
Estudi de biodiversitat marina del Parc dels esculls artificials del Garraf



**Diputació
Barcelona**

Àrea d'Acció Climàtica

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Esculls artificials del Garraf, pàg 3

2. METODOLOGIA

2.1 Metodologia de mostreig, pàg 4

3. ESTUDI DE BIODIVERSITAT MARINA, pàg 4

3.1 Material i mètodes, pàg 5

3.2 Resultats, pàg 6

3.2.1 Anàlisi vídeos subaquàtics, pàg 6

3.2.2 Anàlisi fotografies subaquàtiques, pàg 11

3.3 Conclusions, pàg 16

4. ANNEX, pàg 18

1. INTRODUCCIÓ

Els esculls artificials del Garraf estan situats entre la Punta de les Anquines i Punta de les Coves, davant de l'anomenada platja de Terramar del terme municipal de Sitges (Garraf, Barcelona), a una cota de -19 metres.

Aquests van ser fondejats l'any 2010, quan es van instal·lar 24 mòduls, amb l'objectiu de recuperar la biodiversitat marina del Garraf, perquè servís, a més, com a mesura complementària de gestió en el futur Pla de Gestió de l'espai Xarxa Natura 2000 "Costes del Garraf".

Per altra banda, representen una eina de gestió en resposta a l'esgotament dels recursos pesquers, desenvolupats per a la millora de pesqueres, la conservació de la natura, la protecció i la gestió d'hàbitats, l'aplicació de la reglamentació pesquera, el foment de les activitats recreatives i la participació en la investigació científica.

Aquests mòduls mesuren 2.3 metres de diàmetre, 1.75 metres d'alçada i pesen 8.8 tones, la seva superfície simula els fons rocosos naturals existents a la zona i cada un dels diferents tipus d'orificis està dissenyat per albergar i donar refugi a diferents espècies o facilitar la cria a d'altres.

La distribució espacial dels mòduls es va executar en diferents grups de peces, apilats en algunes zones formant diferents nivells i amb una disposició radial, recordant l'estructura anatòmica interna d'un ericó de mar.

Dotze anys després es realitza els primers censos per a registrar la biodiversitat marina que acullen els esculls artificials del Garraf, mitjançant busseig autònom, amb la ciutadania, liderats per Anèl·lides, serveis ambientals marins.



Foto.1. Bussejador realitzant el cens fotogràfic de biodiversitat marina sobre l'escull central del parc d'esculls artificials del Garraf

2. METODOLOGIA

2.1. Metodologia de mostreig

Per iniciar a avaluar l'evolució la successió ecològica dels esculls artificials del Garraf s'han realitzat dos mostrejos mitjançant el busseig autònom. El primer realitzat a la tardor de l'any 2022 i el segon a la primavera de l'any 2023.

Durant les jornades de mostreig, s'han realitzat protocols de seguiment, sense caràcter invasiu, amb dues accions diferents:

CENSOS VISUALS DE ICTIOFAUNA

Els censos visuals de ictiofauna es duen a terme amb càmeres subaquàtiques, realitzant fotografies i vídeos a tots els peixos observats, per a posteriorment analitzar a les imatges i vídeos el nombre d'espècies totals, els nombres d'individus per espècie i el nombre de peixos total.

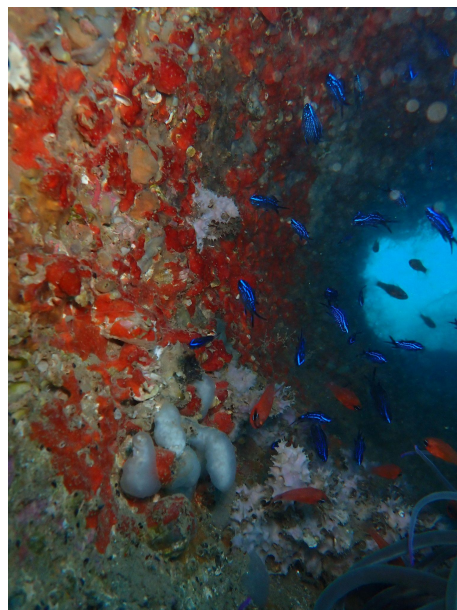
SEGUIMENT ORGANISMES INCRUSTANTS

Els esculls artificials han estat colonitzats per diverses espècies incrustants i per a poder observar l'evolució d'aquesta colonització s'estudien les espècies mitjançant fotografia subaquàtica, les quals posteriorment són analitzades per a identificar totes les espècies observades.

Durant el mostreig a través de busseig autònom els participants realitzen el transecte en parella, tots resseguint la mateixa trajectòria, a una distància de 10 metres entre parelles. El recorregut executat inicia als mòduls centrals, des dels quals ens dirigim als mòduls exteriors que els envolten, vorejant cadascun dels mòduls passats, arribant a mostrejar 5 piles de mòduls diferents, amb el mateix recorregut de tornada.

La parella inicial és l'encarregada de dur a terme el cens visual d'ictiofauna mitjançant vídeos i fotografies subaquàtiques, d'aquesta manera s'evita la fugida d'animals que ja han estat alertats que els bussejadors són a l'aigua. Mentre l'última parella s'encarrega del seguiment d'organismes incrustants a través de fotografia subaquàtica més detallada.

Foto. 2: fotografia de l'interior d'un forat dels esculls artificials durant la tardor de 2022. S'observen *Chromis chromis* juvenils, esponges com *Crambe crambe* i l'anèmona *Anemonia viridis*



3. ESTUDI DE BIODIVERSITAT MARINA

S'han realitzat tres immersions de mostreig, una en fons sorrenc al voltant dels esculls del Garraf i dues més als propis esculls artificials del Garraf. D'aquestes últimes una d'elles es va fer a la tardor de l'any 2022 i l'altre a la primavera de l'any 2023.

Durant aquestes es van analitzar diferents paràmetres, uns d'ells utilitzats per als vídeos realitzats a través de càmeres subaquàtiques i uns altres per a les fotografies, els quals es detallen a continuació.

3.1. Material i mètodes

Vídeos subaquàtics

Els paràmetres analitzats en els vídeos han estat:

- El número d'espècies de peixos identificades per cada vídeo, durada del vídeo de 5 segons
- El número total d'individus de cada espècie per cada vídeo, durada del vídeo de 5 segons
- l'Índex de Biodiversitat de Shannon per cada vídeo, durada de 5 segons

Els vídeos consten d'una unitat temporal de 5 segons, pel fet que és el temps estimat aproximat que triga a canviar la ictiofauna marina en les imatges.

Els punts de mostreig per als vídeos van ser:

- **Interior Esculls:** espais interiors dels mòduls tipus geoda, vistos des de l'exterior a través de les obertures d'aquests, del mòduls tipus geoda centrals, conjunt de 10 mòduls apilats 5 sobre 5, formant un conjunt de dos pisos, situat al centre del Parc d'Esculls, com també del interior dels esculls individuals perifèrics del Parc.
- **Exterior dels esculls:** Ictiofauna observada al voltant dels esculls, propers a la superfície exterior del mòduls apilats centrals i dels individuals perifèrics.

Fotografies subaquàtiques

Els punts de mostreig per a les fotografies van ser:

- **Fons sorrenc:** fons sorrenc que ocupa el fons marí entre l'Escull Central i els Esculls Individuals, com també el fons marí circumdant al Parc dels esculls
- **Exterior dels esculls:** seguiment dels organismes incrustants a la superfície dels mòduls tipus geoda, cal destacar l'aparició d'organismes sèssils (fouling)
- **Interior Esculls:** espais interiors dels mòduls tipus geoda, vistos des de l'exterior a través de les obertures d'aquests

Cal mencionar que durant el mostreig realitzat a la primavera de l'any 2023 no es van poder registrar les espècies que es trobaven a l'interior dels forats dels esculls, ja que aquestes estaven coberts per un bloom algal de l'espècie *Acinetospora crinita*.

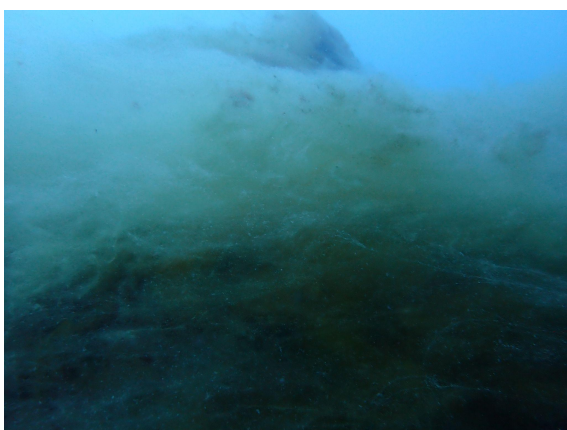


Foto. 3: *Acinetospora crinita* cobrint l'escull central durant el mostreig de primavera de l'any 2023

3.2. Resultats

3.2.1 Anàlisi vídeos subaquàtics

Mostreig tardor 2022

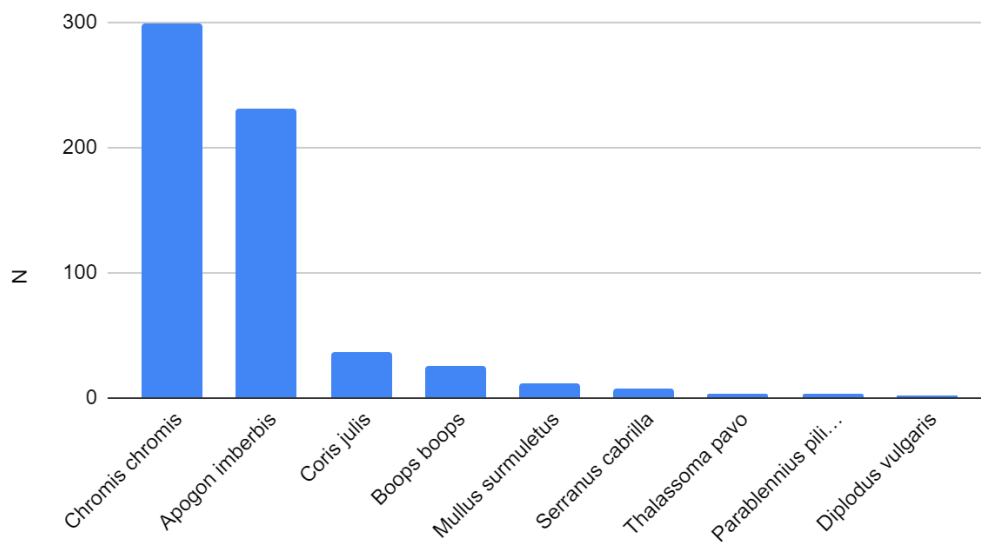
Durant el mostreig d'icitofauna a través de vídeos subaquàtics s'ha observat un total de 9 espècies representades amb 622 individus. Com s'observa al gràfic 1, les espècies més albirades han estat *Chromis chromis* i *Apogon imberbis*.



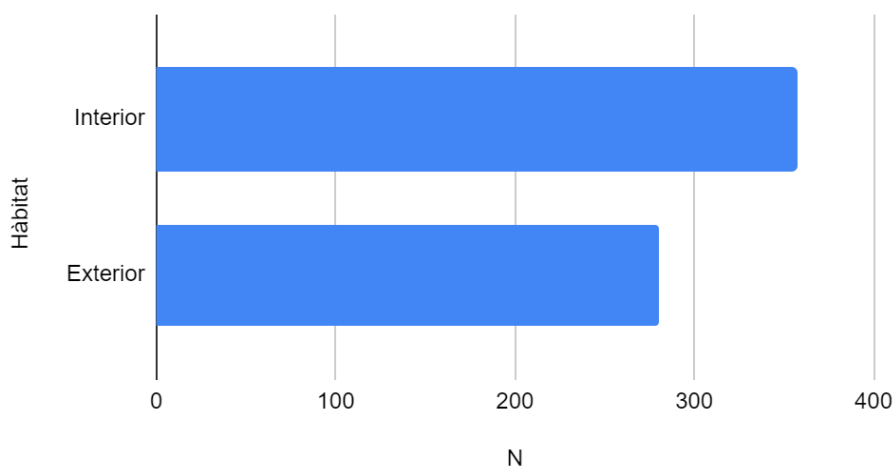
Foto. 4: *Apogon imberbis* observat durant el mostreig de tardor de 2022

Alhora al segon gràfic ens indica que el major nombre d'individus ha estat registrat a l'interior dels mòduls geoda, això és degut al fet que la diversitat a l'exterior dels mòduls era superior, però el nombre d'individus de dues espècies en concret, *Chromis chromis* i *Apogon imberbis* era superior a l'interior dels mòduls. Això és degut al reclutament de juvenils trobat de les dues espècies, tot i que són espècies que principalment es reproduïxen a l'estiu, intuïm que l'augment de la temperatura del mar ha afectat aquest fenomen.

Per altra banda, s'observa una elevada abundància d'individus adults de l'espècie *Apogon imberbis*, atès que és un animal d'activitat nocturna, que durant el dia s'amaga en esquerdes i forats.



Gràfic 1: espècies ictiofauna més observades durant els vídeos, durant el mostreig de tardor



Gràfic 2: individus ictiofauna registrat per a cada hàbitat

S'han realitzat diferents rèpliques de vídeos per a l'hàbitat corresponent a l'exterior de l'escull, és a dir, a la superfície dels mòduls, i per a l'hàbitat corresponent als espais interiors dels mòduls tipus geoda.

Aquestes rèpliques han estat analitzades com a diferents comunitats, 8 d'elles catalogades com a hàbitat d'exterior dels mòduls geoda i els altres tres grups com a comunitats de l'interior dels mòduls, amb l'objectiu d'avaluar la diversitat d'espècies que es troba a les comunitats dels diferents hàbitats.

El motiu pel qual les rèpliques a l'interior dels mòduls és inferior a la de l'exterior és degut al fet que aquest apartat de l'estudi es basa en la diversitat d'ictiofauna observada. Assenyalant que a l'hàbitat d'interior de l'escull s'ha reportat una gran varietat d'organismes sèssils, però no en tots els vídeos s'ha registrat ictiofauna, per aquest motiu només consten d'anàlisi les 3 comunitats representatives d'ictiofauna a l'interior dels mòduls geoda.

Per a dur a terme aquest estudi s'ha fet servir l'índex de Shannon. Mesurant la mitjana dels índexs extrets, per a cada comunitat dels vídeos rèplica, trobem que l'**índex de Shannon** per a l'hàbitat corresponent a l'exterior dels esculls és de 0.58 i l'índex de Shannon obtingut per a l'hàbitat corresponent a l'interior de l'escull és de 0.27.

Com es pot observar al gràfic número 3, algunes de les comunitats consten d'un índex de Shannon superior a 1. Obtenint, en comparativa amb les dades avaluades al seguiment de l'any 2011 uns valors superiors, concretament doblant les xifres obtingudes a la tardor del 2011 en la zona pertinent a l'exterior dels mòduls, fet que indica l'evolució i maduració d'aquest ecosistema, tant en l'hàbitat d'exterior com d'interior de l'escull, observeu la taula número 2.

Tot i que el valor de $H' = 0.58$ indica una baixa diversitat, dóna a entendre que l'ecosistema va madurant poc a poc.

L'índex d'**equidad de Shannon** és una forma de mesurar la uniformitat de les espècies en una comunitat. El terme uniformitat es refereix a com de similars són les abundàncies de diferents espècies en la comunitat.

El valor obtingut per a la comunitat de l'exterior dels mòduls geoda és superior a 0.5, fet que indica que la comunitat avança cap a un assoliment de la uniformitat.

Per a les comunitats analitzades a l'interior dels mòduls s'observa menor uniformitat i diversitat, això és degut al fet que molts dels organismes reportats són sèssils i pertanyen a altres fílums registrats al següent apartat d'anàlisi fotogràfic.

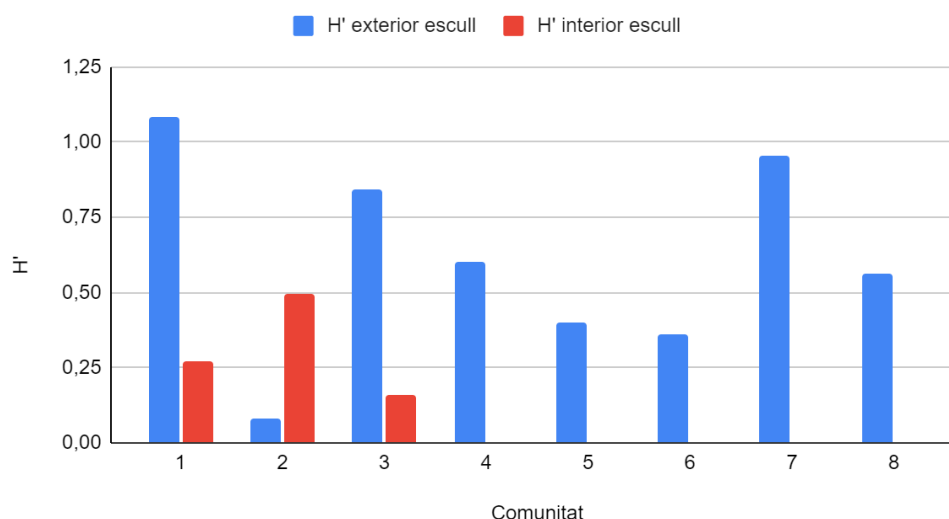
HÀBITAT	Exterior dels mòduls geoda	Interior dels mòduls geoda
ÍNDEX DE SHANNON $H = -\sum p_{y0} * \ln(p_{y0})$	0.6	0.3
ÍNDEX EQUIDAD DE SHANNON $EH = H / \ln(S)$	0.53	0.23

Taula 1: índex de Shannon i Equidad de Shannon per als dos tipus d'hàbitats

HÀBITAT	H' 2011	H' 2022
Exterior del mòduls	<0.2	0.6
Interior dels mòduls	<0.3	0.3

Taula 2: comparativa índex de Shannon per a l'any 2011 i 2022

Índex de Shannon



Gràfic 3: índex de Shannon obtingut per a cada comunitat dels dos hàbitats estudiats

Mostreig primavera 2023

Existint la hipòtesi que les poblacions ictiològiques augmenten en l'època càlida en mars temperats (Harmelin, 1985; Relini, 2002a; Relini, 2002b; Santos, 2005), com també que augmenta en indrets on no hi havia cap tipus de relleu sobre el fons marí (Bayle-Sempere, 2001; Claudet, 2004; Pickering, 1997; 1999) s'esperava un augment en el nombre d'espècies i d'abundància durant el seguiment realitzat el 1 de juny de l'any 2023.

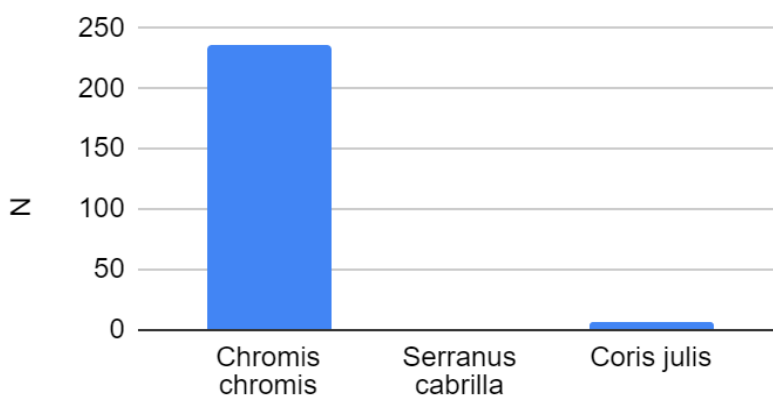
Però, el seguiment de la biodiversitat marina es va veure afectat per la colonització de l'alga bruna *Acinetospora crinita*. Donat que aquesta colonitza la major part dels esculls artificials.

Acinetospora crinita és una alga filamentosa, comú al mar Mediterrani, que creix de manera accentuada durant la primavera i l'estiu. Aquestes colonitzen tot el fons marí, cobrint les roques, els sediments i els organismes existents, reduint la capacitat de filtració d'aquests o fins i tot impossibilitant la seva existència. Tot i que hi ha peixos herbívors que s'alimenten d'ella, el consum que realitzen aquests animals no es pot equiparar a l'exponencial creixement de *Acinetospora crinita*.

Acinetospora crinita s'ha trobat als dos primers terços superiors dels esculls, superfície més favorable, ja que és el substrat més il·luminat, cobrint la majoria forats de les parets dels esculls. Per aquest motiu la ictiofauna present a la part interna dels esculls no s'ha pogut documentar, atès que era inexistent. Tanmateix, s'ha pogut dur a terme el registre amb vídeo de la ictiofauna present al voltant dels esculls (Gràfic 4). La qual ha disminuït considerablement, atesos a aquestes condicions.



Foto 5 esquerra: paret lateral de l'escull central, en la qual es pot veure una palmereta (*Sabella spallanzanii*) recobert per l'alga *Acinetospora crinita* / **Fotografia 6 dreta:** part superior de l'escull central també recobert per *Acinetospora crinita*, amb dos individus de *Coris julis* nedant pel voltant.



Gràfic 4: espècies d'ictiofauna més observades durant els vídeos, durant el mostreig de primavera.

La comparativa realitzada durant les diferents estacions no és significativa a l'hora de elaborar l'anàlisi estadístic, a causa de la manca de dades del segon mostreig. Causat per un factor extern, la colonització dels esculls per l'alga *Acinetospora crinita*.

En la taula següent es pot comparar la diferència en espècies i abundància de la part exterior dels esculls, la qual a disminuït considerablement. Ja que en el mostreig d'octubre es reporten, mitjançant els vídeos subaquàtics, 10 espècies diferents en l'interior i exterior dels esculls. En canvi, durant el mostreig de primavera només es detecten tres espècies diferents. Disminuint de 622 individus observats, a la tardor, a 244 en el mostreig de primavera.

Mostreig tardor	
Espècie	N
<i>Chromis chromis</i>	299
<i>Apogon imberbis</i>	231
<i>Coris julis</i>	37
<i>Boops boops</i>	25
<i>Mullus surmuletus</i>	12
<i>Serranus cabrilla</i>	8
<i>Thalassoma pavo</i>	4
<i>Parablennius pilicornis</i>	4
<i>Diplodus vulgaris</i>	2
Total espècies: 10	622

Mostreig primavera	
Espècie	N
<i>Chromis chromis</i>	236
<i>Serranus cabrilla</i>	1
<i>Coris julis</i>	7
Total espècies: 3	244

Taula 3 i 4: espècies i nombre d'individus detectades al mostreig de tardor i primavera

3.2.2. Anàlisi fotografies subaquàtiques

Mostreig tardor 2022

Durant l'anàlisi de les fotografies subaquàtiques s'ha observat un total de **57 espècies** de **13 filums** diferents, amb un total de **3.137 individus**.

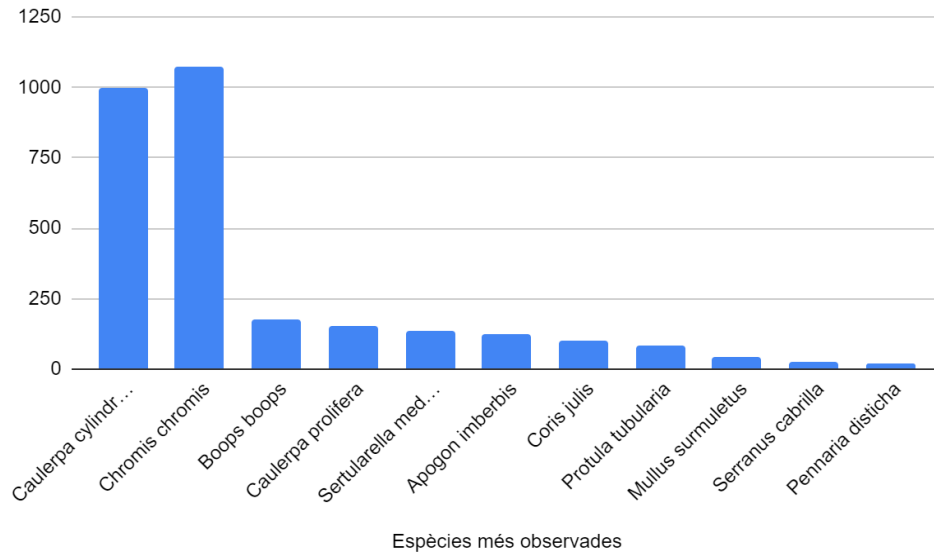
A la taula número 3 podeu observar el nombre d'individus i espècies reportades per cada filum.

FÍLUM	ESPÈCIES	INDIVIDUS
CHLOROPHYTA	3	1153
OCHROPHYTA	2	8
RHODOPHYTA	2	7
PORIFERA	4	20
ECHINODERMATA	3	18
TUNICATA	4	27
MOLLUSCA	8	21
BRYOZOA	1	8
PLATYHELMINTHE	1	3
ANNELIDA	4	90
CNIDARIA	9	187
CRUSTACEA	2	10
VERTEBRATA	14	1585
TOTAL	57	3137

Taula 5: fílums, espècies i individus reportats en les fotografies

Les espècies més observades han estat, l'alga verda *Caulerpa Cylindracea*, espècie invasora al Mediterrani, organisme competidor de les praderies de *Posidonia oceanica*. Peixos com l'abans mencionat *Chromis chromis*, cnidaris com *Sertularella mediterranea* o Anèl·lids com *Protula tubularia*. Podeu veure-les representades al gràfic número 4.

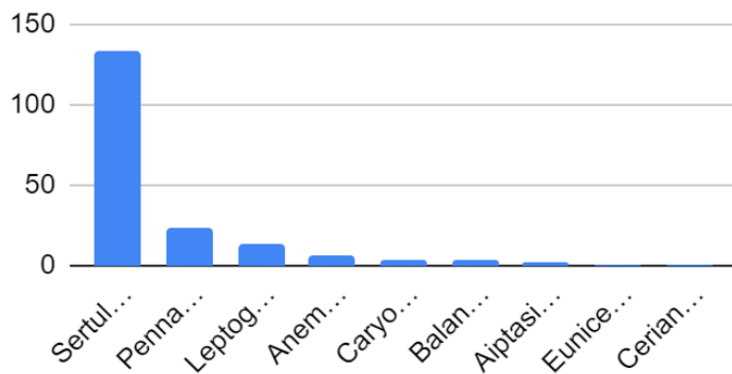
Altrament, cal citar el registre fotogràfic de dues espècies presents en ecosistemes madurs i saludables com són el Mero (*Epinephelus marginatus*) o la gorgonia (*Leptogorgia sarmentosa*). A l'annex poden trobar el llistat d'espècies registrades durant el mostrejos.



Gràfic 5: espècies més observades durant el registre fotogràfic

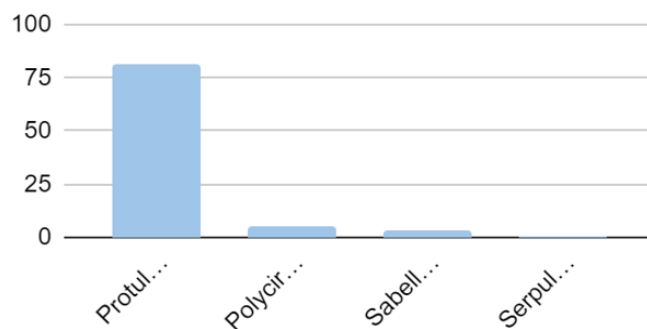
A continuació s'exposen les taules i gràfics, on es mostra l'abundància de les espècies pertanyents als filums més representatius observats durant les jornades de seguiment.

ESPÈCIE	N
<i>Sertularella mediterranea</i>	134
<i>Pennaria disticha</i>	23
<i>Leptogorgia sarmentosa</i>	13
<i>Anemonia viridis</i>	6
<i>Caryophylla inornata</i>	4
<i>Balanophyllia euopaea</i>	3
<i>Aiptasia mutabilis</i>	2
<i>Eunicella gazella</i>	1
<i>Cerianthus membranaceus</i>	1



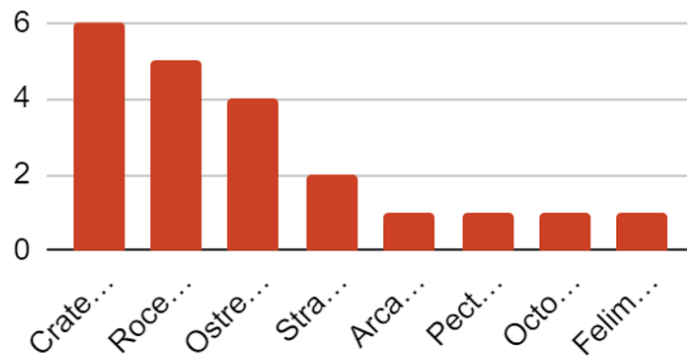
Taula 6, Gràfic 6: filum Cnidaris

ESPÈCIE	N
<i>Protula tubularia</i>	81
<i>Polycirrus sp</i>	5
<i>Sabella spallanzanii</i>	3
<i>Serpula vermicularis</i>	1



Taula 7, Gràfic 7: filum Anèl·lids

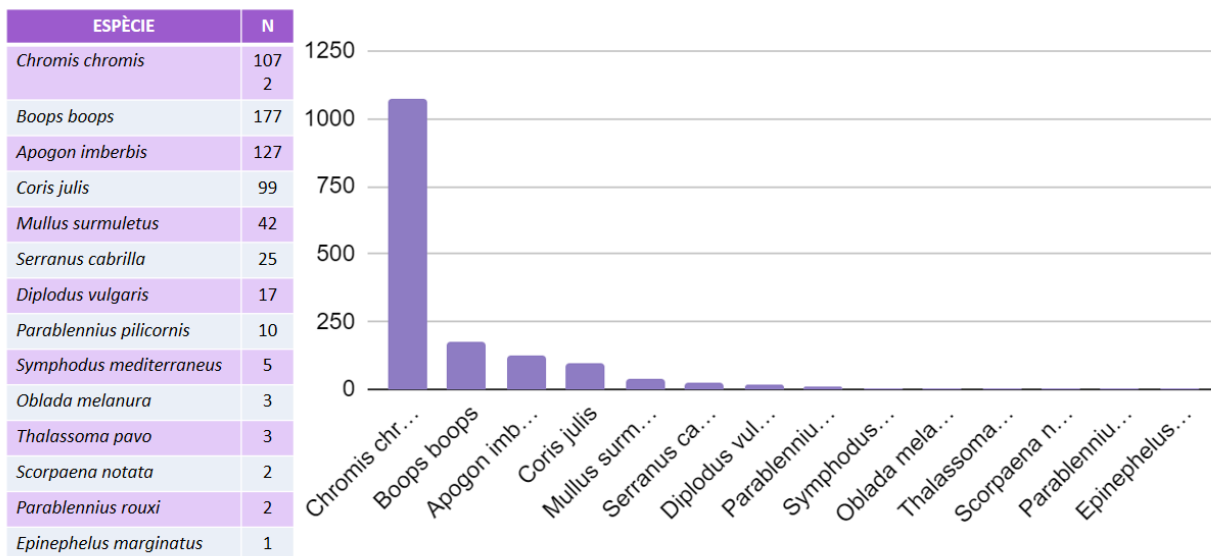
ESPÈCIE	N
<i>Cratena peregrina</i>	6
<i>Rocellaria dubia</i>	5
<i>Ostrea edulis</i>	4
<i>Stramonita haemastoma</i>	2
<i>Arca noae</i>	1
<i>Pecten jacobaeus</i>	1
<i>Octopus vulgaris</i>	1
<i>Felimare picta</i>	1



Taula 8, Gràfic 8: fílum Mol·luscs



Foto. 7 esquerra: *Dardanus calidus* Foto. 8 dreta: *Cratena peregrina*.
Observats durant el mostreig de tardor de l'any 2022



Taula 9, Gràfic 9: fílum Vertebrats



Foto. 9 esquerra: *Parablennius tentacularis*. Observat durant el mostreig de primavera de l'any 2023.

Foto. 10 dreta: *Serranus cabrilla*. Observat durant el mostreig de tardor de l'any 2022

Mostreig primavera 2023

Durant l'anàlisi de les fotografies subaquàtiques, realitzades a la primavera, s'ha observat un total de **54 espècies** de **12 fílums** diferents, amb un total de **1.871 individus**.

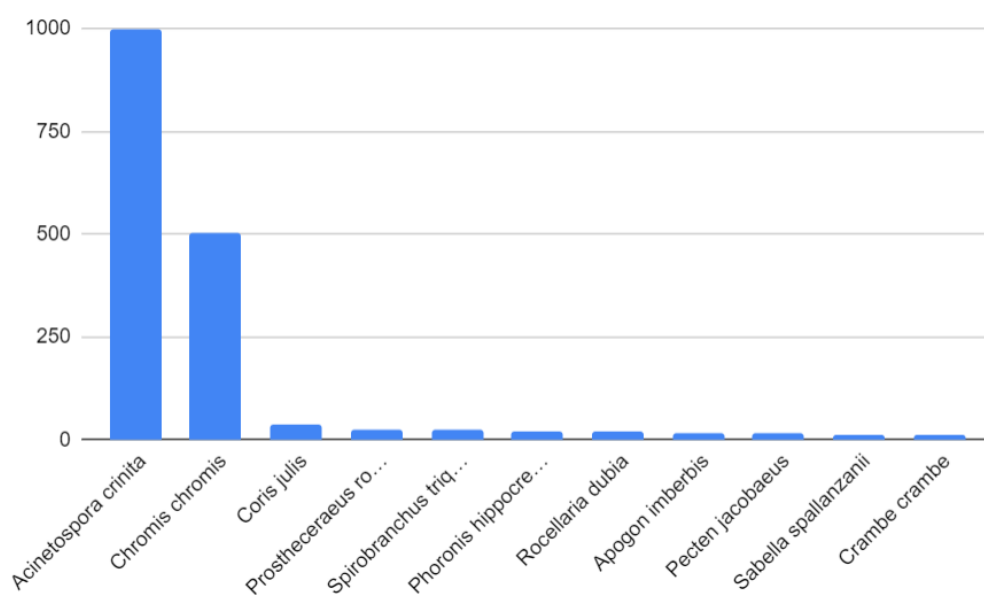
A la taula número 8 podeu observar el nombre d'individus i espècies reportades per cada fílum.

FÍLUM	ESPÈCIES	INDIVIDUS
OCHROPHYTA	3	1053
RHODOPHYTA	1	4
PORIFERA	7	34
ECHINODERMATA	5	8
TUNICATA	4	14
MOLLUSCA	10	60
BRYOZOA	3	4
PLATYHELMINTHE	1	26
ANNELIDA	7	78
CNIDARIA	3	16
CRUSTACEA	2	11
VERTEBRATA	8	563
TOTAL	54	1871

Taula 10: Fílums, espècies i individus reportats en les fotografies

Les espècies més observades han estat, l'alga bruna *Acinetospora crinita*, competidora amb els altres organismes per la colonització de l'espai i *Chromis chromis* a la part exterior dels esculls, formant grans bancs.

Tot i que a l'annex podeu trobar el llistat d'espècies, cal mencionar que el mero registrat durant el primer mostreig, s'ha tornat a veure durant el mostreig de primavera. Fet que ens fa entendre que habita de manera fixe a la zona.



Gràfic 10: espècies més observades durant el registre fotogràfic

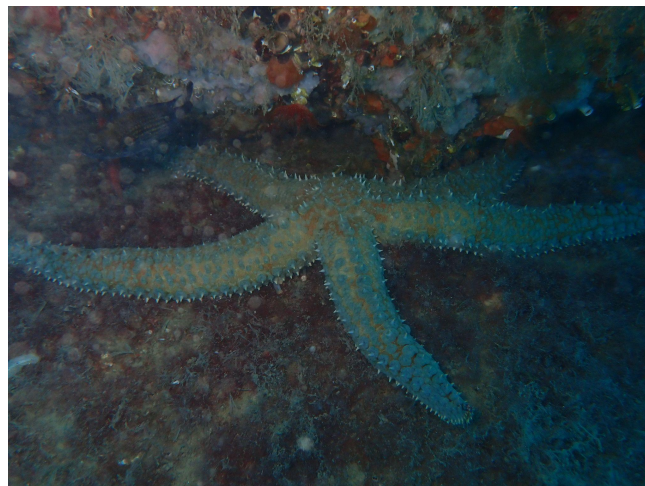
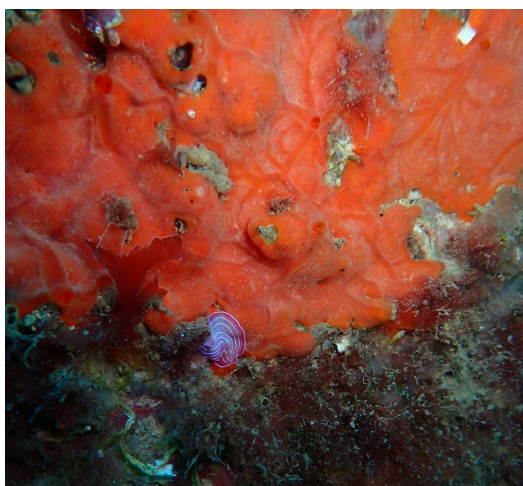
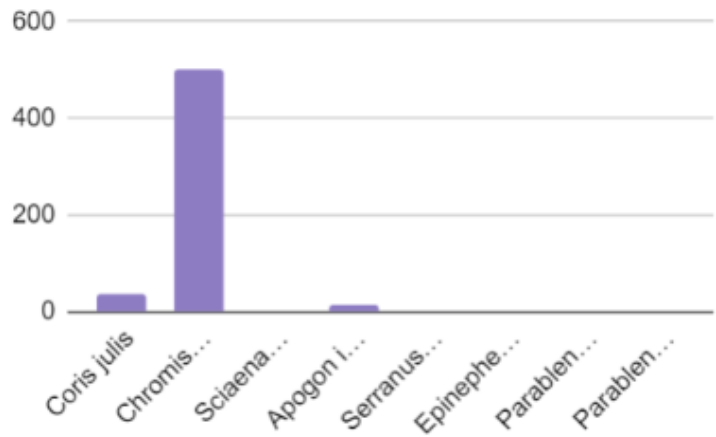


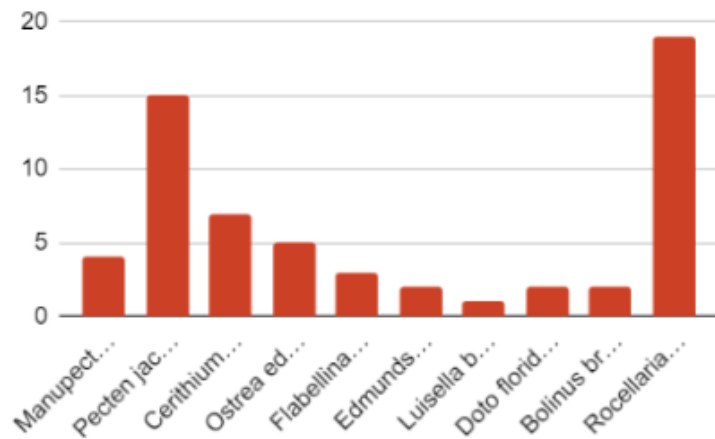
Foto. 11 esquerra: *Prostheceraeus roseus* i *Crambe crambe*. Observades durant el mostreig de tardor de l'any 2022. **Foto. 12 dreta:** *Marthasterias glacialis*. Observada durant el mostreig de primavera de l'any 2023

Espècie	N
<i>Coris julis</i>	38
<i>Chromis chromis</i>	502
<i>Sciaena umbra</i>	2
<i>Apogon imberbis</i>	15
<i>Serranus cabrilla</i>	3
<i>Epinephelus marginatus</i>	1
<i>Parablennius pilicornis</i>	1
<i>Parablennius tentacularis</i>	1



Taula 11, Gràfic 11: fílum vertebrats

ESPÈCIE	N
<i>Manupecten pesfelis</i>	4
<i>Pecten jacobaeus</i>	15
<i>Cerithium vulgatum</i>	7
<i>Ostrea edulis</i>	5
<i>Flabellina affinis</i>	3
<i>Edmundsella pedata</i>	2
<i>Luisella babai</i>	1
<i>Doto floridicola</i>	2
<i>Bolinus brandaris</i>	2
<i>Rocellaria dubia</i>	19



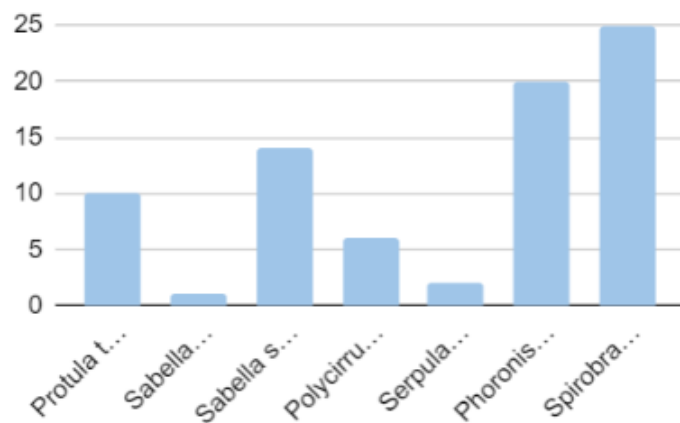
Taula 12, Gràfic 12: fílum Mol·luscs



Foto. 13 esquerra: *Luisella babai*. Foto. 14 dreta: *Doto floridicola*.

Observats durant el mostreig de primavera de l'any 2023

ESPÈCIE	N
<i>Protula tubularia</i>	10
<i>Sabella discifera</i>	1
<i>Sabella spallanzanii</i>	14
<i>Polycirrus sp</i>	6
<i>Serpula vermicularis</i>	2
<i>Phoronis hippocrepia</i>	20
<i>Spirobranchus triqueter</i>	25



Taula 13, Gràfic 13: fílum Anèl·lids

3.3. Conclusions

Avaluant els resultats obtinguts, extrets de les fotografies i vídeos subaquàtics, es conclou que pel que respecta a la biodiversitat observada, comparada amb el seguiment de 2011, s'assoleix un increment tant en diversitat, com en abundància. Basant-nos en els valors obtinguts mitjançant l'índex de Shannon, l'índex d'Equitativitat de Shannon i les espècies amb les seves respectives abundàncies registrades, durant el mostreig de la tardor.

Un factor a tenir en compte ha estat la troballa i proliferació de l'alga invasora *Caulerpa cylindracea*, tot i que es coneix que aquesta es trobava present l'any 2011, no es disposen de dades suficients registrades per a poder avaluar l'evolució i situació actual de l'efecte d'aquesta alga invasora sobre l'ecosistema.

Per altra banda, s'observen fulles seques de la fanerògama *Posidonia oceanica*, indicatiu que alguna pradera es troba propera a la zona, fet que s'hauria d'estudiar amb detall. De totes maneres, no hi ha un registre de dades anteriors suficients per a realitzar una comparativa de l'evolució d'aquesta alga invasora sobre els esculls artificials del Parc Del Garraf.

Cal mencionar que es varen registrar espècies target en ecosistemes sans i més madurs, com poden ser la Gorgonia (*Leptogorgia sarmentosa*) o el Mero (*Epinephelus marginatus*). Tot i que a causa del bloom algal l'individu de *Leptogorgia sarmentosa* no va ser reportat.

Existint la hipòtesi que les poblacions ictiològiques augmenten en l'època càlida en mars temperats (Harmelin, 1985; Relini, 2002a; Relini, 2002b; Santos, 2005), com també que augmenta en indrets on no hi havia cap tipus de relleu sobre el fons marí (Bayle-Sempere, 2001; Claudet, 2004; Pickering, 1997; 1999), i valorant que el primer mostreig s'ha realitzat durant la tardor, època on en aigües temperades és més difícil registrar observacions de biodiversitat marina, es constata una clara millora pel que respecta a la maduració de l'ecosistema, reportant millors índexs de diversitat en una època desfavorable per a realitzar l'avaluació, basant-nos en les dades de l'únic mostreig realitzat a la tardor de l'any 2022.

Per la qual cosa, abans de dur a terme el mostreig fet a la primavera, es pronosticava que durant aquest s'hauria d'observar un augment de biodiversitat i uniformitat d'espècies.

Però, en dur a terme el mostreig de primavera es va observar una gran colonització per part de l'alga *Acinetospora crinita*. I això va suposar una alteració completa de l'ecosistema, atès que va cobrir tots els orificis petits i gran dels dos terços superiors dels esculls. Motiu pel qual les espècies que habitaven en aquests van perdre l'hàbitat i moltes de les espècies bentòniques que habitaven a les parets dels esculls van desaparèixer. Es coneix que aquest és un comportament típic de l'alga a les nostres aigües durant aquesta època, però no la repercussió que aquesta pot tenir sobre l'ecosistema dels esculls artificials del Garraf.

L'augment significatiu en el registre d'espècies que s'esperava tenir durant el mostreig de primavera, va veure's frustrat, ja que tant el nombre d'espècies com d'individus ha disminuït dràsticament de tardor a l'estiu.

Per a poder avaluar la situació real dels ecosistemes que han creat aquests esculls es proposa realitzar una comparativa anual i estacional continua en el temps, perquè augmentant l'esforç de mostreig és de l'única manera que es podria valorar significativament quin és l'estat i l'evolució d'aquests, sense que diversos paràmetres ambientals externs influeixin a l'anàlisi de dades del seguiment sobre la biodiversitat marina de la zona.

Pel que s'estableix que el present estudi ha estat la base per a registrar la biodiversitat marina present en dues estacions de l'any, durant dos mostrejos exclusius. Mostrant espècies indicadores de l'inici d'un ecosistema madur a la tardor i un bloom algal invasiu a la primavera.

Per poder assolir un total coneixement sobre la successió ecològica, l'impacte i l'evolució del parc dels esculls artificials del Garraf es suggereix fer censos visuals de manera mensual i lineal en el temps. Ja que només d'aquesta manera les dades obtingudes seran significatives per a poder dur a terme un anàlisi estadístic comparatiu de la biodiversitat marina dels esculls.



Foto. 15 esquerra: *Caulerpa prolifera* envoltada de *Caulerpa cylindracea* durant el mostreig de primavera de 2022. **Foto. 16 dreta:** *Leptogorgia sarmentosa* durant el mostreig de primavera de 2022.

4. ANNEX

Llistat d'espècies observades i abundàncies respectives durant el mostreig de la tardor de l'any 2022:

Espècie	N
<i>Caulerpa prolifera</i>	152
<i>Caulerpa cylindracea</i>	1000
<i>Codium bursa</i>	1
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	7
<i>Dictyota dichotoma</i>	1
<i>Lithothamnion sp</i>	2
<i>Mesophyllum expansum</i>	5
<i>Phorbas sp</i>	4
<i>Dysidea avara</i>	3
<i>Crambe crambe</i>	6
<i>Pleraplysilla spinifera</i>	7
<i>Echinaster sepositus</i>	6
<i>Paracentrotus lividus</i>	3
<i>Holothuria tubulosa</i>	9
<i>Pycnoclavella nana</i>	2
<i>Microcosmus sabatieri</i>	10
<i>Phallusia fumigata</i>	14
<i>Diplosoma spongiforme</i>	1
<i>Felimare picta</i>	1
<i>Cratena peregrina</i>	6
<i>Rocellaria dubia</i>	5
<i>Stramonita haemastoma</i>	2
<i>Arca noae</i>	1
<i>Pecten jacobaeus</i>	1
<i>Octopus vulgaris</i>	1
<i>Ostrea edulis</i>	4
<i>Schizoporella errata</i>	8
<i>Prostheceraeus roseus</i>	3
<i>Protula tubularia</i>	81
<i>Sabella spallanzanii</i>	3
<i>Polycirrus sp</i>	5
<i>Serpula vermicularis</i>	1

<i>Leptogorgia sarmentosa</i>	13
<i>Anemonia viridis</i>	6
<i>Eunicella gazella</i>	1
<i>Aiptasia mutabilis</i>	2
<i>Sertularella mediterranea</i>	134
<i>Pennaria disticha</i>	23
<i>Cerianthus membranaceus</i>	1
<i>Balanophyllia europaea</i>	3
<i>Caryophyllia inornata</i>	4
<i>Dardanus calidus</i>	1
<i>Perforatus perforatus</i>	9
<i>Parablennius pilicornis</i>	10
<i>Chromis chromis</i>	1072
<i>Coris julis</i>	99
<i>Scorpaena notata</i>	2
<i>Parablennius rouxi</i>	2
<i>Apogon imberbis</i>	127
<i>Serranus cabrilla</i>	25
<i>Symphodus mediterraneus</i>	5
<i>Diplodus vulgaris</i>	17
<i>Epinephelus marginatus</i>	1
<i>Mullus surmuletus</i>	42
<i>Oblada melanura</i>	3
<i>Thalassoma pavo</i>	3
Boops boops	177

Listat d'espècies observades i abundàncies respectives durant el mostreig de la primavera de l'any 2023:

Espècie	N (total)
<i>Sporochnus peduncula</i>	3
<i>Sargassum vulgare</i>	5
<i>Acinetospora crinita</i>	1000
<i>Rhodophyta</i>	4
<i>Crambe crambe</i>	13

<i>Dysidea fragilis</i>	6
<i>Dysidea avara</i>	4
<i>Phorbas tenacior</i>	6
<i>Spirastrella cunctatrix</i>	3
<i>Terpios sp</i>	1
<i>Haliclona sp</i>	1
<i>Paracentrotus lividus</i>	1
<i>Echinaster sepositus</i>	2
<i>Arbacia lixula</i>	3
<i>Holothuria tubulosa</i>	1
<i>Marthasterias glacialis</i>	1
<i>Phallusia fumigata</i>	9
<i>Aplidium conicum</i>	1
<i>Lissoclinum perforatum</i>	3
<i>Microcosmus sabateri</i>	1
<i>Manupecten pesfelis</i>	4
<i>Pecten jacobaeus</i>	15
<i>Cerithium vulgatum</i>	7
<i>Ostrea edulis</i>	5
<i>Flabellina affinis</i>	3
<i>Edmundsella pedata</i>	2
<i>Luisella babai</i>	1
<i>Doto floridicola</i>	2
<i>Bolinus brandaris</i>	2
<i>Rocellaria dubia</i>	19
<i>Bugulina calathus</i>	2
<i>Turbicellepora avicularis</i>	1
<i>Rhynchozoon sp</i>	1
<i>Prostheceraeus roseus</i>	26
<i>Protula tubularia</i>	10
<i>Sabella discifera</i>	1
<i>Sabella spallanzanii</i>	14
<i>Polycirrus sp</i>	6

<i>Serpula vermicularis</i>	2
<i>Phoronis hippocrepia</i>	20
<i>Spirobranchus triqueter</i>	25
<i>Caryophyllia inornata</i>	12
<i>Anemonia viridis</i>	1
<i>Aglaophenia elongata</i>	3
<i>Calcinus tubularis</i>	3
<i>Perforatus perforatus</i>	8
<i>Coris julis</i>	38
<i>Chromis chromis</i>	502
<i>Sciaena umbra</i>	2
<i>Apogon imberbis</i>	15
<i>Serranus cabrilla</i>	3
<i>Epinephelus marginatus</i>	1
<i>Parablennius pilicornis</i>	1
<i>Parablennius tentacularis</i>	1