sotto dell'epitelio dell'animale e captano le variazioni di luce fungendo anche da orologio biologico (Brenzinger, 2011).

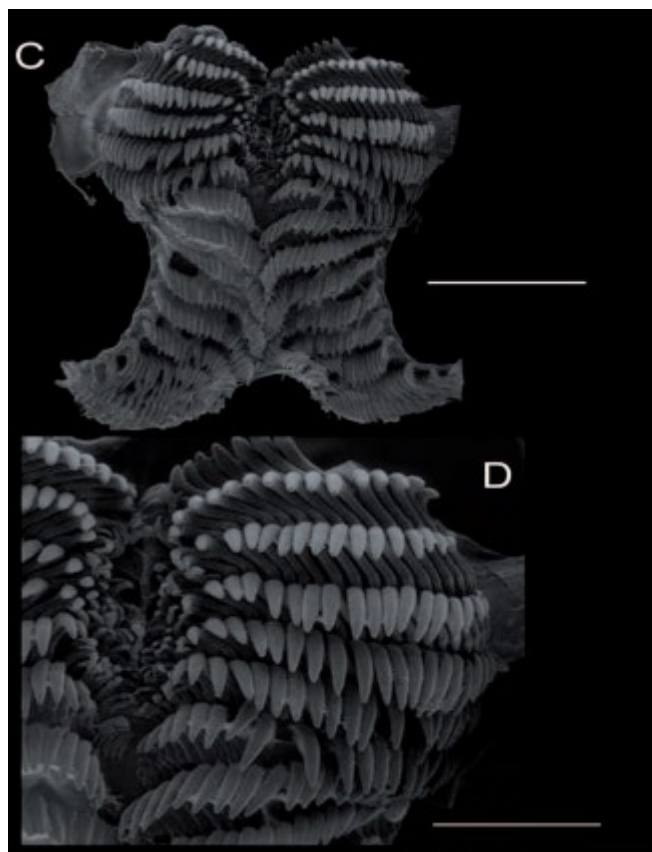


**Figura 2** Anatomia degli Eterobranchi del sottordine Doridina e Cladobranchia e dei molluschi affini. Illustrazione: Robert Burn, originariamente pubblicata su Burn (1989).

Per quanto riguarda l'alimentazione, i molluschi Eterobranchi sono prevalentemente un gruppo di carnivori epibentonici marini specializzati, generalmente associati a una o poche specie di prede filogeneticamente correlate (rispettivamente monofagia o oligofagia) (Megina et al., 2007), infatti la loro dieta è definita *stenoecia* ovvero si nutrono di poche prede specifiche, spesso coincidenti al substrato sul quale generalmente possono essere avvistate. Le prede che prediligono sono spugne e cnidari (McDonald, and Nybakken, 1981) che, essendo poco appetibili per gli altri organismi, consentono loro di avere a disposizione il nutrimento con una bassa competitività e ridotto

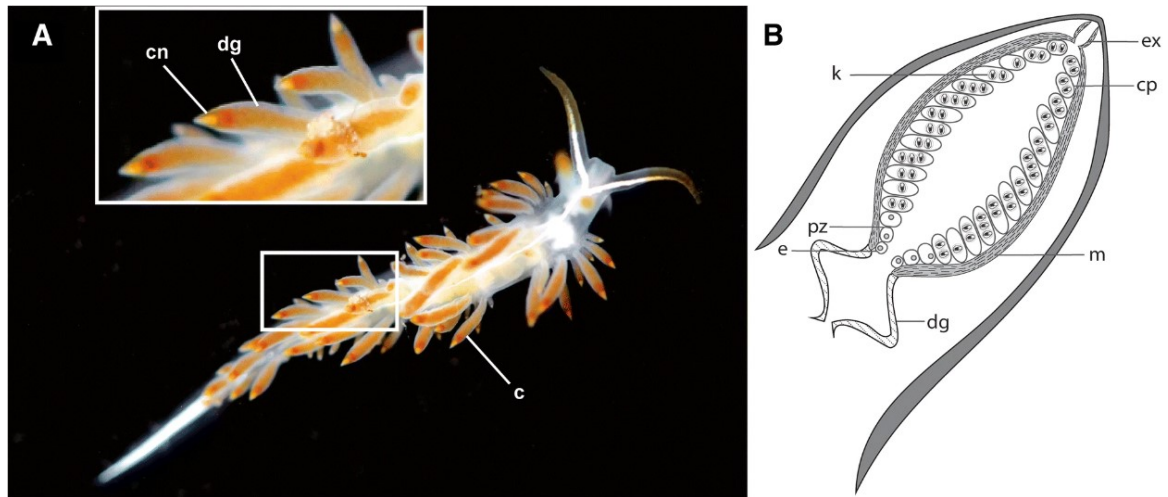
dispendio energetico. Questa alimentazione è resa possibile anche grazie all'efficienza dell'apparato buccale e alla presenza di ghiandole digestive specializzate.

Il sistema digestivo è composto dalle mascelle e dalla radula. Le mascelle vengono utilizzate per afferrare il cibo, la radula per raschiare i tessuti dal cibo e farli passare indietro nell'esofago. La *radula* è composta da una serie di file trasversali di denti chitinosi attaccati a una membrana basale. I denti radulari si dividono in diverse tipologie in quanto hanno una forma specifica in base alla dieta, il che può essere utile nella classificazione a livello di genere e famiglia (Burn, 2015; McDonald, and Nybakken 1981).



**Figura 3** Fotografia al SEM della radula di *Atagema gibba* Pruvot-Fol, 1951 (Almón et al., 2019)

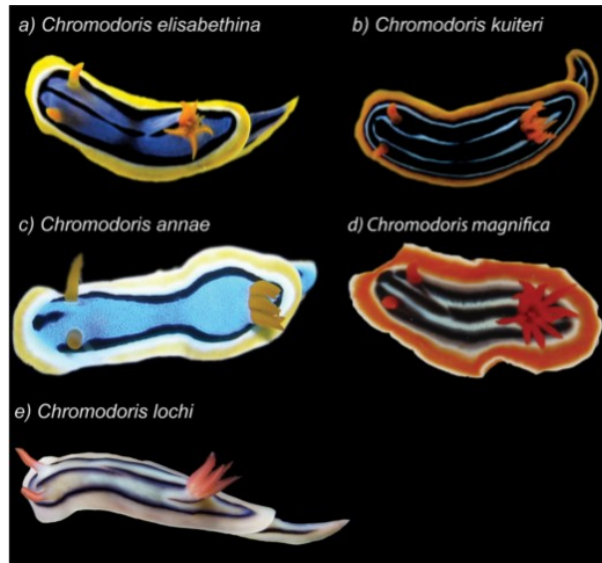
Eterobranchi, soprattutto della superfamiglia Aeolidioidea, sono in grado di ingerire, processare e immagazzinare le nematocisti negli cnidosacchi, situati sulla punta dei loro cerata, e utilizzarli come forme di difesa al momento opportuno (Martin et al., 2009).



**Figura 4** Morfologia dei cerata. a) Vista dorsale di *Coryphella trilineata* O'Donoghue, 1921, con dettaglio dei cerata, e b) schema generalizzato dello cnidosacco con le principali caratteristiche morfologiche. Abbreviazioni: c, cerata; cn, cnidosacco; cp, cnidofago, dg, ghiandola digestiva; e, ingresso (o canale ciliato in alcuni casi); ex, uscita (o poro in alcuni casi); k, cleptocnidi; m, muscolatura; pz, zona di proliferazione (Goodheart, 2018).

Un altro tipo di strategia di difesa riguarda le loro vivaci e appariscenti colorazioni che contraddistingue questo gruppo dagli altri animali. Le cosiddette colorazioni *aposemantiche* assumono così la valenza di “avvertimento”, per segnalare ai loro predatori un sapore molto sgradevole o la presenza di sostanze tossiche o velenose (Berget al., 2023).

Anche il *mimetismo mulleriano* è un altro tipo di difesa adottato da alcune specie di Eterobranchi che consiste nell’assumere colorazioni simili tra le specie aposematiche, in modo da diminuire la probabilità di essere predati (Cheney et al., 2016).



**Figura 5** Specie congeneriche con pattern cromatici ripetuti (Cheney et al., 2016)

Gli Eterobranchi sono ermafroditi simultanei, pertanto sviluppano contemporaneamente organi riproduttori maschili e femminili. L'accoppiamento tra specie ermafrodite può essere unilaterale (un partner agisce come maschio, l'altro come femmina) o reciproco (entrambi i partner agiscono sia come maschio che come femmina) (Ponder et al., 2020).

Gli organi riproduttivi sia maschili sia femminili si trovano sul lato destro del corpo ed entrambe le aperture si aprono all'interno di una camera comune chiamata atrio (Burn, 2015). Il corteggiamento inizia di solito con una lumaca che segue un potenziale partner, dopodiché entrambi gli animali iniziano a muoversi in cerchio dalla testa alla coda del partner (Haase and Karlsson, 2005). Questa fase di corteggiamento non sempre porta all'accoppiamento, anche se un animale può avvicinarsi ripetutamente all'altro. Dopo il contatto

iniziale, la copula avviene mediante i partner che si uniscono dal lato anteriore destro di ciascuno in modo tale che i loro atri genitali estroflessi entrino in contatto rilasciando le spermatofore (Haase and Karlsson, 2005). Pertanto, l'accoppiamento avviene con i due esemplari posti uno a fianco all'altro e in senso opposto.

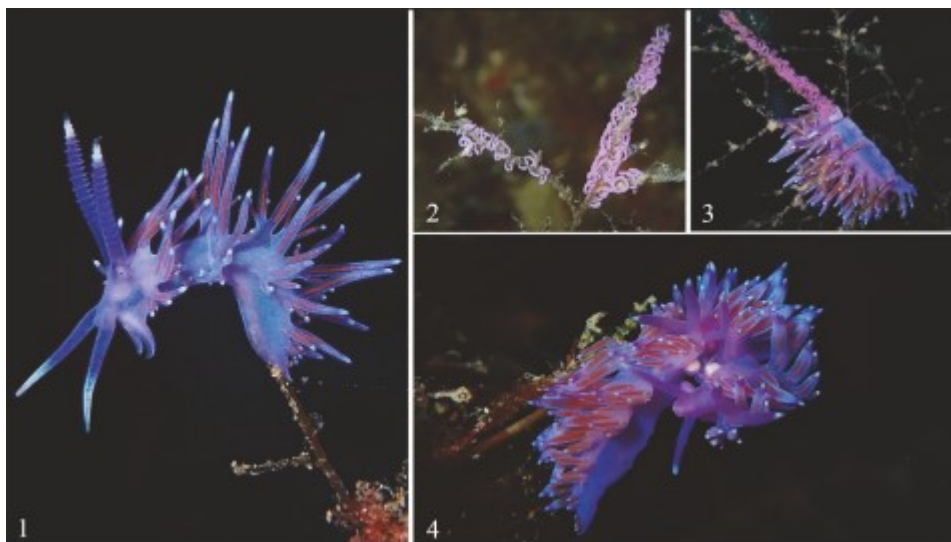


**Figura 6** Accoppiamento di due esemplari di *F. luteorosea* (Rapp, 1827) (iNaturalist)

Gli Eterobranchi sono ecologicamente legati alle loro prede sia dal punto di vista alimentare che comportamentale, poiché alcune specie depongono le uova sugli idroidi (Lombardo et al., 2020). Questa relazione stretta porta gli Eterobranchi a sviluppare una grande intimità con le loro prede e a vivere in un

home range ristretto (dai termini inglesi "home", «casa», e "range", «pascolo»). In etologia, l'home range rappresenta lo spazio vitale, ovvero l'area complessiva abitata da un individuo durante la sua vita (Clark, 1975). Le specie di cui si hanno maggiori evidenze sono *Flabellina affinis* (Gmelin, 1791) e *Cratena peregrina* (Gmelin, 1791) che depongono le uova su *Eudendrium* sp. (Lombardo and Marletta, 2020).

Le ovature sono una caratteristica distintiva di questo taxon. Sono filiformi o nastriformi e composte da numerose teche ovariche, unite da un nastro di muco a spirale, strettamente avvolto. Questo le rende utili per l'identificazione della specie (Ponder et al., 2020);



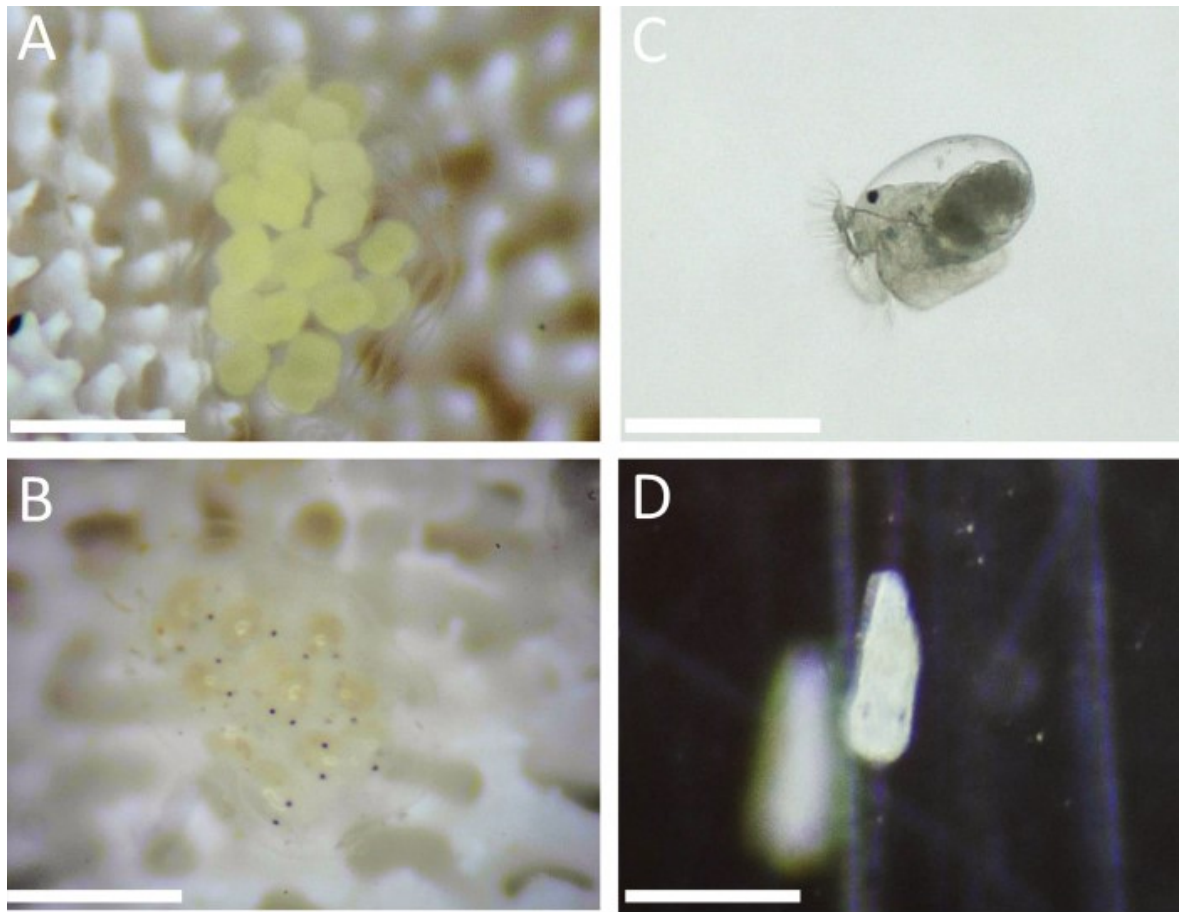
**Figura 7** 1. Vista laterale di un esemplare di *F. Affinis* 2. Uova di *F. affinis* su *Eudendrium* sp. 3. Esemplare di *F. Affinis* durante la deposizione delle uova su *Eudendrium* sp. 4. Due esemplari durante la riproduzione (Lombardo et al., 2020).



**Figura 8** 5. Vista laterale di un esemplare di *C. peregrina* 6. Uova di *C. peregrina* su *Eudendrium* sp. 7. Esemplare di *C. peregrina* durante la deposizione delle uova su *Eudendrium* sp. 8. due esemplari durante la riproduzione ( Lombardo et al 2020).

Alla schiusa delle uova, fuoriesce una larva conchigliata, detta *Veliger*, che trascorre un periodo di tempo nel plancton o può insediarsi immediatamente

sul substrato e metamorfosare subito dopo la schiusa (Grant et al., 1985).



**Figura 9** Sviluppo larvale di *Phestilla subodiosa* A. Wang, Conti-Jerpe, J. L. Richards & D. M. Baker, 2020 . **A.** massa d'uovo appena deposta **B.** embrioni in via di sviluppo nella massa uovo. **C.** larva veliger. **D.** giovanile dopo la metamorfosi. Barre di scala: A-B = 500  $\mu\text{m}$ ; C = 200  $\mu\text{m}$ ; D = 300  $\mu\text{m}$ . ( King Fung Yiu et al 2022).

Il periodo che intercorre tra il tempo trascorso nel plancton e l'insediamento sul substrato per metamorfosare è generalmente correlato dalla presenza e dall'abbondanza della preda di cui si nutrono (Aerts, 1994).

Gli Eterobranchi occupano la più ampia gamma di habitat di qualsiasi altro gruppo di gasteropodi (Ponder, 2020). Sono presenti in tutti i mari e oceani del pianeta, dalle acque temperate e miti fino alle regioni polari ed equatoriali. Vivono principalmente in acque salate, ma alcuni taxa si trovano anche in acque salmastre, a tutte le profondità. Tuttavia, la maggior parte degli individui si trova in acque poco profonde. Sono animali prevalentemente bentonici, che vivono adesi su substrati rocciosi e fangosi, con una preferenza per i substrati rocciosi. Prediligono aree con colonie di idroidi e spugne, di cui si nutrono voracemente (Canessa et al., 2021). Fanno eccezione gli Eterobranchi appartenenti al genere *Glaucus*, i quali conducono una vita pelagica, nutrendosi di cnidari pelagici, come *Velella* sp., *Porpita* sp. e *Physalia* sp. (Ponder, 2020). Ad oggi sono state classificate circa 6000 specie (Bouchet et al., 2017) di Eterobranchi in tutto il mondo e grazie all'avvento di approcci molecolari sempre più sofisticati, utilizzati per diagnosticare le specie, la tassonomia è in continuo cambiamento e revisione (Padula et al., 2016).

Tradizionalmente, l'identificazione delle specie nei gasteropodi Eterobranchi si basava prevalentemente sulla morfologia. Questo tipo di approccio, oggi, è stato superato grazie ai dati molecolari che hanno permesso di distinguere diversi aplotipi tra specie cromaticamente simili, supportando l'esistenza di un polimorfismo cromatico estremo, soprattutto nelle specie di Eterobranchi

cromatici, con implicazioni dirette per la tassonomia del gruppo e la sua diversità (Padula et al., 2016).

## **1.2 La Riviera del Conero ed i suoi Eterobranchi**

La Riviera del Conero è un tratto di costa del Mar Adriatico nordoccidentale che si estende per circa 20 km dal porto di Ancona fino a quello di Numana. Deve il suo nome al Monte Conero, un promontorio a strapiombo sul mare che fa parte dell'Appennino umbro-marchigiano e raggiunge i 572 m di altezza (Aringoli et al., 2014).

L'intera area è stata dichiarata Parco Regionale del Conero, istituito nel 1987, con un'estensione di circa 6011 ettari, suddivisi tra i comuni di Ancona (3183 ha), Sirolo (1250 ha), Numana (982 ha) e Camerano (595 ha). Comprende tre siti designati come Siti di Importanza Comunitaria (SIC) ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE): IT5320005 "Costa tra Ancona e Portonovo", IT5320006 "Portonovo e falesia calcarea a mare", e IT5320007 "Monte Conero".

Specie di particolare interesse in questo tratto di costa includono: foreste macroalgali di *Cystoseira sensu latu*, *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 , *Lithophaga lithophaga* (Linnaeus, 1758), *Cladocora caespitosa* (Linnaeus, 1767) , *Hippocampus guttulatus* Cuvier, 1829 .

Ad oggi, alcuni degli Habitat prioritari , rappresentati dalle dune costiere con *Juniperus* spp., le falesie con vegetazione delle coste mediterranee con

*Limonium* spp., formazioni di *Posidonia oceanica* ecc. presenti nell'area, considerati dalla Direttiva Habitat, non rientrano nei confini del Parco Regionale del Conero e quindi non rientrano nel Piano di Gestione.

La Riviera del Conero, grazie alle sue peculiari caratteristiche geomorfologiche e idrologiche, costituisce un ambiente marino di eccezionale biodiversità, oggetto di intensi studi scientifici (Di Camillo et al 2010; Betti 2011; Betti 2021; Riccardi et al 2022; Rindi et al 2020; Bellanti et al 2020; Bianchelli et al 2020). I fondali, caratterizzati da una profondità non superiore ai 14 metri e una struttura complessa, favoriscono la dispersione larvale e l'insediamento di specie (Di Camillo et al., 2010). Le acque eutrofiche della zona, influenzate principalmente dai nutrienti del fiume Po, sostengono una rete trofica complessa, caratterizzata da organismi sospensivori e filtratori quali spugne, policheti, bivalvi e coralli esacoralli. Questi assemblaggi sessili contribuiscono alla biodiversità locale, comprendendo anche specie di interesse commerciale come *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816), *Holothuria* (*Holothuria*) *tubulosa* Gmelin, 1791 , *tubulosa* e *Scyllarus arctus* (Linnaeus, 1758) (Mantas et al., 2023).

*Gli Eterobranchi del Conero*, di cui i nudibranchi risultano l'ordine più ricco di specie, rappresentano una porzione cospicua di animali che popolano le acque di questa Riviera. Il loro aspetto visivo variegato, sia nelle forme che nei colori, hanno reso globalmente questi molluschi marini molto popolari nella fotografia macro-subacquea (Witabora and Homan, 2021). Lo studio sulla diversità, sulla distribuzione e sulla stagionalità degli Eterobranchi, risulta essere poco approfondito, in quanto non abbiamo a disposizione un'elevata mole di dati raccolti secondo un criterio scientifico standardizzato (Igwenagu, 2016; Gacinovic, 2017); dalla letteratura sappiamo che nella Riviera del Conero sono state identificate 72 specie di Eterobranchi, risultato di un accurato lavoro di ricerca pubblicato nelle due edizioni del libro di Betti. Inoltre, sono stati registrati i primi tre ritrovamenti di Eterobranchi nelle pozze di marea del Passetto, descritti nel paper "Diversity and behavior of sea slugs (Heterobranchia) in the rocky tide pools of Conero Riviera (western Adriatic Sea)" (Riccardi et al., 2022).

A questi si sommano inoltre, siti online di fotografia subacquea gestiti da esperti subacquei che oltre ad informazioni fotografiche, raccolgono dati utili aggiungendo descrizioni dettagliate sull'ecologia di questi organismi. Tra i vari appassionati naturalisti e subacquei locali, un noto sito web, è quello del

subacqueo naturalista Marco Boncompagni (Nudibranchi – Fotografie, [marcoboncompagni.it](http://marcoboncompagni.it)), gestito proprio da lui.

Un aspetto rilevante evidenziato nei due manuali di Betti è che, nel tratto compreso da Ancona a Numana, gli Eterobranchi presentano una diversità elevata a livello di assemblaggio di specie. Questo pattern di diversità è raro nel resto del Mediterraneo e riflette i cambiamenti stagionali, legati principalmente alla temperatura dell'acqua, che rappresenta un fattore limitante anche per la distribuzione. Infatti, la temperatura influisce sui cicli vitali degli invertebrati bentonici e, di conseguenza, sulla disponibilità di risorse trofiche per gli Eterobranchi (Sisson, 2005). Nella Riviera del Conero, si osserva un'elevata escursione termica, con temperature che in inverno scendono a 4-5 gradi e in estate raggiungono i 28 gradi (Russo and Artegiani, 1996). Questo provoca un'alternanza tra specie ad affinità calda e specie ad affinità fredda (Betti et al., 2017).

*Cratena Peregrina* e *Flabellina affinis*, specie ad affinità calda, costituiscono la componente più abbondante degli Eterobranchi del Conero. (Betti, 2021). La loro abbondanza è strettamente legata alla presenza dell'idroide *Eudendrium racemosum* (Cavolini, 1795), la loro preda preferita (Toma et al., 2022). Queste

due specie raggiungono le massime densità lungo lo scoglio del Trave, nei pressi della Secca dell'Ospedale e degli Scogli delle Due Sorelle (Betti, 2021).

Solitamente, a causa dell'elevata eterogeneità dei fondali rocciosi e sabbiosi del Conero, molti Eterobranchi dell'ordine dei Nudibranchi si trovano nascosti sotto i ciottoli spogli. Tra questi le specie *Aeolidiella sanguinea* (Cocks, 1852) e *Spurilla neapolitana* (Delle Chiaje, 1841)

(Lombardo, 2021). Inoltre, i numerosi relitti navali presenti nei fondali del Conero, offrono un habitat sicuro, dove molte specie si insediano stabilmente, generando un ecosistema peculiare che ospita sia specie di fondo duro sia specie di fondo mobile tra queste i Cefalaspidei, di cui sono state censite quattro specie (Betti 2021).

#### L'habitat delle pozze di scogliera della spiaggia del Passetto

Lungo la Riviera del Conero, si trova la spiaggia urbana del Passetto. Situata a Nord-Ovest della città di Ancona, emerge come un'insenatura naturale e parzialmente riparata da rocce affioranti (Orfanidis et al., 2021; Bianchelli et al., 2023). Negli anni è stata sottoposta ad una crescente antropizzazione dovuta alla presenza di numerosi moli in cemento costruiti illegalmente dai pescatori locali e dall'installazione, nel 1956, di un ascensore pubblico che collega il

centro della città alla riva. Inoltre, la morfologia della costa è stata notevolmente modificata da interventi di ripascimento della spiaggia. Lungo la spiaggia del Passetto si trova un sistema semi-chiuso di pozze di marea che si formano in corrispondenza di due principali fessure rocciose che si estendono per  $750m^2$ , perpendicolari alla linea di costa (Cariccia, 2019). Le pozze rocciose di marea sono una caratteristica comune della zona intertidale rocciosa, dove si trovano condizioni estreme di temperatura, pH, salinità ecc. (Goss-Custard et al., 1979), risultando zone distinte all'interno dell'habitat, che variano rispetto alle aree adiacenti per quanto riguarda l'accessibilità e la qualità delle risorse (Nielsen, 2001).

Le pozze rocciose sono periodicamente sommerse durante l'alta marea ed emergono durante la bassa marea, talvolta rimanendo prive di flora e fauna. Questi fattori creano un microhabitat in cui diverse specie di flora e fauna si sono adattate a vivere. La composizione bentonica di queste pozze è influenzata dalle loro dimensioni, profondità, complessità topografica ed esposizione, che sono determinate sia dalla struttura della roccia che dai cicli di marea (Godinho et al 2010). In modo particolare le pozze di marea del Passetto sono caratterizzate da una biocenosi che varia a seconda della stagione, composta principalmente da specie macroalgali come *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje, 1829, *Corallinales* sp., *Ulva* sp. e *Cystoseira sensu latu*. La fauna

include cnidari come *Exaiptasia diaphana* (Rapp, 1829), crostacei e numerosi vertebrati e invertebrati marini (Rindi et al., 2020).

Tra gli Eterobranchi, la famiglia predominante è quella dei Facelinidae, seguita dalle famiglie Plakobanchidae e Limapontiidae (Riccardi et al., 2022). La famiglia Plakobanchidae è rappresentata principalmente dalla specie *Elysia viridis* (superordine Sacoglossa). Questa specie che predilige le acque fredde, è facilmente avvistabile in inverno, quando la temperatura dell'acqua si aggira intorno ai 10 gradi, su substrati di alghe verdi, soprattutto dei generi *Cladophora* sp., *Chaetomorpha* spp., *Ulva* sp., *Bryopsis* sp. e *Codium* sp. (Betti, 2021).

Questi ambienti semi-chiusi sono ideali per lo studio delle interazioni ecologiche e della biodiversità marina locale (Lombardo, 2021).

### **1.3 Scopo e obiettivi**

Nonostante gli Eterobranchi siano tra gli invertebrati marini più fotografati (Witabora and Homan, 2021), le informazioni sulla stagionalità e sulla distribuzione non sono esaustive, impedendo una piena comprensione del loro ciclo vitale e del loro *flowering time* (Geissler et al., 2023). L'osservazione subacquea degli Eterobranchi, attraverso il censimento visivo e la fotografia, può essere una metodologia non distruttiva per contribuire alla comprensione

della loro stagionalità e per trovare il legame tra i loro cicli vitali e quelli di altri organismi bentonici.

Il cambiamento climatico globale è un motore sempre più evidente dei cambiamenti biocenotici, che influenza la biodiversità e la composizione delle comunità marine (Post et al., 2009; Ekimova et al., 2019). L'insieme dei fattori sinergici che agiscono negativamente sulle prede degli Eterobranchi, di cui i maggiori rappresentanti sono le comunità bentoniche, potrebbe avere conseguenze anche su questi ultimi compromettendo la sincronizzazione dei cicli vitali preda/predatore. I predatori e le prede, infatti, spesso adattano i loro cicli vitali per sincronizzarsi reciprocamente, mantenendo così stabili le dinamiche di popolazione. Le interruzioni in questa sincronizzazione, causate da cambiamenti ambientali, possono portare a conseguenze ecologiche significative, come riduzione dei tassi di sopravvivenza e potenziale estinzione delle specie (Mougi, 2022).

In virtù di questo, è utile indagare se il gruppo degli Eterobranchi possa essere considerato un buon indicatore degli effetti che i cambiamenti climatici hanno sulle comunità bentoniche, attraverso uno studio su larga scala sulla distribuzione spaziale e sulla stagionalità. Purtroppo, le conoscenze generali su questo gruppo di organismi sono attualmente scarse (Furfaro et al., 2022); anche le informazioni sulla distribuzione e sulla stagionalità non sono

esaustive, a causa della mancanza di un metodo standardizzato per la raccolta dati.

Pertanto, gli obiettivi di questo lavoro sono: i) aumentare la conoscenza sulla tassonomia ed ecologia degli Eterobranchi marini del Mar Mediterraneo con focus sulla Riviera del Conero; ii) contribuire alla comprensione dei meccanismi che potrebbero interferire sulla sincronizzazione dei cicli vitali tra gli Eterobranchi e gli organismi che fungono da preda o da substrato/riparo.

L'area di studio, la Riviera del Conero, è stata scelta per la grande diversità di Eterobranchi che si possono osservare, anche a basse profondità (Betti, 2021).

Per realizzarlo, ho contribuito con:

- Creazione di una checklist con nomi di specie aggiornate (controllati sul *WORMS*) degli Eterobranchi presenti lungo la Riviera del Conero;
- ricostruzione della distribuzione spaziale e della stagionalità delle specie della Riviera del Conero attraverso i) letteratura, ii) *Citizen Science* (CS) iii) *Local Ecological Knowledge* (LEK), ii) visual census subacqueo nei siti di immersione e il visual census emerso negli habitat delle pozze di scogliera, iii) *Web Ecological Knowledge* (WEK);
- confronto della stagionalità tra i record della Riviera del Conero e quelli del Mar Mediterraneo;

- definire un sistema di raccolta dati continuativo per ottenere nuove registrazioni delle specie attraverso la *Citizen Science*, valorizzando gli habitat di interesse comunitario, tra cui le pozze di scogliera, come sistema accessibile a tutti per la raccolta dati.

## **2.MATERIALI E METODI**

### **2.1 Raccolta dati sulla distribuzione spaziale e sulla stagionalità degli Eterobranchi della Riviera del Conero**

Al fine di ottenere maggiori informazioni sulla distribuzione spaziale e sulla stagionalità degli Eterobranchi del Conero, sono stati registrati record attraverso il visual census subacqueo nei siti di immersione e il visual census emerso negli habitat delle pozze di scogliera.

In aggiunta, è stata effettuata un'accurata ricerca di record sia attraverso la letteratura e sia attraverso il World Wide Web (WWW). Tutte le informazioni ecologiche derivanti da foto, immagini e video, caricate da non esperti e contenute nel WWW, sfruttabili a fini scientifici vengono definite: *Web Ecological Knowledge* (WEK) (Di Camillo et al., 2018).

Esistono inoltre, piattaforme per la condivisione di dati che contengono una grande quantità di informazioni, aggiornate dai cittadini che fanno parte della *Citizen Scientists*. Queste piattaforme nascono con lo scopo di mettere in contatto migliaia di persone, attraverso la condivisione di osservazioni naturalistiche mediante foto e informazioni aggiuntive, diventando un vero e proprio laboratorio di apprendimento globale (Nugent, 2018).

Per ogni record, le informazioni raccolte sono state:

- Data e luogo del ritrovamento (con coordinate, se disponibili);

- il protocollo di campionamento (immersione subacquea ARA, censimento visivo fuori dall'acqua o snorkeling);
- Fonte (*Citizen Science, Local Ecological Knowledge* , letteratura, lavoro attuale o *Present Work, Web Ecological Knowledge*);
- Specie (con la sua classificazione tassonomica, come riportata su WoRMS);
- Profondità (in metri);
- Temperatura (espressa in gradi Celsius);
- Presenza o assenza di filamenti mucosi;
- Substrato (indicato con acronimi);
- Natura del substrato secondario (naturale o artificiale);
- Tipo di esposizione (se gli individui erano esposti o nascosti);
- Abbondanza.

Inoltre, a ogni record è stato assegnato un ID univoco e, ove possibile, è stata inclusa una fotografia. Tutti i dati sono stati raccolti in un foglio Excel, con ogni riga corrispondente a un record, per un totale di 58 categorie/record. La registrazione è iniziata il 13 dicembre 2023 ed è terminata il 30 aprile 2024. Successivamente, sono stati creati dei grafici per ogni parametro significativo. Il sistema di coordinate utilizzato è il WGS84 (World Geodetic System 1984, noto anche come EPSG:4326), e quelle che ne avevano uno diverso sono state

convertite. Quando le coordinate precise del record mancavano, sono state inserite le coordinate del sito di immersione.

Inoltre, sono stati raccolti dati inerenti al comportamento riproduttivo in corso mediante la registrazione di ovature presenti sugli idroidi con o senza idranti.

### ***2.1.1 Letteratura come fonte di dati***

Per la costruzione della checklist aggiornata delle specie di Eterobranchi, è stato utilizzato principalmente il manuale delle due edizioni di Federico Betti e il paper pubblicato con i primi 3 record registrati alle pozze di scogliera del Passetto ( Betti 2011, 2021; Riccardi et al., 2022); tutti i nomi scientifici delle specie, con le relative superfamiglie, famiglie ecc., sono stati controllati sul World Register of Marine Species (*WORMS*), il registro mondiale delle specie marine, supervisionato da esperti tassonomi e tematici, per verificare che fossero aggiornati e in caso contrario sono stati opportunamente modificati.

### ***2.1.2 World Wide Web come fonte di dati***

Lo stesso approccio appena descritto è stato utilizzato anche per raccogliere i record trovati sul web. Milioni di utenti pubblicano involontariamente informazioni sulla distribuzione delle specie marine nel World Wide Web

(WWW). La Web Ecological Knowledge (WEK) è costantemente alimentata dagli internauti e rappresenta un serbatoio di informazioni libero, aggiornabile e sfruttabile a lungo termine da parte della comunità scientifica (Di Camillo et al., 2018).

In questo lavoro, ho raccolto dati da alcune piattaforme che rientrano nella WEK, tra cui:

- Sito Web di *Marco Boncompagni*, un naturalista e subacqueo appassionato che condivide nel suo blog foto ed informazioni sull'ecologia e le abitudini delle specie osservate;
- Social Media, tra cui Instagram e Facebook, i più utilizzati in tutte le fasce d'età.

Pel la WEK, inoltre, sono state scaricate e salvate tutte le foto presenti e inserite in Excel utilizzando lo stesso formato come per le registrazioni dalla letteratura.

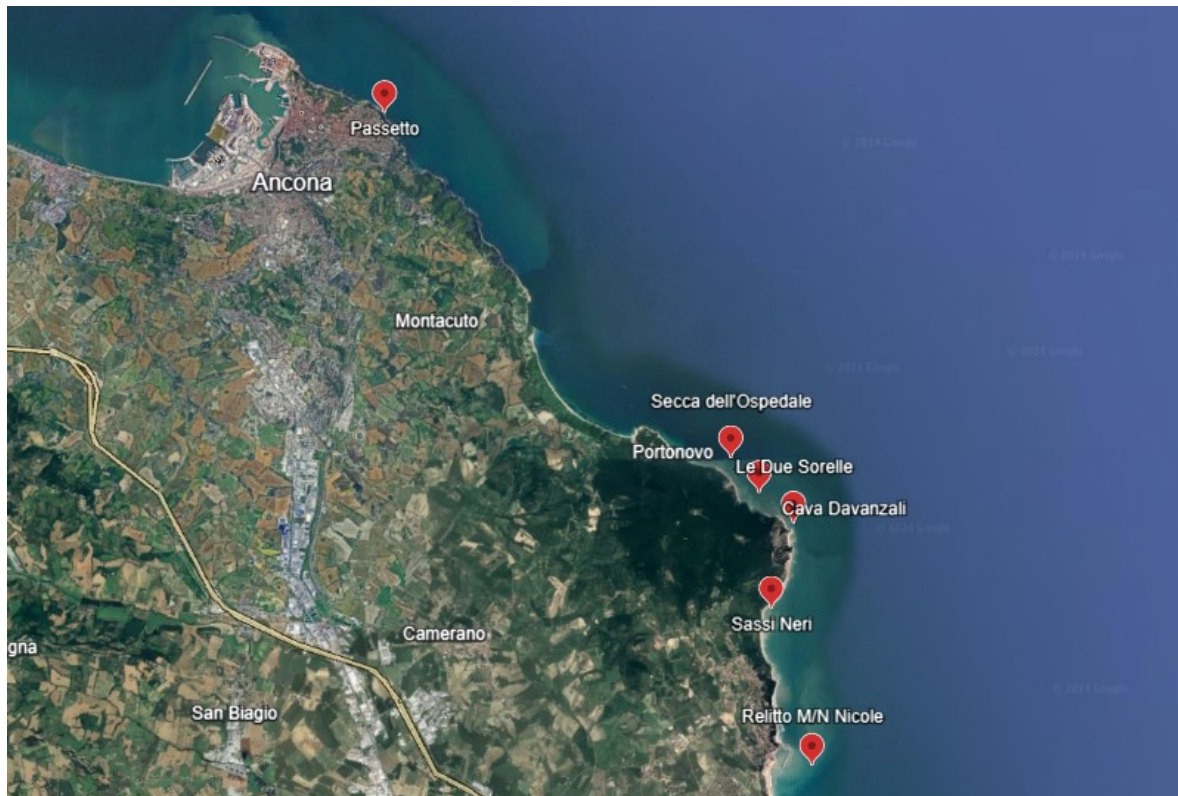
### ***2.2.1 Local Ecological Knowledge come fonte di dati***

La *Local Ecological Knowledge* (LEK), offre un'alternativa significativa ai sistemi di gestione delle risorse naturali imposti dall'alto. Essa si basa sull'esperienza e le pratiche delle comunità locali, spesso derivanti da secoli di interazione con l'ambiente circostante. Identificare correttamente gli esperti è

cruciale per sfruttare appieno il potenziale della LEK; questo richiede una collaborazione stretta tra scienziati, gestori delle risorse e comunità locali, al fine di migliorare la gestione ambientale e riconoscere il valore delle pratiche tradizionali.

In questo lavoro abbiamo raccolto dati basandoci sulle interviste di due esperti: Marco Boncompagni e Marco Giuliano: il primo è l'autore del sito web *Marco Boncompagni* già citato in precedenza; il secondo è un noto Master Instructor PADI del Centro Sub Monte Conero, un diving situato nella spiaggia di Numana (AN). Entrambi rappresentano delle fonti attendibili di conoscenza delle dinamiche marine, in quanto dedicano gran parte della propria vita alla scoperta del mondo marino, mediante la raccolta costante nel tempo di foto e di informazioni utili per il monitoraggio di specie. Spesso il numero esatto di record ricavati mediante le interviste non è preciso, quindi otteniamo intervalli di record. Per ciascun intervallo, abbiamo utilizzato il valore più alto per registrarlo nel nostro dataset.

#### ***2.1.4 Visual Census (subacqueo ed emerso alle pozze di scogliera)***

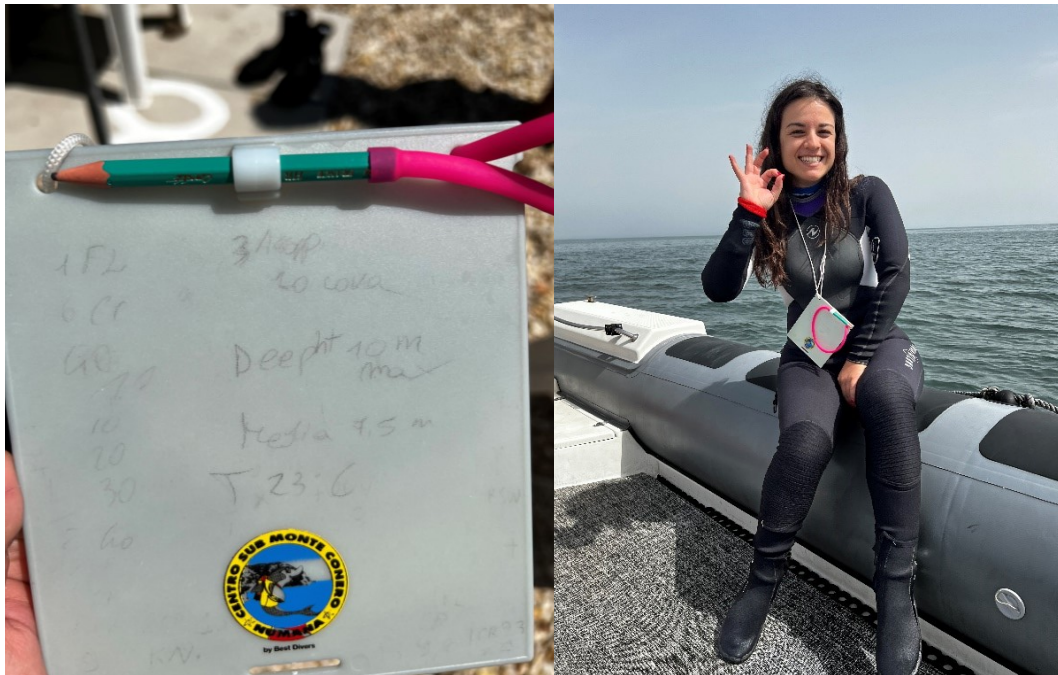


**Figura 10** Principali siti di campionamento della Riviera del Conero.

In questo lavoro ho raccolto i dati sulla distribuzione, sull'abbondanza, sull'ecologia e sulla stagionalità degli Eterobranchi, mediante il visual census subacqueo, con l'aiuto del Centro Sub Monte Conero, situato sulla spiaggia di Numana (AN). Il visual census è avvenuto nel periodo compreso dal 17 giugno al 17 luglio 2023, in 5 siti d'immersione, con due repliche per ciascun sito.

Le 10 immersioni sono state tutte standardizzate, con la durata di un'ora per ciascun sito di immersione; la temperatura, la profondità e la durata

dell'immersione sono state monitorate mediante l'utilizzo di un computer subacqueo. Tutti i record sono stati trascritti in una lavagnetta subacquea.



**Figura 11** Lavagnetta subacquea utilizzata durante il visual census subacqueo.

I siti d'immersione comprendono:

- *Relitto M/N Nicole* (43,50744 N, 13,63287 E), una nave da carico affondata nel 2003, su un fondale fangoso a circa 14 metri di profondità, 2 miglia al largo da Numana;

- *Scogli delle Due Sorelle* (43,548825 N, 13,628522 E), alle pendici del Monte Conero, chiamato così per via dei due faraglioni gemelli che emergono dal mare che se visti da Nord, somigliano a due suore poste in preghiera. Sul fondo, a 10 metri di profondità, risiedono i resti di una nave mercantile, affondata nel 1962, la M/N Potho.
- *Secca dell'ospedale* (43,560017 N, 13,613717 E), si trova a pochi metri prima dello scoglio della Vela e all'inizio della baia di Portonovo, caratterizzata da una morfologia differente rispetto agli altri siti della zona, con enormi massi accatastati gli uni agli altri e la presenza di grotte di modeste dimensioni;
- *Cava Davanzali* (43,554043 N, 13,620391 E), prende il suo nome dal titolare della cava, Cesare Davanzali (1895-1958). E' situata in un'insenatura poco dopo le Due Sorelle ed è caratterizzata da un enorme franata di rocce che dalla spiaggia arriva sino a 12 metri di profondità, da dove poi parte una distesa sabbiosa.
- *Sassi Neri* (43,534303 N, 13,623298 E), affacciano davanti la spiaggia del comune di Sirolo, caratterizzato da grandi massi scuri, da cui prende il nome.

I record raccolti dai cinque siti di immersione sono stati poi sommati a quelli registrati da due colleghi tra il 2021 e il 2023 in altri siti di campionamento, tra

cui: Scoglio del Trave, La Spiaggiola, Scoglio della Vela, Spiaggia del Frate, Ramona, Spiaggia della Vedova, 4 Grotte e Scalaccia, per un totale di 15 siti. Tutti questi record sono stati raggruppati nel *Present Work* (lavoro attuale) e inseriti in Excel insieme ai dati provenienti da altre fonti.

Trasversalmente ho raccolto i record sulla distribuzione spaziale, sulla stagionalità, sull'abbondanza e sull'ecologia degli Eterobranchi, alle pozze di scogliera del Passetto (43.618947 N, 13.531880 E). Per ragioni pratiche abbiamo suddiviso il Passetto, in Passetto (pozze) e Passetto (non pozze), per poter distinguere gli habitat. Il visual census emerso, avvenuto nel periodo compreso dal 2 febbraio al 31 maggio 2023 e a febbraio 2024, è stato ugualmente standardizzato alla durata di un'ora, come per il visual census subacqueo.

Prima di effettuare il censimento, per facilitare l'attività, è stato controllato il livello di marea su siti internet opportuni (MeteoPesca.com), in quanto l'attività aveva luogo mezz'ora prima del picco di bassa marea. È stato utilizzato un termometro per misurare la temperatura dell'acqua all'interno della pozza, e molti record sono stati registrati mediante visual census fotografico tramite l'utilizzo di una fotocamera (iPhone 13Promax, 12 MP).



**Figura 12** Foto durante il visual census emerso alle pozze di scogliera. Nella prima immagine si vede la misurazione della T dell'acqua, nella seconda si osserva la specie *Amphorina. farrani* (Alder & Hancock, 1844) sull'alga bruna all'interno della pozza.

Tutti i record con le relative informazioni sono stati aggiunti al file Excel come per le altre fonti.

### ***2.1.5 Citizen Science come fonte di dati***

Un cittadino scienziato è un volontario che raccoglie dati per un'indagine scientifica. I progetti che coinvolgono questi cittadini sono in forte crescita, soprattutto nei campi dell'ecologia e delle scienze ambientali, sebbene le radici

della *Citizen Science* risalgano agli inizi della scienza moderna stessa (Silvertown, 2009). La scienza deve molto del suo sviluppo all'impegno civico (Finke, 2014), in cui i cittadini scienziati si limitano a raccogliere dati che vengono poi utilizzati dalla comunità scientifica. L'avvento dell'era tecnologica e lo sviluppo di Internet hanno facilitato la condivisione dei dati su vasta scala tramite grandi piattaforme online, contribuendo notevolmente all'espansione della *Citizen Science*.

In questo lavoro ho raccolto i record sulla distribuzione spaziale e sulla stagionalità pubblicati dai cittadini scienziati su *iNaturalist*. È stato utilizzato lo stesso criterio di raccolta dati per la WEK in cui sono state salvate anche le foto pubblicate e inserite opportunamente su Excel.

*iNaturalist* è una piattaforma online e un'applicazione mobile che consente agli utenti di registrare e condividere osservazioni di organismi viventi. Gli utenti possono caricare foto e informazioni sulle specie incontrate, contribuendo a un database globale di biodiversità. La piattaforma sfrutta la collaborazione tra volontari ed esperti per identificare le specie osservate e per convalidare le identificazioni proposte dai volontari (Matheson, 2014). *iNaturalist* è diventata una risorsa preziosa per la ricerca scientifica, la conservazione della biodiversità e l'educazione ambientale. Grazie alla sua ampia comunità di utenti

e alle sue funzionalità tecnologiche avanzate, facilita la raccolta di dati su scala globale e promuove una maggiore consapevolezza ambientale tra il pubblico.

| File multimediali                                                                 | Nome                                            | Utente                                                                                           | Osservata                | Luogo                                           | Aggiunte                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|
|  | <i>Elysia viridis</i><br>Livello ricerca 2      |  maria_riccardi | 15 feb 2023<br>15:20 CET | 📍 Via Panoramica, 8, 60123<br>Ancona AN, Italia | 25 set 2023<br>12:17 CET |
|  | <i>Amphorina farrani</i><br>Livello ricerca 2   |  maria_riccardi | 22 mar 2023<br>18:36 CET | 📍 Via Panoramica, 8, 60123<br>Ancona AN, Italia | 25 set 2023<br>12:15 CET |
|  | <i>Elysia viridis</i><br>Livello ricerca 2      |  maria_riccardi | 4 feb 2023<br>15:55 CET  | 📍 Via Panoramica, 8, 60123<br>Ancona AN, Italia | 25 set 2023<br>12:09 CET |
|  | <i>Amphorina farrani</i><br>Livello ricerca 2 1 |  maria_riccardi | 2 feb 2023<br>16:16 CET  | 📍 Ancona AN, Italia                             | 22 set 2023<br>18:31 CET |

**Figura 13** Esempio di alcune osservazioni personali degli Eterobranchi presenti nelle pozze di scogliera del Passetto caricate su *iNaturalist*.

## 2.2. Raccolta dati sulla distribuzione spaziale e sulla stagionalità degli Eterobranchi della Riviera del Conero presenti nel bacino Mediterraneo

Al fine di confrontare la stagionalità degli Eterobranchi della check-list del Conero nel resto del Mar Mediterraneo, ho raccolto dati dalle stesse fonti utilizzate per la Riviera del Conero: letteratura, *Citizen Scienze*, *Web Ecological Knowledge*.

Dalla letteratura è stata effettuata un'accurata ricerca riguardo la distribuzione spaziale e la stagionalità di tutte le specie di Eterobranchi della Riviera del Conero. In totale sono stati utilizzati 26 articoli scientifici, cercati su Google

Scholar usando le seguenti parole chiave: “Seasonality” and “Heterobranch in Mediterranean Sea” and “Nudibranch” and “Reproduction” and “Eggs”.

Tutte le informazioni sono state aggiunte in Excel con la stessa modalità utilizzata per le altre fonti.

### 3. RISULTATI

In totale sono stati raccolti 2177 record di cui 1536 sono solo record registrati nella Riviera del Conero attraverso: *Present work*, mediante visual census subacqueo ed emerso (alle pozze di scogliera), per un totale di 41 immersioni e 8 *coastal survey* (n= 819 records); *Web Ecological Knowledge* (WEK), *Citizen Science* (CS), *Local Ecological Knowledge* (LEK) e letteratura (F. Betti, G. Furfaro, ecc.).

| Fonti              | N° di records |
|--------------------|---------------|
| CS                 | 227           |
| LEK                | 260           |
| Literature         | 47            |
| Present work       | 819           |
| WEK                | 183           |
| Totale complessivo | 1536          |

Mediante i record ottenuti dalle diverse fonti e in modo particolare dalla letteratura, di cui predisponiamo la principale conoscenza grazie al manuale di Betti e il paper di Riccardi, è stato possibile costruire la check-list degli Eterobranchi presenti nella Riviera del Conero. In totale ci sono 92 specie raggruppate in 18 superfamiglie, per ogni specie è stato segnato il Genere, la

Famiglia, la Superfamiglia, il Subordine, l'Ordine, il Superordine, la Subterclasse, l'Infraclasse, la Subclasse e la Classe.

Nella tabella 1 sono segnate le superfamiglie con le relative specie.

| <b>Superfamiglie</b> | <b>Specie</b>                   | <b>Superfamiglie</b> | <b>Specie</b>               |
|----------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Aeolidiella alderi</i>       | <b>Fionoidea</b>     | <i>Amphorina</i> sp.        |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Aeolidiella sanguinea</i>    | <b>Fionoidea</b>     | <i>Amphorina andra</i>      |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Berghia coerulescens</i>     | <b>Fionoidea</b>     | <i>Amphorina farrani</i>    |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Berghia verrucicornis</i>    | <b>Fionoidea</b>     | <i>Amphorina linensis</i>   |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Calmella cavolini</i>        | <b>Fionoidea</b>     | <i>Calma glaucoides</i>     |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Cratena peregrina</i>        | <b>Fionoidea</b>     | <i>Catriona aurantia</i>    |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Edmundsella pedata</i>       | <b>Fionoidea</b>     | <i>Coryphella lineata</i>   |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Facelina annulicornis</i>    | <b>Fionoidea</b>     | <i>Cuthona</i> sp.          |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Facelina auriculata</i>      | <b>Fionoidea</b>     | <i>Eubbranchus tricolor</i> |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Facelina bostoniensis</i>    | <b>Fionoidea</b>     | <i>Eubbranchus vittatus</i> |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Facelina dubia</i>           | <b>Fionoidea</b>     | <i>Tergipes tergipes</i>    |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Facelina rubrovittata</i>    | <b>Fionoidea</b>     | <i>Trinchesia caerulea</i>  |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Facelina vicina</i>          | <b>Fionoidea</b>     | <i>Trinchesia cuanensis</i> |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Favorinus branchialis</i>    | <b>Fionoidea</b>     | <i>Trinchesia diljuvia</i>  |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Flabellina affinis</i>       | <b>Fionoidea</b>     | <i>Trinchesia genovae</i>   |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Nemesignis banyulensis</i>   | <b>Fionoidea</b>     | <i>Trinchesia morrowae</i>  |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Paraflabellina ischitana</i> | <b>Haminocoeidea</b> | <i>Haloa japonica</i>       |
| <b>Aeolidioidea</b>  | <i>Spurilla neapolitana</i>     | <b>Haminocoeidea</b> | <i>Haminoea navicula</i>    |

|                         |                               |                         |                                    |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| <b>Akeroidea</b>        | <i>Akera bullata</i>          | <b>Onchidoridoidea</b>  | <i>Idaliadoris depressa</i>        |
| <b>Aplysioidea</b>      | <i>Aplysia fasciata</i>       | <b>Onchidoridoidea</b>  | <i>Idaliadoris neapolitana</i>     |
| <b>Aplysioidea</b>      | <i>Aplysia punctata</i>       | <b>Onchidoridoidea</b>  | <i>Okenia elegans</i>              |
| <b>Aplysioidea</b>      | <i>Bursatella leachii</i>     | <b>Onchidoridoidea</b>  | <i>Okenia mediterranea</i>         |
| <b>Arminoidea</b>       | <i>Armina tigrina</i>         | <b>Onchidoridoidea</b>  | <i>Pelagella castanea</i>          |
| <b>Chromodoridoidea</b> | <i>Felimare gasconi</i>       | <b>Onchidoridoidea</b>  | <i>Trapania lineata</i>            |
| <b>Chromodoridoidea</b> | <i>Felimare picta</i>         | <b>Onchidoridoidea</b>  | <i>Trapania maculata</i>           |
| <b>Chromodoridoidea</b> | <i>Felimare tricolor</i>      | <b>Philinoidea</b>      | <i>Philine quadripartita</i>       |
| <b>Chromodoridoidea</b> | <i>Felimare villafranca</i>   | <b>Philinoidea</b>      | <i>Philinopsis depicta</i>         |
| <b>Chromodoridoidea</b> | <i>Felimida krohni</i>        | <b>Phyllidioidea</b>    | <i>Dendrodoris limbata</i>         |
| <b>Chromodoridoidea</b> | <i>Felimida luteorosea</i>    | <b>Plakobranchoidea</b> | <i>Calliopaea bellula</i>          |
| <b>Chromodoridoidea</b> | <i>Felimida purpurea</i>      | <b>Plakobranchoidea</b> | <i>Elysia viridis</i>              |
| <b>Dendronotoidea</b>   | <i>Doto cervicenigra</i>      | <b>Plakobranchoidea</b> | <i>Ercolania viridis</i>           |
| <b>Dendronotoidea</b>   | <i>Doto coronata</i>          | <b>Plakobranchoidea</b> | <i>Limapontia capitata</i>         |
| <b>Dendronotoidea</b>   | <i>Tethys fimbria</i>         | <b>Plakobranchoidea</b> | <i>Placida dendritica</i>          |
| <b>Doridoidea</b>       | <i>Baptodoris cinnabarina</i> | <b>Plakobranchoidea</b> | <i>Placida viridis</i>             |
| <b>Doridoidea</b>       | <i>Discodoris rosi</i>        | <b>Plakobranchoidea</b> | <i>Thuridilla hopei</i>            |
| <b>Doridoidea</b>       | <i>Discodoris stellifera</i>  | <b>Pleurobrancoidea</b> | <i>Berthella perforata</i>         |
| <b>Doridoidea</b>       | <i>Doris bertheloti</i>       | <b>Pleurobrancoidea</b> | <i>Berthellina edwardsii</i>       |
| <b>Doridoidea</b>       | <i>Doris ocelligera</i>       | <b>Pleurobrancoidea</b> | <i>Pleurehdera stellata</i>        |
| <b>Doridoidea</b>       | <i>Doris pseudoargus</i>      | <b>Pleurobrancoidea</b> | <i>Pleurobranchaea meckeli</i>     |
| <b>Doridoidea</b>       | <i>Jorunna tomentosa</i>      | <b>Pleurobrancoidea</b> | <i>Pleurobranchus membranaceus</i> |
| <b>Doridoidea</b>       | <i>Paradoris indecora</i>     | <b>Polyceroidea</b>     | <i>Limacia clavigera</i>           |
| <b>Doridoidea</b>       | <i>Platydoris argo</i>        | <b>Polyceroidea</b>     | <i>Palio nothus</i>                |
| <b>Doridoidea</b>       | <i>Rostanga rubra</i>         | <b>Polyceroidea</b>     | <i>Polycera quadrilineata</i>      |

|                   |                             |                      |                                 |
|-------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------------------|
| <b>Doridoidea</b> | <i>Thordisa<br/>azmanii</i> | <b>Proctonoidea</b>  | <i>Antiopella<br/>cristata</i>  |
| <b>Doridoidea</b> | <i>Thordisa<br/>fili</i>    | <b>Tritonioidea</b>  | <i>Candiella cincta</i>         |
|                   |                             | <b>Tritonioidea</b>  | <i>Candiella<br/>manicata</i>   |
|                   |                             | <b>Tritonioidea</b>  | <i>Marionia<br/>blainvillea</i> |
|                   |                             | <b>Umbraculoidea</b> | <i>Tylodina<br/>perversa</i>    |

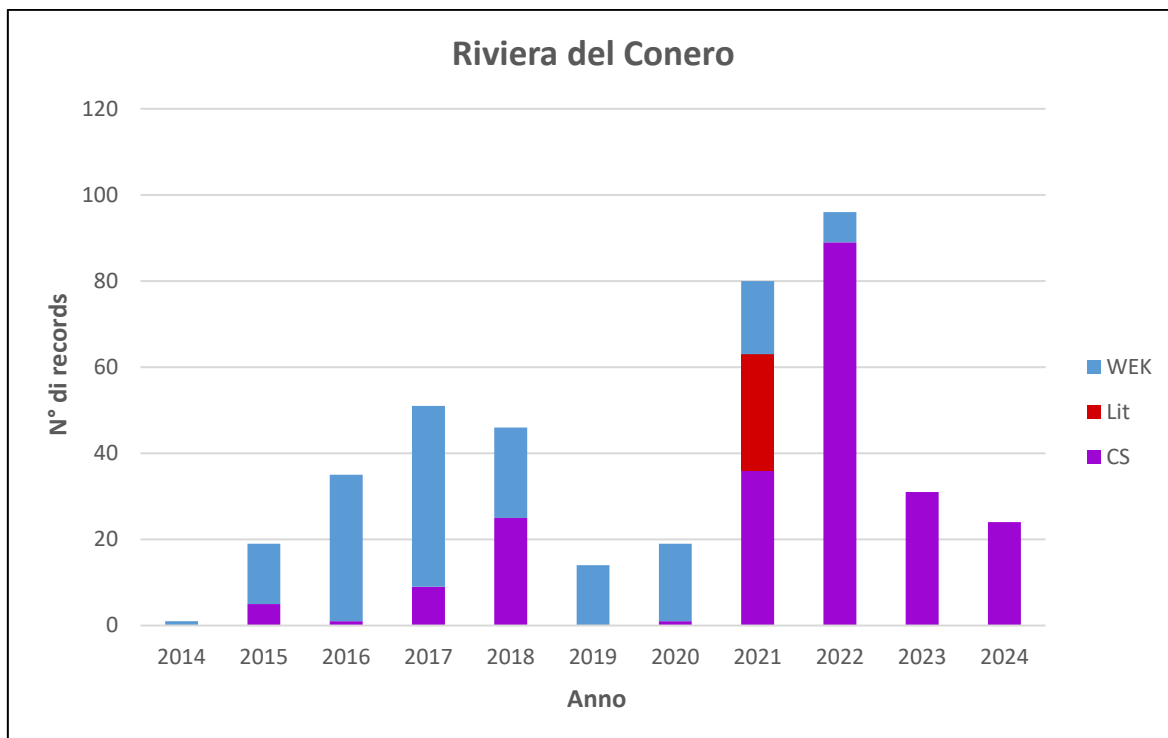
**Tabella 1.** Check-list degli Eterobranchi della Riviera del Conero.

### 3.1 Analisi dei dati sulla distribuzione spaziale e sulla stagionalità degli Eterobranchi della Riviera del Conero

#### Analisi del contributo delle diverse fonti alla raccolta dati negli anni

Sono stati raccolti, escluso il Present work, 716 record dalla *Web Ecological Knowledge*, *Citizen Science*, *Local Ecological Knowledge* e dalla letteratura. I record che riportano l'anno sono 416.

Questi record coprono un intervallo temporale dal 2014 al 2024. Per ciascun anno è stato analizzato il numero di records trovati, insieme al contributo percentuale delle diverse fonti, come illustrato nell'istogramma sottostante.



**Figura 14.** Istogramma del numero di records negli anni, con il contributo di ciascuna fonte

#### Analisi della distribuzione e della stagionalità delle superfamiglie

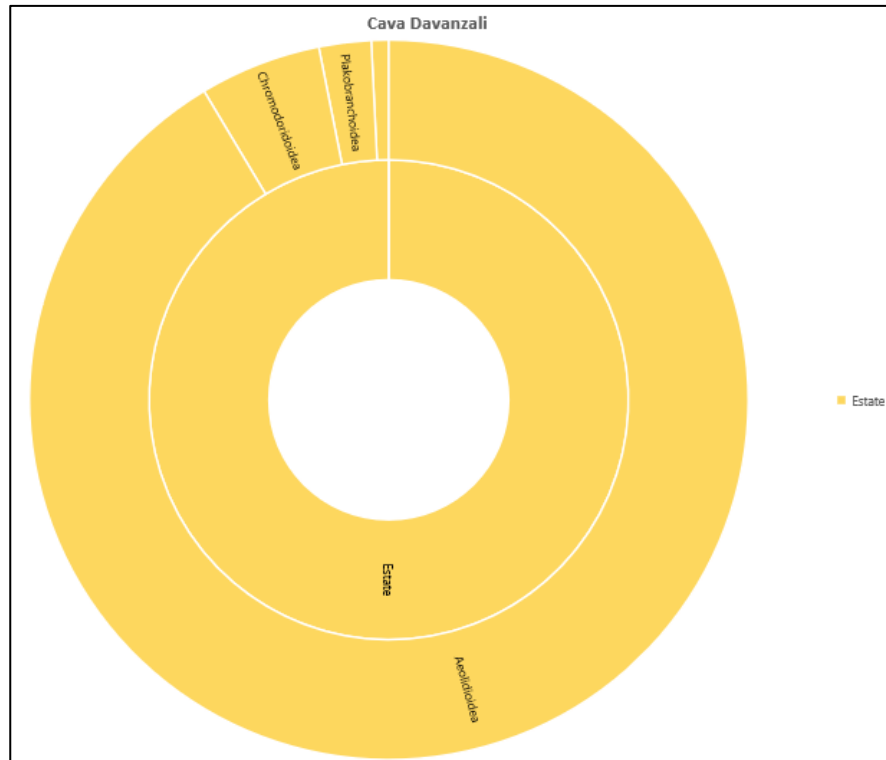
Nel Present work sono stati raccolti 819 records di cui 747 records in immersione e 72 records per il *coastal survey* alle pozze di scogliera.

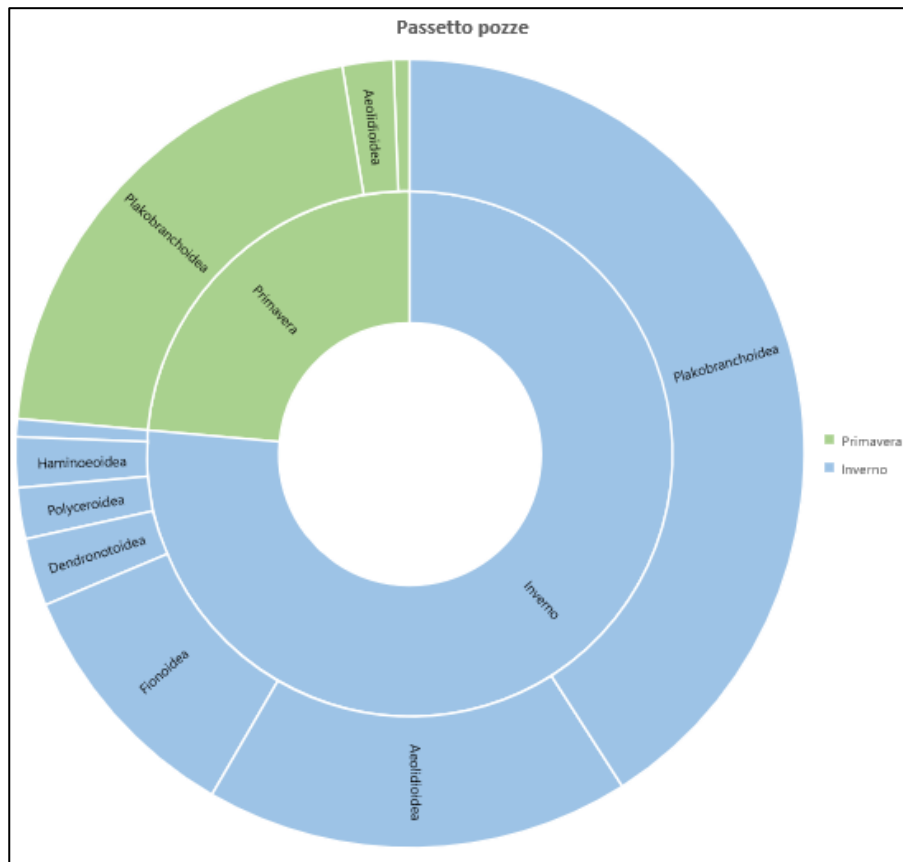
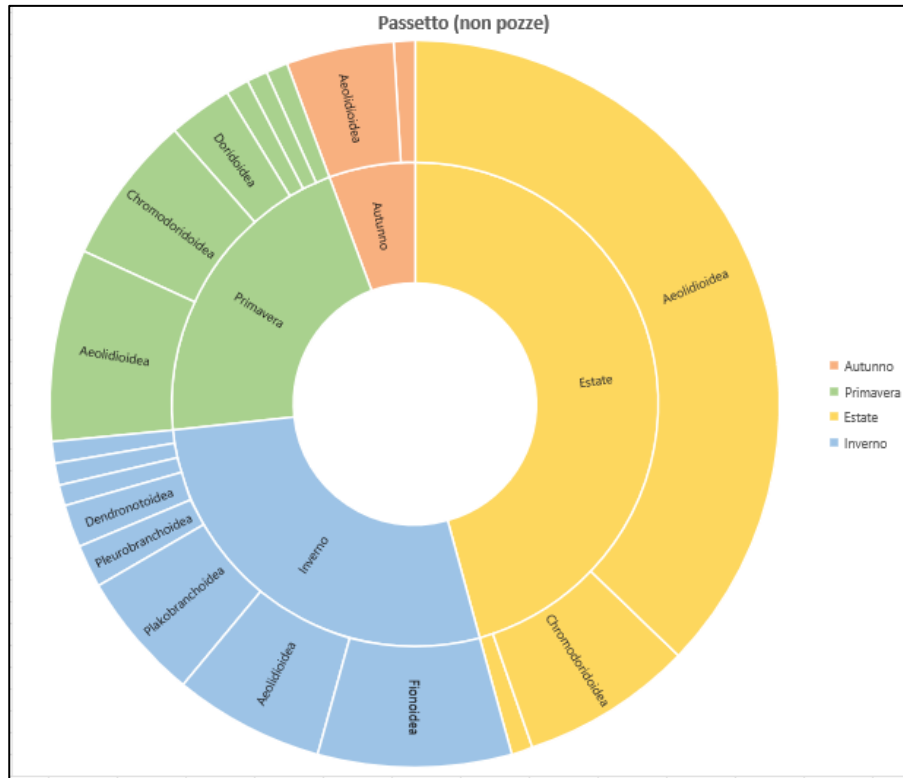
E' stata analizzata la distribuzione spaziale e la stagionalità delle superfamiglie degli Eterobranchi in tutti i siti di campionamento della Riviera del Conero (Figura 15). In totale i siti sono 15 ed è stata effettuata la medesima analisi per i singoli siti con n° di records >100 (grafici a seguire).

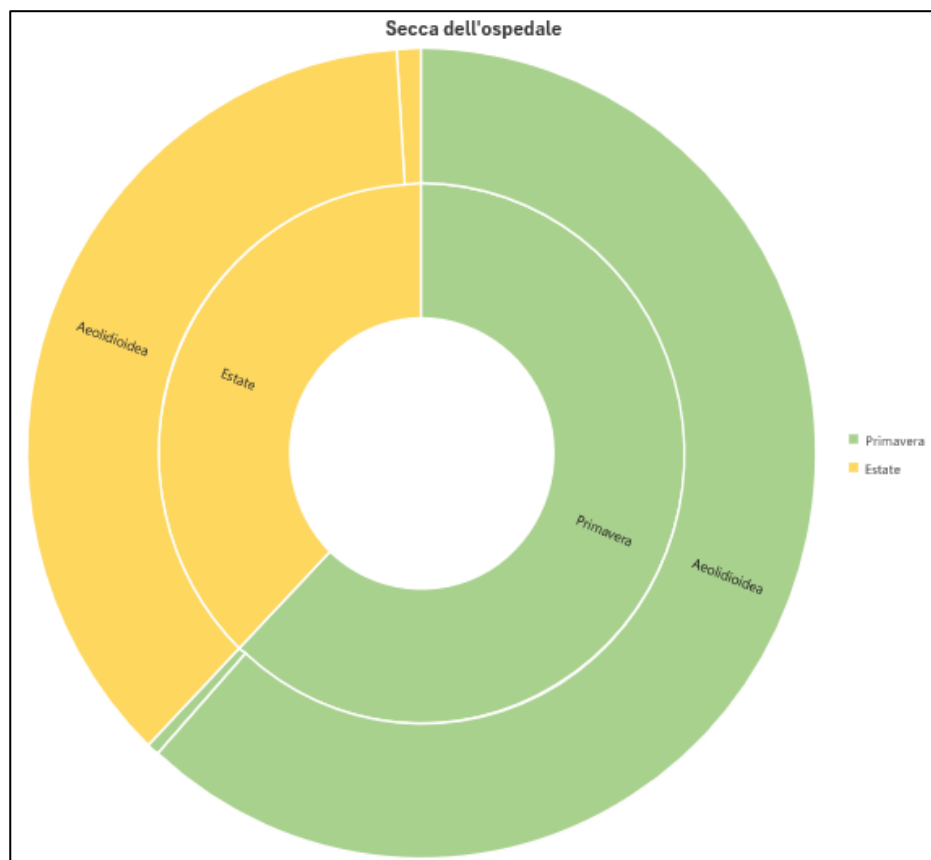
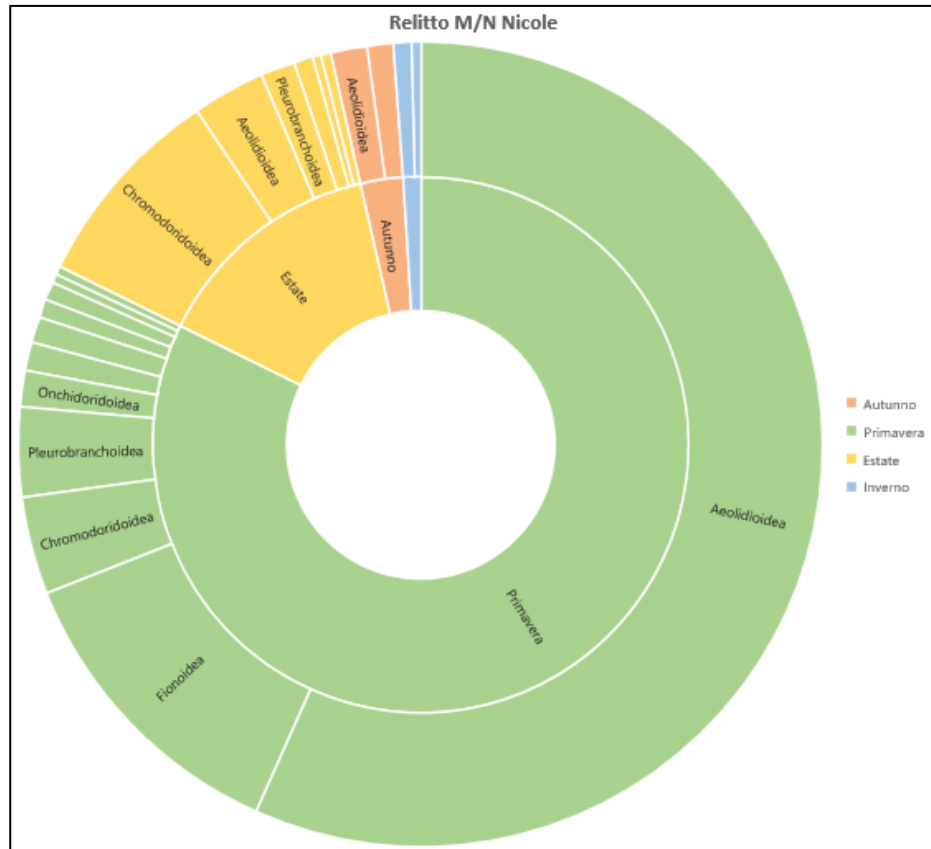


**Figura 15.** Frequenza relativa delle superfamiglie (torta esterna) in ogni stagione (torta interna) in tutti i siti di campionamento della Riviera del Conero. Il piccolo istogramma in alto rappresenta il contributo di ciascuna fonte. I grafici sottostanti sottolineano la frequenza relativa delle superfamiglie per ogni sito di campionamento della Riviera del Conero. I codici utilizzati sono i seguenti:

- Siti: 4G = Quattro Grotte; CD = Cava Davanzali; DS = Le Due Sorelle; FR= Spiaggia del Frate; NIC = Relitto M/N Nicole; PST = Passetto (no tide pools); PSTp = Passetto (pools); RAM = Ramona; SCL = Scalaccia; SO = Secca dell'Ospedale; SN = Sassi Neri; SP = La Spiaggiola; SV = Scoglio della Vela; TR = Scoglio del Trave; VED = Scoglio della Vedova.
- Stagioni: Inverno (gennaio, febbraio, marzo); Primavera (aprile, maggio, giugno); Estate (luglio, agosto, settembre); Autunno (ottobre, novembre, dicembre).
- Fonti: CS = Citizen Science; LEK = Local Ecological Knowledge; Lit = Literature; PW = Present work; WEK = Web Ecological Knowledge





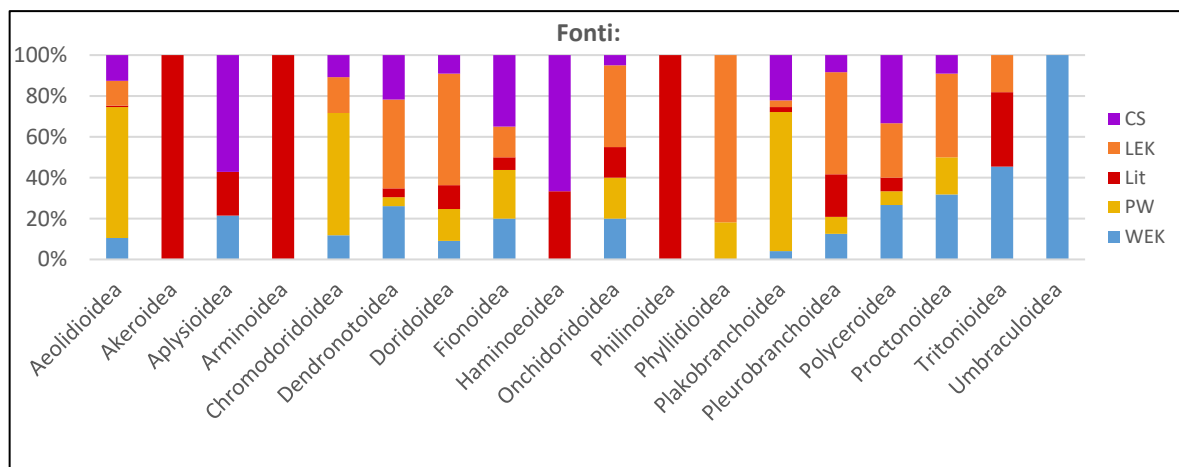


Sempre inerente alla stagionalità degli Eterobranchi del Conero, sono stati raccolti record di individui con la presenza di ovature. È stata creata un'infografica colorimetrica (Tabella 2), per evidenziare la stagionalità delle superfamiglie nei 12 mesi dell'anno in base ai record ottenuti dalle fonti citate in precedenza. Per distinguere i record con ovature e i record senza ovature, sono stati utilizzati colori e trame differenti. Le specie di cui si ha il record (sia di individui con e senza ovature) ma non la stagionalità (non è registrato il mese o la stagione del record) sono state segnate con un asterisco.

| Check-list del Conero | Gennaio | Febbraio | Marzo | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre | Ottobre | Novembre | Dicembre |
|-----------------------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| Aeolidioidea          |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Akeroidea             |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Aplysioidea           |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Arminoidea*           |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Chromodoridoidea      |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Dendronotoidea        |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Doridoidea            |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Fionoidea             |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Haminoeidea           |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Onchidoridoidea       |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Philinoidea           |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Phyllidioidea         |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Plakobranchoidea      |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Pleurobrancoidea      |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Polyceroidea          |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Proctonoidea          |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Tritonioidea          |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Umbraculoidea         |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |

**Legenda:**

|  |                   |
|--|-------------------|
|  | Record senza uova |
|  | Record con uova   |



**Tabella 2.** Infografica sulla stagionalità delle superfamiglie degli Eterobranchi del Conero.

In basso è segnata la legenda e l'istogramma con il contributo di ciascuna fonte per ogni record.

\*Record senza stagionalità

Nella tabella 3 invece sono state segnate con una “x” tutti i record inerenti alla sola presenza (no ovature) delle specie con le relative superfamiglie presenti nelle 4 stagioni.

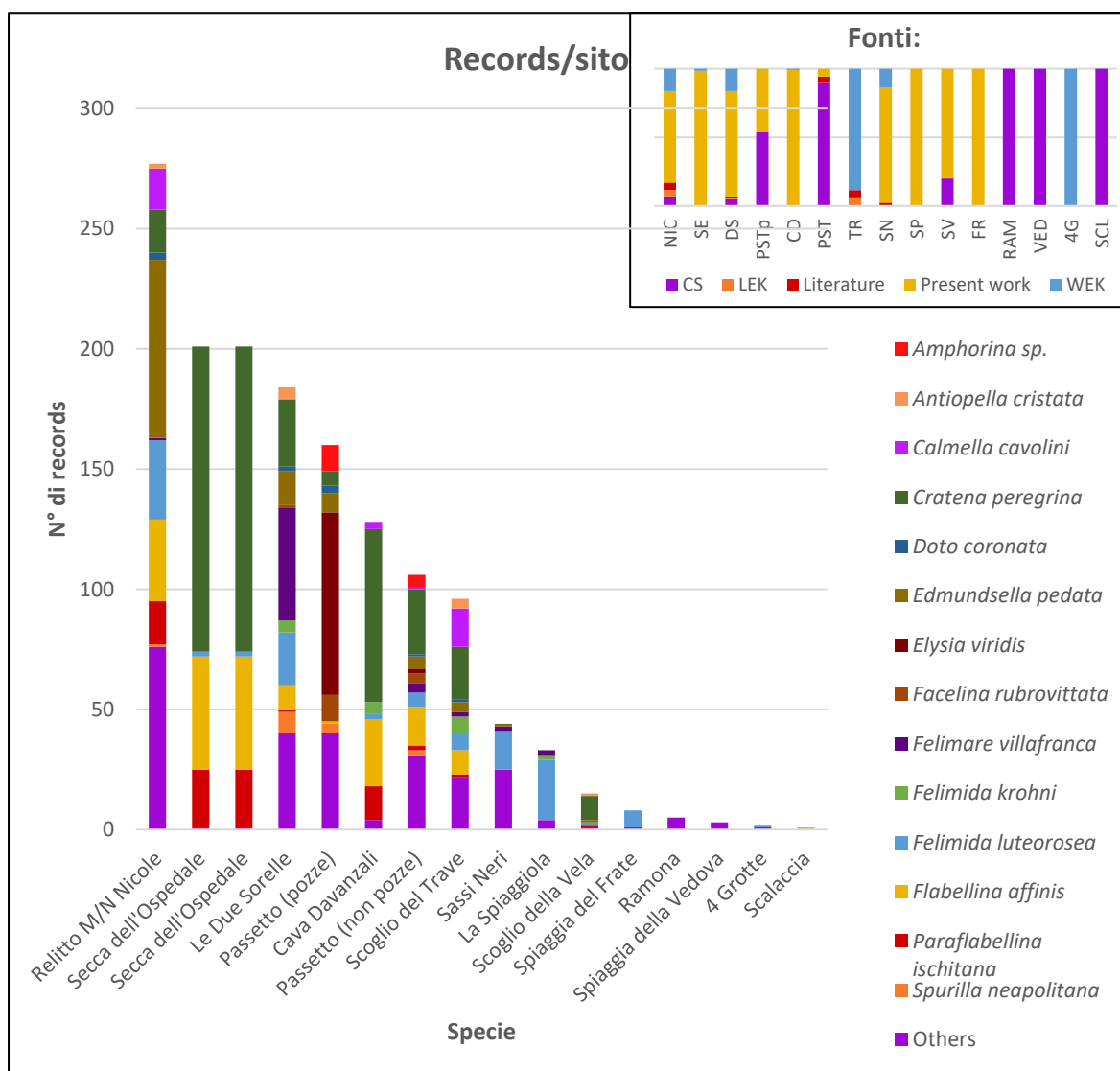
| <b>Check-list Riviera del Conero</b> | <b>Inverno</b> | <b>Primavera</b> | <b>Estate</b> | <b>Autunno</b> |
|--------------------------------------|----------------|------------------|---------------|----------------|
| <b>Aeolidioidea</b>                  | <b>X</b>       | <b>X</b>         | <b>X</b>      | <b>X</b>       |
| <i>Aeolidiella alderi</i>            | X              | X                | X             | X              |
| <i>Aeolidiella sanguinea*</i>        |                |                  |               |                |
| <i>Berghia coerulescens*</i>         |                |                  |               |                |
| <i>Berghia verrucicornis</i>         |                | X                |               |                |
| <i>Calmella cavolini</i>             | X              | X                | X             | X              |
| <i>Cratena peregrina</i>             | X              | X                | X             | X              |
| <i>Edmundsella pedata</i>            | X              | X                | X             | X              |
| <i>Facelina annulicornis</i>         |                |                  | X             |                |
| <i>Facelina auriculata</i>           |                | X                |               |                |
| <i>Facelina bostoniensis</i>         |                | X                |               |                |
| <i>Facelina dubia</i>                |                | X                |               |                |
| <i>Facelina rubrovittata</i>         | X              | X                |               |                |
| <i>Facelina vicina</i>               | X              |                  |               |                |
| <i>Favorinus branchialis</i>         | X              | X                |               |                |
| <i>Flabellina affinis</i>            | X              | X                | X             | X              |
| <i>Nemesignis banyulensis</i>        |                | X                | X             |                |
| <i>Paraflabellina ischitana</i>      |                | X                | X             |                |
| <i>Spurilla neapolitana</i>          | X              | X                | X             |                |
| <b>Akeroidea</b>                     |                | <b>X</b>         | <b>X</b>      |                |
| <i>Akera bullata</i>                 |                | X                | X             |                |
| <b>Aplysioidea</b>                   |                | <b>X</b>         | <b>X</b>      |                |
| <i>Aplysia fasciata</i>              |                |                  | X             |                |
| <i>Aplysia punctata</i>              |                |                  | X             |                |
| <i>Bursatella leachii</i>            |                | X                |               |                |
| <b>Arminoidea*</b>                   |                |                  |               |                |
| <i>Armina tigrina</i>                |                |                  |               |                |
| <b>Chromodoridoidea</b>              | <b>X</b>       | <b>X</b>         | <b>X</b>      | <b>X</b>       |
| <i>Felimare gasconi</i>              |                | X                | X             |                |
| <i>Felimare picta</i>                |                |                  | X             |                |
| <i>Felimare tricolor</i>             |                | X                | X             |                |
| <i>Felimare villafranca</i>          | X              | X                | X             |                |
| <i>Felimida krohni</i>               |                | X                | X             |                |
| <i>Felimida luteorosea</i>           | X              | X                | X             | X              |
| <i>Felimida purpurea</i>             |                | X                | X             |                |
| <b>Dendronotoidea</b>                | <b>X</b>       | <b>X</b>         |               |                |
| <i>Doto cervicenigra</i>             | X              |                  |               |                |
| <i>Doto coronata</i>                 | X              | X                |               |                |
| <i>Tethys fimbria</i>                | X              |                  |               |                |
| <b>Doridoidea</b>                    | <b>X</b>       | <b>X</b>         | <b>X</b>      |                |
| <i>Baptodoris cinnabarina</i>        |                |                  | X             |                |
| <i>Discodoris rosi</i>               |                | X                | X             |                |
| <i>Discodoris stellifera</i>         |                | X                | X             |                |
| <i>Doris bertheloti</i>              |                | X                | X             |                |
| <i>Doris ocelligera*</i>             |                |                  |               |                |
| <i>Doris pseudoargus</i>             |                | X                | X             |                |
| <i>Jorunna tomentosa</i>             | X              | X                | X             |                |
| <i>Paradoris indecora</i>            | X              | X                | X             |                |
| <i>Platydorid argo</i>               |                |                  | X             |                |
| <i>Rostanga rubra</i>                |                | X                | X             |                |
| <i>Thordisa azmanii</i>              |                | X                | X             |                |
| <i>Thordisa filix</i>                |                | X                | X             |                |
| <b>Fionoidea</b>                     | <b>X</b>       | <b>X</b>         |               |                |
| <i>Amphorina andra</i>               | X              | X                |               |                |
| <i>Amphorina farrani</i>             | X              |                  |               |                |
| <i>Amphorina linensis</i>            | X              | X                |               |                |

|                                    |   |   |   |   |
|------------------------------------|---|---|---|---|
| <i>Amphorina</i> sp.               | X | X |   |   |
| <i>Calma glaucoides</i>            | X | X |   |   |
| <i>Catriona aurantia</i>           | X | X |   |   |
| <i>Coryphella lineata</i>          | X | X |   |   |
| <i>Cuthona</i> sp.                 | X |   |   |   |
| <i>Eubranchius tricolor</i>        |   | X |   |   |
| <i>Eubranchius vittatus</i>        | X | X |   |   |
| <i>Tergipes tergipes</i>           |   | X |   |   |
| <i>Trinchesia caerulea</i>         |   | X |   |   |
| <i>Trinchesia cuanensis</i>        | X |   |   |   |
| <i>Trinchesia diljuvia</i>         | X | X |   |   |
| <i>Trinchesia genovae</i>          | X | X |   |   |
| <i>Trinchesia morrowae</i>         |   | X |   |   |
| <b>Haminocoeidea</b>               |   | X |   |   |
| <i>Haloa japonica</i> *            |   |   |   |   |
| <i>Haminoea navicula</i>           |   | X |   |   |
| <b>Onchidoridoidea</b>             |   | X | X |   |
| <i>Idaliadoris depressa</i>        |   |   | X |   |
| <i>Idaliadoris neapolitana</i>     |   | X | X |   |
| <i>Okenia elegans</i>              |   | X |   |   |
| <i>Okenia mediterranea</i>         |   | X |   |   |
| <i>Pelagella castanea</i>          |   | X |   |   |
| <i>Trapania lineata</i> *          |   |   |   |   |
| <i>Trapania maculata</i>           |   | X |   |   |
| <b>Philinoidea</b>                 |   | X | X |   |
| <i>Philine quadripartita</i>       |   | X |   |   |
| <i>Philinopsis depicta</i>         |   |   | X |   |
| <b>Phyllidioidea</b>               |   | X | X |   |
| <i>Dendrodoris limbata</i>         |   | X | X |   |
| <b>Plakobranchoidea</b>            | X | X | X |   |
| <i>Calliopaea bellula</i>          | X | X |   |   |
| <i>Elysia viridis</i>              | X | X |   |   |
| <i>Ercolania viridis</i>           | X |   |   |   |
| <i>Limapontia capitata</i>         | X | X |   |   |
| <i>Placida dendritica</i>          | X |   |   |   |
| <i>Placida viridis</i>             | X | X |   |   |
| <i>Thuridilla hopei</i>            |   | X | X |   |
| <b>Pleurobrancoidea</b>            | X | X | X | X |
| <i>Berthella perforata</i>         | X | X |   | X |
| <i>Berthellina edwardsii</i>       |   | X | X |   |
| <i>Pleurehdera stellata</i>        |   | X | X |   |
| <i>Pleurobranchaea meckeli</i>     |   | X |   |   |
| <i>Pleurobranchus membranaceus</i> |   |   | X |   |
| <b>Polyceroidea</b>                | X | X |   |   |
| <i>Limacia clavigera</i>           | X |   |   |   |
| <i>Polycera quadrilineata</i>      | X | X |   |   |
| <b>Proctonoidea</b>                | X | X |   |   |
| <i>Antiopella cristata</i>         | X | X |   |   |
| <b>Tritonioidea</b>                | X | X | X |   |
| <i>Candiella cincta</i>            |   | X | X |   |
| <i>Candiella manicata</i>          | X | X |   |   |
| <i>Marionia blainvillea</i> *      |   |   |   |   |
| <b>Umbraculoidea</b>               |   |   | X |   |
| <i>Tylodina perversa</i>           |   |   | X |   |

**Tabella 3.** Stagionalità delle specie nella Riviera del Conero con le relative superfamiglie.

\*Record senza stagionalità

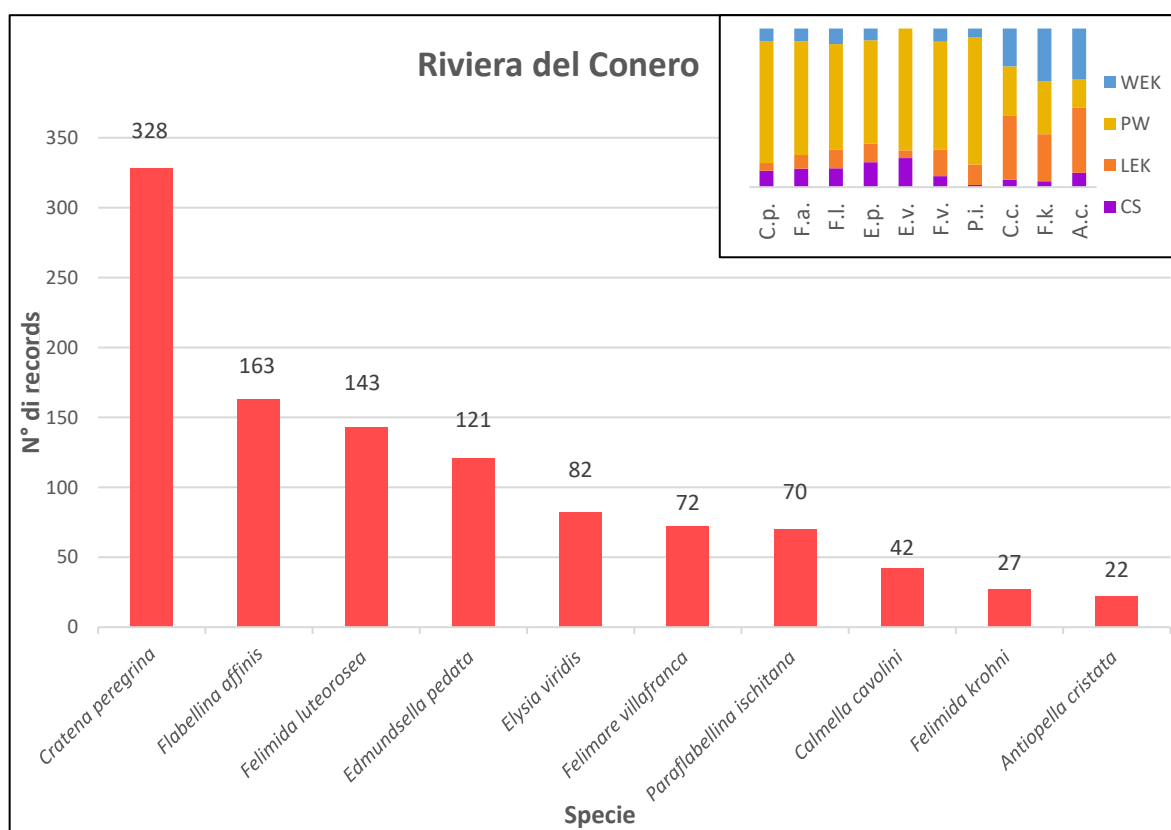
Inoltre, è stata analizzata la diversità a livello di specie in tutti i siti di campionamento della Riviera del Conero come mostrato nell'istogramma sottostante. Le specie con n° di records < 20 sono state raggruppate nella categoria “others”.



**Figura 16** N° di records delle specie per ciascun sito della Riviera del Conero. L'istogramma in alto mostra il contributo di ciascuna fonte per ogni sito.

### Analisi delle specie con n° di records frequenti

Sono state effettuate analisi sulle dieci specie con numero maggiore di records registrati dalla *Web Ecological Knowledge*, *Present work*, *Local Ecological Knowledge*, *Citizen Science* e Letteratura.



**Figura 17.** Istogramma delle 10 specie con n° maggiore di records nella Riviera del Conero.

L'istogramma in alto rappresenta il contributo delle fonti per ciascuna specie.

### Analisi comparativa tra le specie presenti nelle pozze di scogliera e nei siti di immersione

Sono stati raccolti i record di presenza e assenza delle specie nei siti di immersione, considerati in questo studio e nelle pozze di scogliera del Passetto (tabella 4). Inoltre, viene mostrata una legenda con le corrispondenti trame colorimetriche, e le specie esclusive di ciascun habitat sono state ulteriormente evidenziate mediante l'uso dell'asterisco (vedi in fondo). Per distinguere le specie esclusive da quelle comuni alle due categorie considerate, sono state calcolate le percentuali delle specie esclusive e la percentuale di corrispondenza delle specie tra i siti di immersione della Riviera del Conero e le pozze di scogliera del Passetto, come mostrato nella tabella in fondo.

| Specie della Riviera del Conero | Presenza |
|---------------------------------|----------|
| <i>Amphorina</i> sp.            |          |
| <i>Amphorina andra</i> **       |          |
| <i>Amphorina farrani</i> *      |          |
| <i>Amphorina linensis</i>       |          |
| <i>Berthella perforata</i> **   |          |
| <i>Calmella cavolini</i> **     |          |
| <i>Calliopea bellula</i> **     |          |
| <i>Cratena peregrina</i>        |          |
| <i>Cuthona</i> sp.*             |          |
| <i>Doto</i> sp.**               |          |
| <i>Doto cervicenigra</i> *      |          |
| <i>Doto coronata</i>            |          |
| <i>Edmundsella pedata</i>       |          |
| <i>Elysia viridis</i>           |          |
| <i>Ercolania viridis</i>        |          |

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <i>Eubbranchus vittatus</i> **     |  |
| <i>Facelina rubrovittata</i>       |  |
| <i>Facelina vicina</i> **          |  |
| <i>Favorinus branchialis</i>       |  |
| <i>Felimare gasconi</i> **         |  |
| <i>Felimare tricolor</i> **        |  |
| <i>Felimare villafranca</i> **     |  |
| <i>Felimida luteorosea</i> **      |  |
| <i>Flabellina affinis</i>          |  |
| <i>Haminoea</i> sp.                |  |
| <i>Idaliadoris neapolitana</i> **  |  |
| <i>Jorunna tomentosa</i>           |  |
| <i>Limapontia capitata</i> **      |  |
| <i>Paradoris indecora</i> **       |  |
| <i>Paraflabellina ischitana</i> ** |  |
| <i>Placida dendritica</i>          |  |
| <i>Placida viridis</i> **          |  |
| <i>Polycera quadrilineata</i>      |  |
| <i>Spurilla neapolitana</i>        |  |
| <i>Thordisa azmanii</i>            |  |
| <i>Trinchesia</i> sp. **           |  |
| <i>Trinchesia cuanensis</i> **     |  |
| <i>Trinchesia diljuvia</i> **      |  |
| <i>Trinchesia genovae</i> **       |  |

| Legenda: | Presenza          |
|----------|-------------------|
|          | Riviera non pozze |
|          | Pozze             |
|          | Entrambi          |

| Specie Riviera del Conero | Esclusive | Corrispondenza |
|---------------------------|-----------|----------------|
| <b>Non pozze</b>          | 79%       | 17%            |
| <b>Pozze</b>              | 3%        |                |

**Tabella 4.** Confronto tra le specie della check-list della Riviera del Conero presenti nei siti di immersione e quelle delle pozze di scogliera del Passetto.

\*Specie esclusive delle pozze

\*\*Specie esclusive della Riviera non pozze

La stessa analisi è stata effettuata nel sito del Passetto tra habitat di pozze e non pozze (tabella 5).

| Specie della Riviera del Conero | Presenza |
|---------------------------------|----------|
| <i>Aeolidiella alderi</i> **    |          |
| <i>Aeolidiella sanguinea</i> ** |          |
| <i>Akera bullata</i> **         |          |
| <i>Amphorina</i> sp.            |          |
| <i>Amphorina andra</i> **       |          |
| <i>Amphorina farrani</i> *      |          |
| <i>Amphorina linensis</i>       |          |
| <i>Antiopella cristata</i> **   |          |
| <i>Aplysia</i> sp. **           |          |
| <i>Aplysia fasciata</i> **      |          |
| <i>Aplysia punctata</i> **      |          |
| <i>Armina tigrina</i> **        |          |
| <i>Berghia coerulescens</i> **  |          |
| <i>Berghia verrucicornis</i> ** |          |
| <i>Berthella</i> sp. **         |          |
| <i>Berthella perforata</i> **   |          |
| <i>Berthellina edwardsii</i> ** |          |
| <i>Bursatella leachii</i> **    |          |
| <i>Calliopaea bellula</i> **    |          |
| <i>Calma glaucoides</i> **      |          |
| <i>Calmella cavolini</i> **     |          |
| <i>Candiella cincta</i> **      |          |
| <i>Candiella manicata</i> **    |          |
| <i>Catriona aurantia</i> **     |          |
| <i>Coryphella lineata</i> **    |          |
| <i>Cratena peregrina</i>        |          |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <i>Cuthona sp.*</i>               |  |
| <i>Dendrodoris limbata**</i>      |  |
| <i>Discodoris rosi**</i>          |  |
| <i>Discodoris stellifera**</i>    |  |
| <i>Doris bertheloti**</i>         |  |
| <i>Doris ocelligera**</i>         |  |
| <i>Doto sp.**</i>                 |  |
| <i>Doto cervicenigra*</i>         |  |
| <i>Doto coronata</i>              |  |
| <i>Edmundsella pedata</i>         |  |
| <i>Elysia viridis</i>             |  |
| <i>Ercolania viridis</i>          |  |
| <i>Eubbranchus tricolor**</i>     |  |
| <i>Eubbranchus vittatus**</i>     |  |
| <i>Facelina annulicornis**</i>    |  |
| <i>Facelina auriculata**</i>      |  |
| <i>Facelina bostoniensis**</i>    |  |
| <i>Facelina rubrovittata</i>      |  |
| <i>Facelina vicina**</i>          |  |
| <i>Favorinus branchialis</i>      |  |
| <i>Felimare gasconi**</i>         |  |
| <i>Felimare picta**</i>           |  |
| <i>Felimare tricolor**</i>        |  |
| <i>Felimare villafranca**</i>     |  |
| <i>Felimida krohni**</i>          |  |
| <i>Felimida luteorosea**</i>      |  |
| <i>Felimida purpurea**</i>        |  |
| <i>Flabellina affinis</i>         |  |
| <i>Haloa japonica**</i>           |  |
| <i>Haminoea navicula**</i>        |  |
| <i>Haminoea sp.</i>               |  |
| <i>Idaliadoris depressa**</i>     |  |
| <i>Idaliadoris neapolitana**</i>  |  |
| <i>Jorunna tomentosa</i>          |  |
| <i>Limacia clavigera**</i>        |  |
| <i>Limapontia capitata**</i>      |  |
| <i>Marionia blainvillea**</i>     |  |
| <i>Nemesignis banyulensis**</i>   |  |
| <i>Okenia elegans**</i>           |  |
| <i>Okenia mediterranea**</i>      |  |
| <i>Paradoris indecora**</i>       |  |
| <i>Paraflabellina ischitana**</i> |  |
| <i>Pelagella castanea**</i>       |  |
| <i>Philine quadripartita**</i>    |  |
| <i>Philinopsis depicta**</i>      |  |
| <i>Placida dendritica</i>         |  |
| <i>Platydoris argo**</i>          |  |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <i>Pleurehdera stellata</i> **    |  |
| <i>Pleurobranchaea meckeli</i> ** |  |
| <i>Polycera quadrilineata</i>     |  |
| <i>Rostanga rubra</i> **          |  |
| <i>Spurilla neapolitana</i>       |  |
| <i>Tergipes tergipes</i> **       |  |
| <i>Tethys fimbria</i> **          |  |
| <i>Thordisa azmanii</i>           |  |
| <i>Thordisa filix</i> **          |  |
| <i>Thuridilla hopei</i> **        |  |
| <i>Trapania lineata</i> **        |  |
| <i>Trapania maculata</i> **       |  |
| <i>Trinchesia sp.</i> **          |  |
| <i>Trinchesia caerulea</i> **     |  |
| <i>Trinchesia cuanensis</i> **    |  |
| <i>Trinchesia diljuvia</i> **     |  |
| <i>Trinchesia genovae</i> **      |  |
| <i>Trinchesia morrowae</i> **     |  |
| <i>Tylodina perversa</i> **       |  |

| Legenda: | Presenza           |
|----------|--------------------|
|          | Passetto non pozze |
|          | Passetto pozze     |
|          | Entrambi           |

| Passetto  | Esclusive | Corrispondenza |
|-----------|-----------|----------------|
| Non pozze | 51%       | 41%            |
| Pozze     | 8%        |                |

**Tabella 5.** Confronto tra le specie della check-list della Riviera del Conero presenti al Passetto (non pozze) e nelle pozze di scogliera.

\*Specie esclusive del Passetto pozze

\*\*Specie esclusive del Passetto non pozze

### **3.2 Analisi comparative tra i dati degli Eterobranchi presenti lungo la Riviera del Conero ed il resto del Mediterraneo**

In totale sono stati raccolti 641 records nel resto del Mar Mediterraneo dalle seguenti fonti: *Web Ecological Knowledge*, *Citizen Science* e letteratura. Dalla letteratura sono stati registrati 235 records; di questi 164 provenivano dall'Italia, 51 dalla Spagna, 9 dalla Francia, 3 dalla Turchia, 2 dalla Grecia e 1 dall'Egitto.

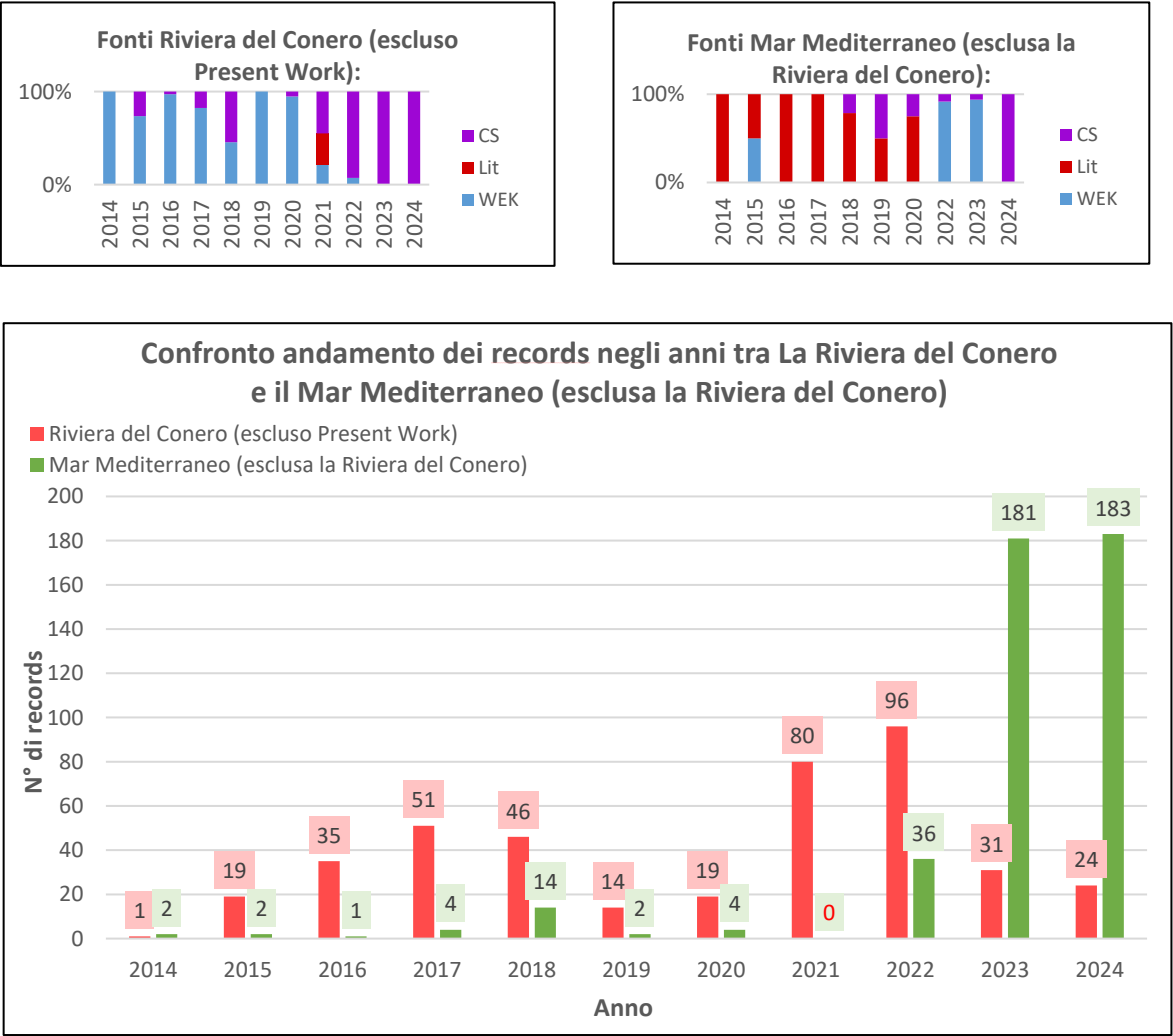
Mentre dalla WEK (Facebook e Instagram) sono stati raccolti 203 records e dalla CS (*iNaturalist* e *Citizen scientists*) 203 records.

I record raccolti nel resto del Mar Mediterraneo sono stati utilizzati per confrontare la stagionalità degli Eterobranchi presenti nella Riviera del Conero nel resto del Mar Mediterraneo. Di conseguenza, sono state effettuate analisi comparative tra gli Eterobranchi della Riviera del Conero e gli stessi nel resto del Mar Mediterraneo.

#### Confronto dell'andamento del contributo delle fonti negli anni tra la Riviera del Conero e il Mar Mediterraneo (esclusa la Riviera del Conero)

Nell'istogramma sono inseriti il numero di records, raccolti dal 2014 al 2024, per la Riviera del Conero e il resto del Mar Mediterraneo, dalla WEK, CS e letteratura, escludendo i record del *Present work* della Riviera del Conero.

Inoltre, sono stati evidenziati negli istogrammi in alto, il contributo di ciascuna fonte per ogni anno, sia per la Riviera del Conero che per il Mar Mediterraneo.



**Figura 18.** Confronto dell’andamento dei records negli anni tra la Riviera del Conero (escluso il Present Work) e il Mar Mediterraneo (esclusa la Riviera del Conero). Gli istogrammi in alto mostrano il contributo di ciascuna fonte.

### Confronto della stagionalità tra gli Eterobranchi della Riviera del Conero e del Mar Mediterraneo

Sono state confrontate le stagionalità degli Eterobranchi tra il Mar Mediterraneo (esclusa la Riviera del Conero) e la Riviera del Conero. Nei due grafici a donut, è rappresentata la frequenza relativa e l'abbondanza percentuale (n° di records) delle superfamiglie nelle 4 stagioni. Inoltre, per ogni grafico sono rappresentate mediante istogrammi, le fonti utilizzate per raccogliere i records e il loro contributo percentuale.



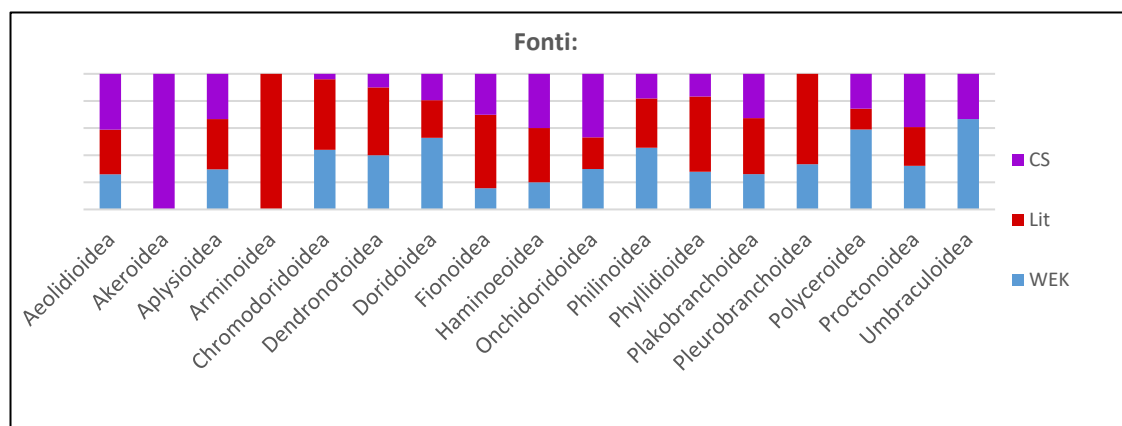
Sempre in relazione alla stagionalità, analogamente alle analisi effettuate nella Riviera Conero, sono stati raccolti record di individui con ovature, nel resto del Mar Mediterraneo.

I record relativi agli individui con e senza ovature, sono stati rappresentati in un'infografica colorimetrica che copre i 12 mesi dell'anno (Tabella 6).

| Check-list del Conero | Gennaio | Febbraio | Marzo | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre | Ottobre | Novembre | Dicembre |
|-----------------------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| Aeolidioidea          |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Akeroidea             |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Aplysioidea           |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Arminoidea            |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Chromodoridoidea      |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Dendronotoidea        |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Doridoidea            |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Fionioidea            |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Haminoeidea           |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Onchidoridoidea       |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Philinoidea           |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Phyllidioidea         |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Plakobranchoidea      |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Pleurobranchioidea    |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Polyceroidea          |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Proctonoidea          |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |
| Umbraculoidea         |         |          |       |        |        |        |        |        |           |         |          |          |

#### Legenda:

|  |                   |
|--|-------------------|
|  | Record senza uova |
|  | Record con uova   |



**Tabella 6.** Infografica sulla stagionalità degli Etebrobranchi del Conero nel Mar Mediterraneo (esclusa la Riviera del Conero). In basso è segnata la legenda e l'istogramma con il contributo di ciascuna fonte per ogni record.\*Record senza stagionalità

Nella tabella 7 sono segnalati i records di sola presenza mediante una “x” nelle 4 stagioni.

| Specie Riviera del Conero       | Inverno  | Primavera | Estate   | Autunno  |
|---------------------------------|----------|-----------|----------|----------|
| <b>Aeolidioidea</b>             | <b>X</b> | <b>X</b>  | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Aeolidiella alderi</i>       | X        | X         | X        | X        |
| <i>Berghia coerulescens</i>     | X        | X         | X        |          |
| <i>Berghia verrucicornis</i>    |          |           | X        | X        |
| <i>Calmella cavolini</i>        | X        | X         | X        | X        |
| <i>Cratena peregrina</i>        | X        | X         | X        | X        |
| <i>Edmundsella pedata</i>       | X        | X         | X        | X        |
| <i>Facelina annulicornis</i>    | X        |           | X        | X        |
| <i>Facelina auriculata</i>      | X        | X         |          | X        |
| <i>Facelina bostoniensis</i>    | X        | X         |          | X        |
| <i>Facelina dubia</i>           | X        | X         |          | X        |
| <i>Facelina rubrovittata</i>    | X        | X         | X        | X        |
| <i>Facelina vicina</i>          | X        |           |          |          |
| <i>Favorinus branchialis</i>    | X        | X         | X        | X        |
| <i>Flabellina affinis</i>       | X        | X         | X        | X        |
| <i>Nemesignis banyulensis</i>   | X        | X         | X        | X        |
| <i>Paraflabellina ischitana</i> | X        | X         | X        | X        |
| <i>Spurilla neapolitana</i>     | X        | X         | X        | X        |
| <b>Akeroidea</b>                | <b>X</b> |           |          |          |
| <i>Akera bullata</i>            | X        |           |          |          |
| <b>Aplysioidea</b>              | <b>X</b> | <b>X</b>  | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Aplysia fasciata</i>         | X        | X         | X        | X        |
| <i>Aplysia punctata</i>         | X        | X         |          | X        |
| <i>Bursatella leachii</i>       | X        | X         |          | X        |
| <b>Arminoidea</b>               |          |           | <b>X</b> |          |
| <i>Armina tigrina</i>           |          |           | X        |          |
| <b>Chromodoridoidea</b>         | <b>X</b> | <b>X</b>  | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Felimare gasconi</i>         | X        | X         |          | X        |
| <i>Felimare picta</i>           | X        | X         | X        | X        |
| <i>Felimare tricolor</i>        |          | X         |          |          |
| <i>Felimare villafranca</i>     | X        | X         | X        | X        |
| <i>Felimida krohni</i>          | X        | X         | X        |          |
| <i>Felimida luteorosea</i>      | X        | X         | X        | X        |
| <i>Felimida purpurea</i>        | X        | X         | X        | X        |
| <b>Dendronotoidea</b>           | <b>X</b> | <b>X</b>  | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Doto cervicenigra</i>        | X        | X         |          | X        |
| <i>Doto coronata</i>            | X        | X         | X        | X        |
| <i>Tethys fimbria</i>           | X        | X         |          |          |
| <b>Doridoidea</b>               | <b>X</b> | <b>X</b>  | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Discodoris rosi</i>          | X        |           |          |          |
| <i>Doris bertheloti</i>         | X        |           |          |          |
| <i>Doris ocelligera</i>         |          | X         |          |          |
| <i>Doris pseudoargus</i>        | X        |           |          |          |
| <i>Jorunna tomentosa</i>        | X        | X         |          | X        |
| <i>Paradoris indecora</i>       | X        | X         | X        | X        |
| <i>Platydorid argo</i>          | X        | X         | X        | X        |
| <b>Fionioidea</b>               | <b>X</b> | <b>X</b>  | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Amphorina andra</i>          | X        | X         |          |          |

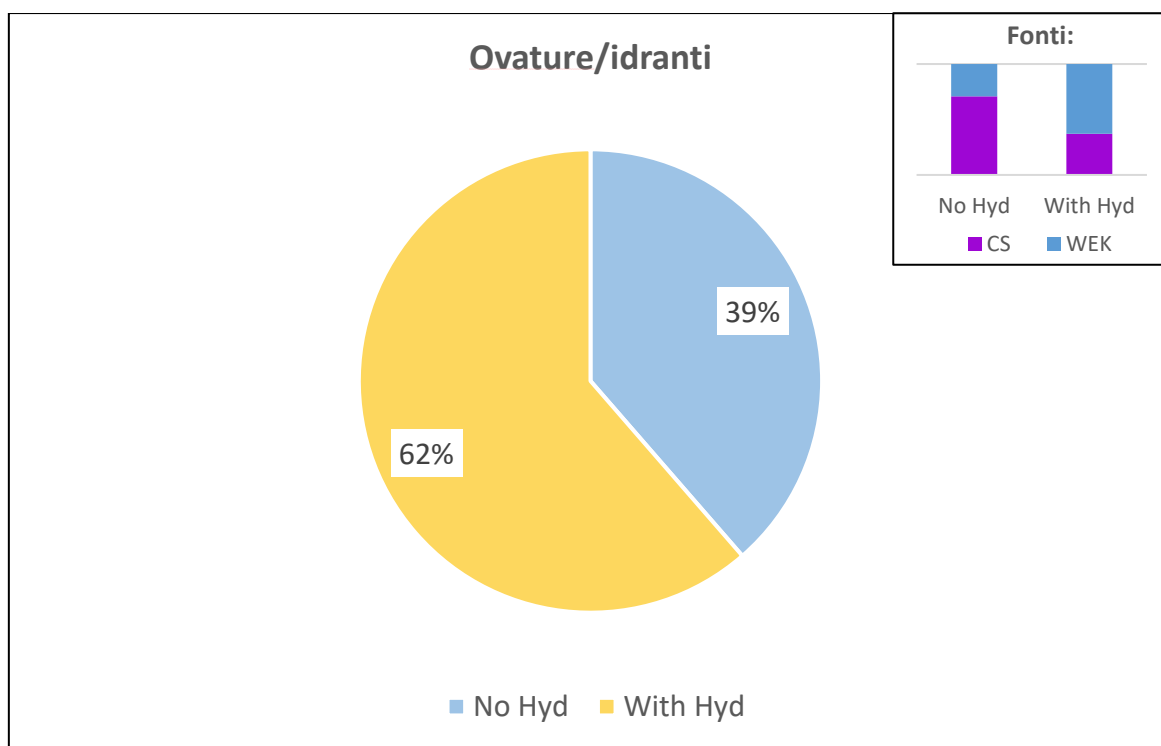
|                                |          |          |          |          |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| <i>Amphorina farrani</i>       | X        | X        | X        |          |
| <i>Amphorina</i> sp.           | X        | X        |          |          |
| <i>Calma glaucoides</i>        |          | X        |          |          |
| <i>Coryphella lineata</i>      | X        | X        | X        |          |
| <i>Cuthona</i> sp.             | X        | X        | X        |          |
| <i>Eubranchus tricolor</i>     | X        |          |          |          |
| <i>Tergipes tergipes</i>       | X        |          |          |          |
| <i>Trinchesia caerulea</i>     | X        | X        | X        |          |
| <i>Trinchesia cuanensis</i>    | X        | X        |          |          |
| <i>Trinchesia diljuvia</i>     |          | X        |          |          |
| <i>Trinchesia genovae</i>      | X        | X        | X        | X        |
| <i>Trinchesia morrowae</i>     | X        | X        | X        | X        |
| <b>Haminoceroidea</b>          |          | <b>X</b> |          | <b>X</b> |
| <i>Haloa japonica</i>          |          | X        |          | X        |
| <b>Onchidoridoidea</b>         | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Idaliadoris neapolitana</i> | X        | X        | X        | X        |
| <i>Okenia elegans</i>          |          | X        |          |          |
| <i>Okenia mediterranea</i>     |          | X        | X        |          |
| <i>Pelagella castanea</i>      | X        | X        |          |          |
| <i>Trapania lineata</i>        |          | X        | X        | X        |
| <i>Trapania maculata</i>       | X        | X        |          |          |
| <b>Philinoidea</b>             | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Philine quadripartita</i>   | X        |          | X        |          |
| <i>Philinopsis depicta</i>     | X        | X        |          | X        |
| <b>Phyllidioidea</b>           | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Dendrodoris limbata</i>     | X        | X        | X        | X        |
| <b>Plakobranchoidea</b>        | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Elysia viridis</i>          | X        | X        | X        | X        |
| <i>Ercolania viridis</i>       |          | X        |          |          |
| <i>Limapontia capitata</i>     |          | X        |          |          |
| <i>Placida dendritica</i>      | X        |          |          |          |
| <i>Placida viridis</i>         | X        | X        | X        |          |
| <i>Thuridilla hopei</i>        | X        | X        | X        | X        |
| <b>Pleurobrancoidea</b>        | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Berthella perforata</i>     |          |          |          |          |
| <i>Berthellina edwardsii</i>   | X        | X        |          |          |
| <i>Pleurehdera stellata</i>    |          | X        | X        |          |
| <i>Pleurobranchaea meckeli</i> | X        | X        |          | X        |
| <b>Polyceroidea</b>            | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Palio nothus</i>            | X        | X        |          |          |
| <i>Polycera quadrilineata</i>  | X        | X        | X        | X        |
| <b>Proctonoidea</b>            | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> | <b>X</b> |
| <i>Antiopella cristata</i>     | X        | X        | X        | X        |
| <b>Umbraculoidea</b>           | <b>X</b> |          |          | <b>X</b> |
| <i>Tylodina perversa</i>       | X        |          |          |          |

**Tabella 7.** Stagionalità delle specie nella Riviera del Conero nel resto del Mar

Mediterraneo, con le relative superfamiglie.

\*Record senza stagionalità

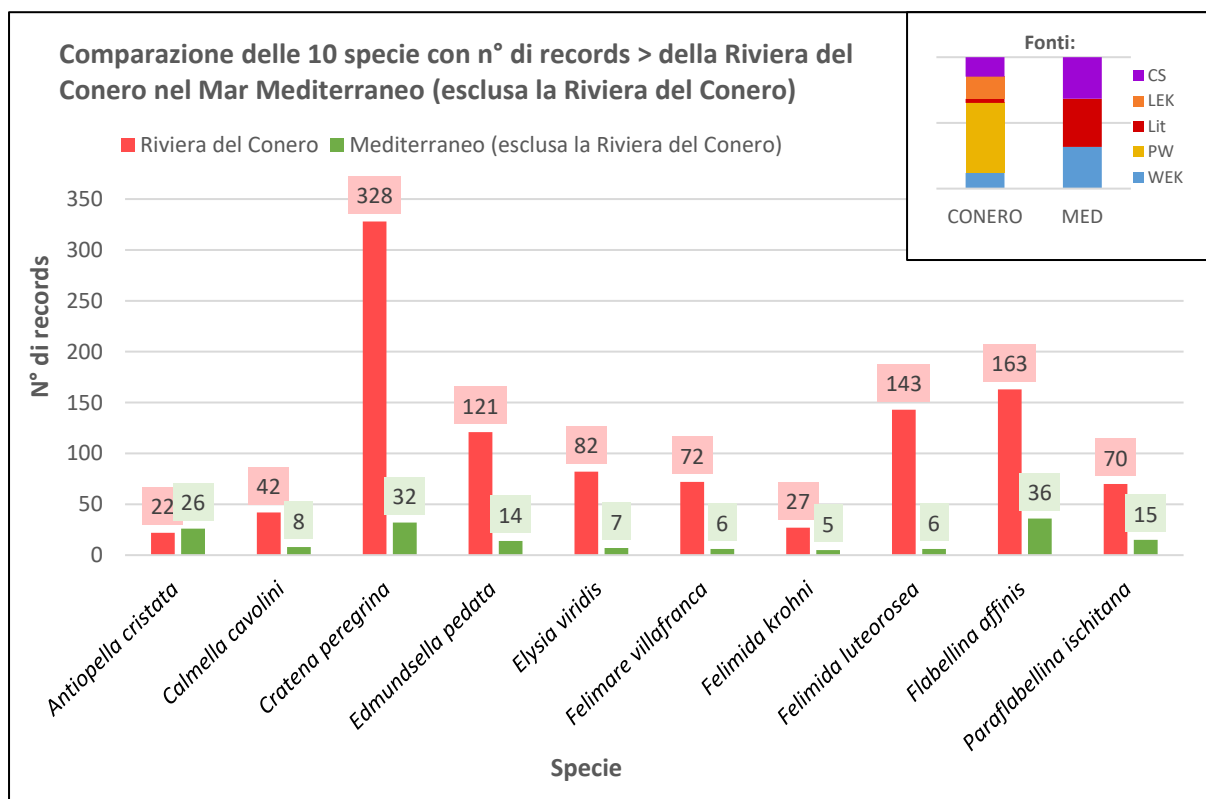
È stata condotta un'ulteriore analisi, utilizzando tutti i records raccolti nella Riviera del Conero e nel resto del Mar Mediterraneo per poter valutare l'ipotesi di un comportamento riproduttivo mirato a proteggere le ovature dai predatori di idroidi. Sono state salvate tutte le foto raccolte dalla WEK e dalla CS, ed è stata calcolata la percentuale di ovature presenti sugli idroidi, distinguendo tra quelli con e senza idranti (Figura 20).



**Figura 20.** Percentuali di ovature su idroidi con idranti (“With Hyd”) e senza idranti (“No Hyd”). L’istogramma in alto mostra il contributo di ciascuna fonte.

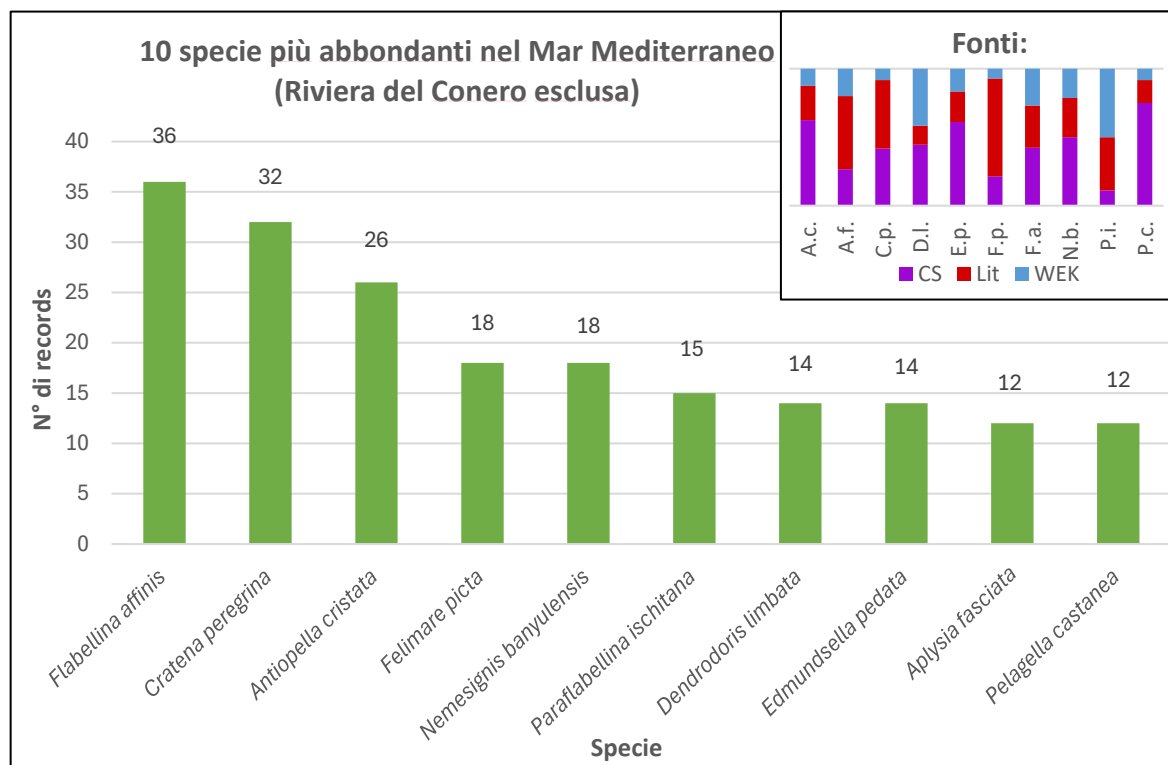
## Comparazione delle 10 specie con n° di records frequenti della Riviera del Conero nel Mar Mediterraneo

Sono state selezionate le 10 specie di cui sono stati trovati più records nella Riviera del Conero e le stesse sono state confrontate con i records raccolti per il resto del Mar Mediterraneo (Figura 21).



**Figura 21.** Comparazione delle 10 specie più abbondanti della Riviera del Conero nel Mar Mediterraneo (esclusa la Riviera del Conero). Gli istogrammi in alto mostrano il contributo di ciascuna fonte.

Nella Figura 22 sono state selezionate le 10 specie con n° di records maggiori trovate solo nel Mar Mediterraneo (esclusa la Riviera del Conero).



**Figura 22.** Istogramma con le 10 specie con n° maggiori di records nel Mar Mediterraneo (esclusa la Riviera del Conero).

#### 4. DISCUSSIONE

##### Contributo delle diverse fonti alla raccolta dati negli anni

Questo studio ha permesso di aggiornare la check-list delle specie di Eterobranchi del Conero, aggiungendo 17 specie oltre alle 75 già segnalate da Betti (2021) e Riccardi et al., (2022). Inoltre, ho ricostruito la distribuzione spaziale e la stagionalità degli Eterobranchi della Riviera del Conero confrontando i record stagionali con quelli raccolti nel resto del Mar Mediterraneo, sia utilizzando dati tradizionali (letteratura) che non convenzionali: *Citizen Science*, *Web Ecological Knowledge*, *Local Ecological Knowledge*, oltre ai dati raccolti personalmente mediante visual census (*Present work*).

Considerando i records raccolti per la Riviera del Conero, dalla letteratura provengono circa il 3% dei records, dal *Present work* il 53% dei records, rappresentando la percentuale più alta tra le fonti, dalla *Citizen Science* (*iNaturalist* e *Citizen scientists*) il 15% e dalla LEK (interviste agli esperti) il 17%, rappresentando le due percentuali più alte subito dopo il *Present work*, sottolineando l'importanza e il potenziale di queste fonti per aumentare la conoscenza, e infine, dalla WEK (Marco Boncompagni website) il 12% .

Considerando il contributo delle diverse fonti per i records raccolti negli anni nella Riviera del Conero, è emerso quanto negli ultimi anni sia in forte crescita

la realtà della *Citizen Scienze*, in modo particolare dal 2021 al 2024 è stata registrata una crescita esponenziale. Infatti, nella Riviera del Conero non è raro imbattersi in volontari che aderiscono alla raccolta dati, mentre nel resto del Mar Mediterraneo è preponderante la WEK, data da milioni di internauti che rappresentano una risorsa importante per la comunità scientifica.

#### **4.1 Distribuzione spaziale e stagionalità degli Eterobranchi della Riviera del Conero**

La maggior parte dei records raccolti per la Riviera del Conero rientrano nel periodo primaverile-estivo con un numero che decresce gradualmente durante l'inverno, fino a raggiungere il minimo in autunno. Questo bias di dati può essere dovuto: i) siti di immersione e non, maggiormente frequentati durante il periodo estivo per via del forte turismo che caratterizza quest'area; ii) in primavera-estate si registra un cambiamento nell'apporto di nutrienti, (G. Bellanti et al 2024), che porta ad una maggiore crescita algale e, di conseguenza, all'aumento dei loro predatori (Eterobranchi). Questo fenomeno influisce sul numero di dati disponibili; iii) le fonti che consideriamo per i records raccolti, in quanto molto spesso l'affidabilità della raccolta dati varia a seconda del tipo di fonte considerato, ad esempio molti cittadini scienziati non

utilizzano un metodo standardizzato per la raccolta dati, il che può portare a un maggior numero di informazioni per alcune stagioni.

Inoltre, nonostante il minor numero di record registrati in inverno, disponiamo di informazioni utili, principalmente provenienti dalla *Citizen Science*, soprattutto per il sito delle pozze di scogliera del Passetto. Per ragioni pratiche nella maggior parte delle analisi sono state considerate le superfamiglie, piuttosto che le specie, in quanto le abitudini ecologiche risultano essere prevalentemente le stesse.

La superfamiglia predominante, presente in tutte le stagioni, in tutti i siti di immersione e con n° di records elevati è la Aeolidioidea che tra le varie specie, comprende *Cratena peregrina*, la specie per eccellenza maggiormente segnalata dalle nostre analisi nella Riviera del Conero, seguita da *Flabellina affinis*, con n° di records totali pari rispettivamente a 328 e 163. Questa superfamiglia comprende principalmente specie ad affinità calda, e la loro costante presenza potrebbe essere correlata all'innalzamento della temperatura dell'acqua che si sta registrando negli ultimi anni a causa del cambiamento climatico (V. Vliet et al 2013). Inoltre, questa superfamiglia ha evoluto diversi meccanismi di difesa, tra cui la colorazione criptica o aposematica e il mimetismo. In particolare, sono in grado di incorporare e utilizzare i sistemi di difesa delle loro prede (coralli molli alcionacei, idrozoi ecc.), sequestrando i

loro metaboliti secondari e impiegandoli come protezione contro i predatori. Questo ha aumentato significativamente la loro fitness, favorendo la radiazione e la speciazione di questa superfamiglia (Hertzer and Cora 2022).

Subito dopo gli Aeolidioidea, sono stati registrati records elevati in tutte le stagioni anche per la superfamiglia Chromodoridoidea, che comprende 3 delle 10 specie di cui sono stati registrati i n° di records maggiori nella Riviera del Conero: *Felimare villafranca* (Risso, 1818), *Felimida krohni* (Vérany, 1846) e *Felimida luteorosea* (Rapp, 1827).

Analogamente agli Aeolidioidea, anche questa superfamiglia ha evoluto la capacità di sequestrare i composti chimici dalle loro prede, principalmente spugne, e utilizzarli come meccanismi di difesa (Breslau et al 2021); questa potrebbe essere una forte correlazione con la loro frequente presenza e resistenza anche in virtù dei cambiamenti climatici.

Nei donut dei singoli siti significativi che abbiamo selezionato con records >100, non compaiono tutte le stagioni, in quanto per alcuni siti, come Cava Davanzali, siamo riusciti a raccogliere dati soltanto nel mese estivo dal nostro Present work e dalla WEK, mentre nel sito delle Due sorelle, nonostante avessimo raccolto records da tutte le fonti considerate, abbiamo soltanto dati del periodo primaverile ed estivo, confermando che c'è un bias di dati.

Dalle ulteriori analisi sulla stagionalità è emerso che abbiamo a disposizione un numero ridotto di records con ovature, sia dalla letteratura e sia dalle altre fonti citate, dimostrando la necessità di dover sensibilizzare i cittadini scienziati alla raccolta dati con metodi scientifici standardizzati, utilizzati per questo lavoro.

I records con ovature sono concentrati principalmente da aprile a settembre, confermando la tesi che probabilmente la maggior parte dei subacquei si immerge in questo periodo e che quest'ultimo coincide con la sincronizzazione dei cicli vitali con quelli delle loro prede preferite. Nel periodo invernale, invece, predomina la famiglia Plakobranchoidea, soprattutto nel sito del Passetto (pozze), con il n° maggiore di records raccolti per la specie *Elysia viridis* (Montagu, 1804), ma di quest'ultima non abbiamo trovato records sulle ovature.

Inoltre, è stato indagato un possibile comportamento riproduttivo, in quanto alcune specie, come *Flabellina affinis* e *Cratena peregrina*, depongono i loro lunghi nastri filamentosi di uova sugli idroidi. Dalle foto raccolte dalla *Citizen Science* (iNaturalist) e dalla WEK (Marco Boncompagni website) è emerso il sospetto che potessero adottare una strategia per la deposizione delle ovature, atta a proteggerle dalla predazione, in quanto molto spesso dalle foto si notava che le uova erano deposte sugli idroidi con l'assenza di idranti, i polipi di cui

si nutrono la maggior parte degli Eterobranchi. Sono state effettuate analisi calcolando le percentuali di ovature deposte sugli idroidi con e senza idranti, in base al n° di records raccolti.

Dalle analisi è emerso che il 62% di ovature è stata deposta su idroidi con idranti, mentre il restante 39% sono state deposte su idroidi senza idranti; la maggior parte dei dati per le ovature deposte su idroidi senza idranti proviene dalla *Citizen Scienze*, mentre per l'altra categoria la maggior parte dei dati proviene dalla Web Ecological Knowledge (WEK). Dai risultati questa ipotesi sembrerebbe essere smentita ma data la scarsità di dati a disposizione potrebbe comunque rimanere aperta per studi successivi più approfonditi.

Inoltre, le analisi sulla distribuzione e sulla diversità a livello di specie per ciascun sito della Riviera del Conero, mostrano diversità elevata, accompagnata anche da un alto numero di records al Relitto M/N Nicole, dove la specie predominante è *Edmundsella pedata* (Montagu, 1816), appartenente alla superfamiglia Aeolidioidea. Subito dopo il sito delle Due Sorelle presenta una notevole diversità, con *Felimare villafranca* come specie predominante, appartenente alla superfamiglia Chromodorididae. Infine, lo scoglio del Trave presenta una grande diversità con la predominanza di *Cratena peregrina*.

Questi siti, in particolare il Relitto M/N Nicole, offrono un'ambiente favorevole per l'insediamento di specie, probabilmente associato anche alla presenza del relitto, che crea dei microhabitat eterogenei ricoperti di flora e fauna che facilitano la coesistenza di diverse specie; anche il sito delle Due Sorelle, con acque particolarmente limpide creano condizioni ideali per la presenza di queste specie.

#### Specie presenti nelle pozze di scogliera e nei siti di immersione

I records registrati per il Passetto (non pozze) e Passetto (pozze) provengono quasi totalmente dalla *Citizen Science* e per il Passetto (pozze), la metà dei records raccolti proviene dal nostro Present work. Confrontando le specie presenti nei siti di immersione della Riviera del Conero e nelle pozze di scogliera del Passetto, è emerso che tra le due categorie considerate c'è il 17% di corrispondenza mentre il 79% delle specie sono esclusive dei siti di immersione e il 3% delle specie sono esclusive delle pozze, tra cui *Amphorina farrani*, *Doto cervicenigra* Ortea & Bouchet, 1989 e *Cuthona* sp. Alder & Hancock, 1855. Probabilmente sono specie che si sono adattate alle particolari condizioni chimico-fisiche delle pozze, unito alla presenza delle loro prede preferite, rappresentate da Idroidi tecati e Idrozoi.

Per quanto riguarda la specie *Amphorina farrani*, dalle analisi molecolari sono state riconosciute 5 specie appartenenti al genere *Amphorina* (Korshunova et

al 2020), ma data la ridotta differenza morfologica, risulta difficoltoso poterle distinguere tra loro, a meno che non si ricorra a metodi molecolari, per questo nella maggior parte dei casi nel nostro dataset è stato inserito soltanto il genere *Amphorina*, non specificando la specie, data l'incertezza del dato.

La medesima analisi è stata effettuata per le specie presenti tra il Passetto (pozze) e il Passetto (non pozze), ed è stato riscontrato il 41% di corrispondenza con il 51% di esclusività per il Passetto (non pozze) e l'8% di esclusività per il Passetto (pozze). La percentuale più alta di corrispondenza può essere dovuta alla vicinanza degli habitat, anche se comunque le condizioni chimico-fisico rimangono differenti, sottolineando la peculiarità delle pozze di scogliera come ambienti estremi in cui molti organismi si sono adattati a vivere.

#### Andamento dei records negli anni tra La Riviera del Conero e il Mar Mediterraneo (esclusa la Riviera del Conero)

Dai records raccolti dal 2014 al 2024 per il resto del Mar Mediterraneo, si può notare che la maggior parte provengono dalla letteratura, mentre dal 2022 al 2024, i records provengono soltanto dalla Web Ecological Knowledge (WEK) e dalla *Citizen Science*, quest'ultima concentrata soprattutto nel 2024,

sottolineando l'importanza di questo approccio che si sta espandendo sempre di più a livello globale.

Mentre nella Riviera del Conero, come già accennato nei paragrafi precedenti, i records raccolti dal 2014 provengono quasi esclusivamente dalla WEK e dalla *Citizen Science*, e una piccola parte di records registrata nel 2021 proviene dalla letteratura grazie al manuale di Betti. Inoltre, nonostante la *Citizen Science* fosse già un approccio diffuso per molti cittadini scienziati, anche nella Riviera del Conero come per il resto del Mar Mediterraneo, si è registrato negli ultimi anni un incremento di quest'ultima, appurando che è un fenomeno sempre più crescente che potrebbe avere un risvolto sempre più positivo per la comunità scientifica.

#### Confronto della stagionalità tra gli Eterobranchi della Riviera del Conero e del Mar Mediterraneo

Nel resto del Mar Mediterraneo a differenza della Riviera del Conero, si riscontra un numero maggiore di records e una maggiore diversità durante l'inverno. Nelle restanti stagioni il numero di records è più basso, ad eccezione della primavera, che comunque presenta un numero di record inferiore rispetto alla Riviera del Conero, ma una diversità leggermente più alta. In Autunno la diversità nel resto del Mar Mediterraneo è esponenzialmente più alta rispetto alla Riviera del Conero. La superfamiglia con il maggior numero di records in

tutte le stagioni è la Aeolidioidea. Anche la superfamiglia Chromodorididae rappresenta una parte significativa dei records, come nella Riviera del Conero, ma un'altra superfamiglia che emerge con un numero elevato di records in ogni stagione, a differenza della Riviera del Conero, è la Fionoidea.

Questo conferma quanto le prime due superfamiglie citate presentino adattamenti che gli hanno conferito di persistere in maniera consistente in tutte le stagionalità; questo bias di dati però potrebbe derivare dalle fonti utilizzate per raccogliere i records, infatti nel resto del Mar Mediterraneo, il 37% delle fonti per la stagionalità proviene dalla letteratura, il 32% dalla WEK e il restante 32% dalla *Citizen Science*, mentre nella Riviera del Conero la maggior parte dei records raccolti proviene dal nostro Present work che rappresenta il 54% dei dati totali raccolti per la stagionalità e comprende tutte le stagioni ad eccezione il periodo autunnale.

Per quanto riguarda la riproduzione, come per la Riviera del Conero, anche nel resto del Mar Mediterraneo sono stati trovati pochi records inerenti alla presenza di ovature, o comunque molti di quelli trovati non sono stati registrati nel nostro dataset, in quanto mancava il criterio scientifico con cui sono stati riportati, quindi assenza di informazioni inerenti alla stagionalità.

### Comparazione delle 10 specie con n° di records maggiori della Riviera del Conero nel Mar Mediterraneo

Nel resto del Mar Mediterraneo abbiamo un numero ridotto di records rispetto a quelli registrati per la Riviera del Conero, sia perché abbiamo il focus su quest'ultima e sia perché ne predisponiamo di più grazie ai records raccolti dal nostro Present work. Sono state confrontate le 10 specie della Riviera del Conero con n° di records maggiori con i n° di records registrati per le stesse specie nel resto del Mar Mediterraneo, ed è emerso che nonostante la differenza sostanziale di records, *Flabellina affinis* e *Cratena peregrina* sono le due specie che, come per la Riviera del Conero, presentano n° di records maggiori, riscontrando ancora una volta, la loro elevata presenza e abbondanza in termini di records anche nel resto del Mar Mediterraneo.

Mentre tra le dieci specie con n° di records maggiori rinvenute soltanto nel resto del Mar Mediterraneo, 5 non sono presenti tra la classifica delle 10 specie con n° di records maggiori nella Riviera del Conero e sono: *Felimare picta* ( R. A. Philippi, 1836), *Nemesignis banyulensis* (Portmann & Sandmeier, 1960) *Dendrodoris limbata* (Cuvier, 1804), *Aplysia fasciata* Poiret, 1789 e *Pelagella castanea* (Alder & Hancock, 1845), appartenenti a 5 superfamiglie diverse, tra cui Aeolidioidea e Chromodoridoidea che sono le due presenti costantemente in tutte le stagioni ed infine ci sono le superfamiglie Aplysioidea, Onchidoridoidea e Phyllidioidea.

## 5. CONCLUSIONI

Il presente studio fornisce dati sulla distribuzione spaziale e sulla stagionalità degli Eterobranchi della Riviera del Conero che attualmente, grazie alla costruzione di una check-list accurata, conta 92 specie; inoltre fornisce dati sul periodo riproduttivo che finora risultavano scarsi; sono state messe in luce anche teorie sul comportamento riproduttivo per la difesa delle ovature da parte degli individui adulti ma per la mancanza di dati sufficienti rimane aperta per studi successivi.

Inoltre, sono stati confrontati i dati inerenti alla stagionalità degli Eterobranchi della Riviera del Conero con quelli ottenuti per gli Eterobranchi della stessa check-list nel resto del Mar Mediterraneo, mettendo in evidenza analogie e discrepanze sulla stagionalità delle medesime superfamiglie.

In questo lavoro, inoltre, abbiamo messo in luce la potenzialità della *Citizen Science* per la raccolta dati, fornendo maggiori conoscenze sulla tassonomia ed ecologia degli Eterobranchi, mettendo in evidenza anche i siti di interesse comunitari accessibili a tutti, come le pozze di scogliera del Passetto, per coinvolgere i volontari per la raccolta dati.

In conclusione, il set di dati completo fornito rappresenta la base iniziale della piramide per la raccolta dati continua da parte dei cittadini scienziati con metodo standardizzato, utile per continuare ad approfondire in studi successivi

le dinamiche che interferiscono sulla loro distribuzione spazio-temporale in relazione alla sincronizzazione del loro ciclo vitale con quello delle loro prede. Inoltre, sfruttare il potenziale delle *flag species* come input per la raccolta dati amplifica l'efficacia di tale metodologia.

## **Bibliografia**

Akihiko Mougi, 2022. Phenological Coadaptation Can Stabilize Predator–Prey Dynamics. *Frontiers in Ecology and Evolution*, Volume 10.

Almón, B., Pérez, J., Trigo, J. E., & Ferreras, D. 2019. New shallow water records (Mollusca, Gastropoda, Heterobranchia) from north Atlantic coast of Iberian Peninsula. *Centro Oceanográfico de Cádiz*.

Bellanti, G., Romagnoli, T., Accoroni, S., Campanelli, A., Totti, C., Rindi, F., 2024. Epiphytic algal flora associated with habitat-forming brown seaweed in a central Mediterranean coastal area (Conero Riviera, Adriatic Sea): diversity and relationship with environmental variables. *Mediterranean Marine Science*, 25(2), pp. 250-262.

Betti, F., 2011. Guida ai molluschi opisthobranchi della Riviera del Conero. 1 a cura di Imola: La Mandragora.

Betti, F., 2021. Il regno dei nudibranchi – Guida ai molluschi eterobranchi della Riviera del Conero. 2 a cura di Imola: La Mandragora.

Betti, F., Bava, S., Cattaneo-Vietti, R., 2017. Composition and seasonality of a heterobranch assemblage in a sublittoral, unconsolidated, wave-disturbed community in the Mediterranean Sea. *Journal of Molluscan Studies*, Volume 83, pp. 325-332.

Bianchelli, S., Frascchetti, S., Martini, F., Lo Martire, M., Nepote, E., Ippoliti, D., Rindi, F., Danovaro, R., 2023. Macroalgal forest restoration: the effect of the foundation species. *Frontiers in Marine Science*, 10(1213184).

Bonney, R., Phillips, T. B., & Enck, J. W., 2016. Can citizen science enhance public understanding of science? *Public understanding of science*, 25(1), pp. 2-16.

Bouchet, P., 2017. Revised Classification, Nomenclator and Typification of Gastropod and Monoplacophoran Families. *Malacologia*, 61(1-2), pp. 1-526.

Bouchet, P., Rocroi, J-P., Hausdorf, B., Kaim, A., Kano, Y., Nutzel, A., Parkhaev, P., Schödl, M., Strong, E. E., 2017. Revised Classification, Nomenclator and Typification of Gastropod and Monoplacophoran Families. *Malacologia*, 1-2(61), pp. 1-526.

Brenzinger, B., Wilson, G. N., Schrödl, M., 2011. 3D Microanatomy Of A Gastropod 'Worm', *Rhodope Rousei*. *Journal of Molluscan Studies*, 77(4), pp. 375-387.

Breslau, J. E., 2021. First Phylogenomic Reconstruction Of The Nudibranch Suborder Doridina (Gastropoda, Heterobranchia), Using RNA-Seq Data. Faculty of Diss. California State Polytechnic University, Pomona.

Burn, R., 2015. Nudibranchs are related molluscs. s.l.

D. Norman, Robin Wilson, Melania Mackenzie.

Canessa, M., Bavestrello, G., Cattaneo-Vietti, R., Furfaro, G., Doneddu, M., Navone, A., Trainito, E., 2021. Rocky substrate affects benthic heterobranch assemblages and prey/predator relationships. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 261(107568).

Cariccia, F., 2019. Response Of Meiofaunal Communities To Restoration Of *Gongolaria Barbata* Along The Coast Of Monte Conero (Central Adriatic Sea). Tesi Magistrale.

Cerrano C, Pica, D., Di Camillo, G., Bastari, A., Torsani, F., 2014. Caratterizzazione biocenotica e restituzione cartografia per l'individuazione di habitat e specie di interesse comunitario nelle Aree Protette delle Marche. Università Politecnica delle Marche. Relazione Tecnica, p. 53.

Cheney, K. L., White, A., Mudianta, W., Winters, A. E., Quezada, M., Capon, R. J., Mollo, E., Garson, M. J., 2016. Choose Your Weaponry: Selective Storage of a Single Toxic Compound, Latrunculin A, by Closely Related Nudibranch Molluscs. *Plos one*, 1(11).

Dinapoli, A., Klussman-Kolb, A., 2010. The long way to diversity – Phylogeny and evolution of the Heterobranchia. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55 (2010) 60–76, pp. 60-76.

Di Camillo, C. G. Et Al., 2010. The Benthic Assemblage Of Conero Promontory: A Model For The Study Of Seasonal Cycles In The North Adriatic Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, 17(1), pp. 112-115.

Di Camillo, C., Ponti, M., Cerrano, C., 2018. Web Ecological Knowledge (WEK) – A still neglected scientific opportunity. *Book Of Abstracts*.

Ekimova, I. A., Anthokina, T. I., Schepetov, D. M., 2019. “Invasion” in the Russian Arctic: is global Climate Change. *Ruthenica*, 29(2), pp. 103-113.

Finke, P., 2014. Citizen science. Das unterschätzte Wissen der Laien. München: oekom.

Fung Yiu, S. K., Qiu, Jian-Wen, 2022. Morphology, Feeding Rate and Larval Settlement Preference of the Corallivorous Nudibranch *Phestilla subodiosa* (Nudibranchia: Trinchysiidae) from Hong Kong. *Zoological studies*, Volume 61.

Gacinovic, R., 2017. Data Collection In The Process Of Scientific Research. *Политичка Ревија*, 52(155), pp. 137-156.

Godinho, W. O., Lotufo, T. M. C., 2010. Local v. microhabitat influences on the fish fauna of tidal pools in north-east Brazil. *Journal of fish biology*, 76(3), pp. 487-501.

Goodheart, J. A., Bleidibel, S., Schillo, D., Strong, E. E., Ayres, D. L., Preisfeld, A., Collins, A. G., Cummings, M. P., Wagele, H., 2018. Comparative morphology and evolution of the cnidosac in Cladobranchia (Gastropoda: Heterobranchia: Nudibranchia). *Frontiers in Zoology*, 15(43).

Grant, A., Williamson, P., 1985. "Settlement-timing hypothesis: a critique. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Volume 23, pp. 193-196.

Gristwood, A., 2019. Public participation in science: how citizen science initiatives in healthcare and the environment are opening up new directions in research. *Embo reports*, 20(8).

Haase, M., Karlsson, A., 2005. Mating and the inferred function of the genital system of the nudibranch, *Aeolidiella glauca* (Gastropoda: Opisthobranchia: Aeolidioidea). *Invertebrate Biology*, 119(3), pp. 287-298.

Hertzer, C., 2022. Investigations on Marine Natural Products from Indo-Pacific Nudibranchia (Mollusca: Gastropoda): Chemoecology, Medicinal Potential & Toxin Resistance. Diss. Universitäts-und Landesbibliothek Bonn.

Igwenagu, C., 2016. Fundamentals of research methodology and data collection. Lap Lambert Academic Publishing.

Klussmann-Kolb, A., Dinapoli, A., Kuhn, K., Streit, B., Albrecht, C., 2008. From sea to land and beyond – New insights into the evolution of. *BMC Evolutionary Biology*, 8(57).

Korshunova, T., Malmberg, K., Prkic, J., Petani, A., Fletcher, K., Lundin, K., Martynov, A., 2020. Fine-scale species delimitation: speciation in process and periodic patterns in nudibranch diversity. *ZooKeys*, Volume 15, p. 917.

Lisova, E. D., Vortepneva, E. V., 2022. New data on nudibranchs rhinophore morphology and their spicule complex in *Onchidoris muricata* (Doridina, Gastropoda). *Zoologischer Anzeiger*, Volume 296, pp. 183-196.

Manenti, M., Angeletti, D., Costantini, M. L., 2023. Microplastics ingestion in Opisthobranchia molluscs in the Mediterranean Sea: Implications for the environment. *Environmental Pollution*, Volume 317, p. 120670.

Mathur, P. & Mathur, M., 2006. Citizen science. Public understanding of science, Volume 15, pp. 15-19.

Mazzotta, L., 2021. Ruolo degli invertebrati bentonici nel trasporto della microplastica dalla colonna d'acqua al sedimento marino. Tesi di laurea, Università Politecnica delle Marche.

Minchin, D., Nunn, J. D., Weston, J., Hardwick, R. J., Harrow, S., Keogh, C. L., 2021. The arrival of the nudibranch *Polycera norvegica* on the coast of Great Britain. *Mar. Biodiversity*, 51(6).

Moles, J., Chavanich, S. A., Elías, R., Kashio, S., Alava, J. J., 2023. Anthropogenic marine debris: Distribution along coastal areas and threats to sea turtles in the Galapagos Islands. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 190.

Nunn, J., Harrow, S., Keogh, C. L., 2021. The arrival of the nudibranch *Polycera norvegica* on the coast of Great Britain. *Mar. Biodiversity*, 51(6).

Oates, J. O., 2017. *Nudibranchs Encyclopedia*. Wild Nature Press.

Picton, B. E., Morrow, C. C., 1994. *A field guide to the nudibranchs of the British Isles*. London: Immel Publishing.

Ponte, G., Salzano, A. M., Tedesco, P., Napolitano, E., Gallus, L., Zaher, H., Youssef, A., Chehade, H., Amato, F., Ammar, A., Mutalipassi, M., Donadio, G., Villani, G., Palumbo, A., Mollo, E., 2022. Chemical Defense against Predation: Evolution of Latrunculins in Dorid Nudibranchs (Mollusca, Gastropoda). *Toxins*, 14(10), p. 692.

Sadeghi, A., Haseli, Y., 2018. Global warming and its impacts on climate of Iran. *Climate Change*, Volume 25, pp. 133-149.

Sanchez, M., 2007. Supercritical Fluid Chromatography. *Analytica Chimica Acta*, 600(1), pp. 45-53.

Schick, T., 2021. Online nudibranch catalogue. Naturalis Biodiversity Center.

Skingsley, D. R., Hunt, S., 2007. *Nudibranchs of the British Isles*. London: s.n.

Spencer, H. G., 2021. *Littorinid molluscs: evolution, systematics and ecology*. Ray Society.

Stanley, S. M., 1984. Marine ecosystem and a test of the hypothesis of escalation. *Science*, Volume 221, pp. 1458-1461.

Suwa, M., 2021. Novel and Cryptic Nudibranchs (Gastropoda: Heterobranchia) from Japan: Morphological and Molecular Analyses Reveal an Overlooked Biodiversity Hotspot. *Zoological Studies*, Volume 60, p. 52.

Valluzzi, A., Romagnoli, T., Pagano, A., Calizza, E., Fincati, S., Ippoliti, D., 2021. Decreasing benthic complexity of an artificial reef (Torre Sant'Andrea, Adriatic Sea) in the perspective of a warming Mediterranean Sea. *Science of the Total Environment*, 775(145732).

Venturini, S., 2022. *Biologia marina degli invertebrati bentonici: Il caso distudio dei molluschi eterobranchi della Riviera del Conero*. Università Politecnica delle Marche.

## **Ringraziamenti**

Ringrazio il mio Relatore Prof. Carlo Cerrano e le mie relatrici, la Prof. Cristina Gioia Di Camillo e la Dott.ssa Agnese Riccardi, per il loro supporto, le utili osservazioni e i suggerimenti che hanno contribuito a migliorare significativamente il contenuto e la qualità della tesi.

Un ringraziamento speciale va a tutti coloro che hanno contribuito ad arricchire la mia tesi, attraverso la condivisione di dati, in modo particolare a: Matteo Ricotti, Ricardo, Gloria Vono, Luca Paoletti e ad Alessia Colombo, la mia collega e amica di tesi che ha condiviso con me questo traguardo importante.