



**EFFECTES DEL CANVI CLIMÀTIC  
SOBRE LA BIODIVERSITAT  
MARINA DE LA PLATJA DEL  
FÒRUM DE BARCELONA**

Pseudònim: Ulrich Stern

## Agraïments

Abans de donar com a iniciat el treball i començar a introduir el projecte de recerca, voldria agrair a diverses persones l'ajuda que m'han anat oferint de manera continuada al llarg d'aquests mesos, ja que sense elles hauria estat impossible realitzar i desenvolupar la meva investigació.

En primer lloc, vull donar les gràcies a la meva família per haver sigut tan comprensiva a l'hora d'accedir a deixar-me dur a terme la meva part pràctica, encara que això significués haver de fer molts canvis d'horaris i dates i, per haver-me cuidat i acompanyat durant les diverses nits que vaig passar en vela mentre acabava el meu treball.

En segon lloc, agraeixo a tot l'equip de la Federació Catalana d'Activitats Subaquàtiques (FECIDAS) per haver-nos acollit, per deixar-nos participar en el projecte de Diversitat Aquàtica (DIVA) i per haver-nos deixat prestat el seu material per a poder dur a terme el meu projecte. Però, vull agrair a una investigadora de FECIDAS en concret, la Mireia Montasell, qui ens ha ajudat i guiat durant tot aquest procés, qui m'ha acompanyat a totes les sortides al mar i qui ha estat sempre pendent de nosaltres encara que tenia l'agenda plena.

En tercer lloc, vull donar les gràcies a la meva tutora de classe, Raquel Colomer, per sempre preguntar i interessar-se en com portava el meu treball. Als meus companys de classe i amics, Soraya Mohamed, Armaan Singh, Iman Ettakkal, Soraya El Yousoufi, Doae Bachir, Asmae El Haouari, Fabián Rodríguez, Sandra Rodríguez, Ayesha Alí, Malak El Mouak i Houda Ahrouch, per haver-me donat suport i acompanyar-me al llarg de tot aquest treball. Faig una menció especial a dues exalumnes del centre, Carla Tomalá i Chaimae Abettoy, per haver-me animat a seguir i haver confiat en tot moment que seria capaç d'aconseguir-ho.

Finalment, però no menys important, vull agrair a les meves tutores del treball de recerca, Bea Martí i Olga Vidal, les quals m'han guiat, m'han ajudat, m'han ensenyat a organitzar la informació i a estructurar el treball i han mantingut l'esperança en tot moment.

Moltes gràcies a tots.



## Resum

Les activitats humanes alteren l'equilibri natural del planeta. El ritme de vida actual i el desenvolupament de la indústria, el transport i la tecnologia fa que cada cop s'alliberin més contaminants que afecten els ecosistemes i resulten tòxics per als éssers vius. La majoria d'aquests contaminants, sumat a altres factors i processos antròpics, s'emeten en forma de gas i contribueixen a un augment de la temperatura global del planeta, que comporta un canvi climàtic mundial. Barcelona no es queda enrere quant a la producció de contaminants i residus, concretament, la platja del Fòrum de Barcelona, la qual es troba en una àrea urbana envoltada d'indústries. Aquests factors fan que la biodiversitat de la zona, inclosa la biodiversitat marina, estigui patint les conseqüències de les accions humanes. Determinades espècies d'éssers vius són considerades bioindicadors del canvi climàtic, ja que són més sensibles als canvis de pH i de temperatura de l'aigua. L'estudi realitzat demostra que la població de les espècies de peixos *Sarpa salpa*, *Coris julis*, *Thalassoma pavo*, *Serranus cabrilla* i *Serranus scriba*, que habiten a la platja del Fòrum de Barcelona, situada a la mar Mediterrània, es veuen afectades per l'augment de les temperatures de l'aigua, conseqüència directa de l'escalfament global i del canvi climàtic. Per tant, aquestes cinc espècies poden ser considerades com a bioindicadors del canvi climàtic a la mar Mediterrània.

**Paraules clau:** biodiversitat marina, bioindicador, canvi climàtic, platja del Fòrum de Barcelona, *Sarpa salpa*, *Coris julis*, *Thalassoma pavo*, *Serranus cabrilla* i *Serranus scriba*.

## Abstract

Human activities alter the natural balance of the planet. The current pace of life and development of industry, transport and technology releases more pollutants every time that affect ecosystems and are toxic to living beings. Most of these pollutants, added to other anthropic factors and processes, are emitted in gas form and contribute to an increase in the global temperature of the planet, which leads to global climate change. Barcelona isn't far behind in terms of the production of pollutants and waste, specifically Barcelona's Forum beach is located in an urban area surrounded by industries. These factors mean that the biodiversity of the area, including marine biodiversity, is suffering the consequences of human actions. Certain species of living beings are considered bioindicators of climate change because they are more sensitive to changes in pH and temperature of the water. The study carried out shows that the population of the fish species *Sarpa salpa*, *Coris julis*, *Thalassoma pavo*, *Serranus cabrilla* and *Serranus scriba*, which inhabit in the Barcelona's Forum beach, located in the Mediterranean sea, are affected by the increase in water temperatures, a direct consequence of global warming and climate change. Therefore, these five species can be considered as bioindicators of climate change in the Mediterranean sea.

**Keywords:** marine biodiversity, bioindicator, climate change, Barcelona's Forum beach, *Sarpa salpa*, *Coris julis*, *Thalassoma pavo*, *Serranus cabrilla* and *Serranus scriba*.

## Índex

1. Introducció .....	pàg. 4
2. El sistema litoral Mediterrani .....	pàg. 5
2.1. Característiques dels sistemes costaners .....	pàg. 5
2.2. Dinàmica litoral i morfologia costanera .....	pàg. 5
2.3. Risc a les zones costaneres .....	pàg. 6
2.4. Gestió de la zona litoral .....	pàg. 7
2.5. Gestió al litoral català .....	pàg. 7
3. El canvi climàtic .....	pàg. 7
3.1. Capa d'ozó .....	pàg. 8
3.2. Capa d'efecte hivernacle .....	pàg. 8
4. Impactes ambientals al litoral .....	pàg. 12
4.1. Marees negres .....	pàg. 12
4.2. Ports .....	pàg. 13
5. Platja del fòrum de Barcelona.....	pàg. 13
6. Espècies indicadores de canvi climàtic .....	pàg. 14
6.1 <i>Sarpa salpa</i> .....	pàg. 14
6.2 <i>Coris julis</i> .....	pàg. 15
6.3 <i>Thalassoma pavo</i> .....	pàg. 16
6.4 <i>Serranus cabrilla</i> .....	pàg. 17
6.5 <i>Serranus scriba</i> .....	pàg. 18
7. Objectius .....	pàg. 19
8. Hipòtesi .....	pàg. 19
9. Metodologia .....	pàg. 19
9.1. Àrea d'estudi .....	pàg. 19
9.2. Transectes .....	pàg. 20
9.3. Mostreig .....	pàg. 21
9.4 Equipament .....	pàg. 22
10. Resultats .....	pàg. 23
11. Conclusions .....	pàg. 33
12. Referències .....	pàg. 35
13. Annexos.....	pàg. 38



## 1. Introducció

La tria d'aquest tema ha estat relativament ràpida i senzilla. Des d'un inici sabia que aniria relacionat amb la biodiversitat, la biologia marina, la contaminació i l'estudi d'un ecosistema, ja que sempre he sentit un gran interès per la investigació, l'estudi d'animals i, sobretot, tot el que té a veure amb el mar, ja sigui la seva importància i funcionament com tots els organismes que hi conviuen i l'habiten.

Vam començar amb la recerca de projectes i treballs que es duen a terme a prop de Barcelona i que tractessin i tinguessin a veure amb la biodiversitat marina. Després, amb l'ajuda i la guia de les meves tutores, vam anar cercant i descartant temes i opcions d'estudi. Per últim, només havia de concretar una zona d'estudi, determinar les espècies a tractar, proposar uns objectius i entendre cap a on havia de dirigir el meu treball.

Finalment, vam contactar amb la Federació Catalana d'Activitats Subaquàtiques (FECIDAS), entitat privada d'utilitat pública i sense ànim de lucre, que està formada per un gran nombre de professionals i associacions d'àmbits molt diversos, com ara agrupacions d'esport, esportistes, àrbitres, comissaris, tècnics, biòlegs, etc. S'encarreguen de promoure diferents activitats subaquàtiques i de defensar, conservar, regenerar i custodiar el medi natural marí.

Ens van oferir l'oportunitat de participar en el projecte DIVA (Diversitat Aquàtica) constituït pel grup VIMAR (Vida Marina), els Observadors del Mar, l'equip científic del Departament de Biologia i Ecologia de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona, el Departament de Patrimoni Natural i Medi Marí de FECIDAS i l'equip científic de l'Aquàrium de Barcelona. El projecte DIVA consisteix a fer un estudi de la Biodiversitat Marina del fons dels Banyes del Fòrum de la platja de Barcelona. Té com a objectiu contribuir i millorar el coneixement de la fauna i flora marina de les nostres costes, així com aconseguir un apropament a la biodiversitat de la Platja del Fòrum, la conservació de la zona i evitar els principals impactes i riscos que amenacen als diferents organismes que l'habiten.

Aquest projecte em permetrà comprendre millor la importància de l'existència de totes aquestes organitzacions, que se centren en la preservació, manteniment i conscienciació de la vida aquàtica, així com conèixer la biodiversitat marina que habita en el litoral on resideixo i millorar les meves habilitats de snorkel i busseig, gràcies a les immersions al mar que hauré de dur a terme al llarg de tot el treball.

El meu treball de recerca es centrarà principalment en l'estudi de la vida marina i en l'efecte de les accions humanes sobre aquest. Abans de continuar, explicaré alguns conceptes claus per contextualitzar-nos i situar-nos en temps i lloc i així poder comprendre del tot la part pràctica de la meva recerca, la més fonamental del meu treball.

## 2. El sistema litoral

El 66 % de la població mundial viu a les zones costaneres. Això, fa que el litoral estigui constantment sotmès a un gran impacte per part dels diferents sectors de l'activitat humana, com ara la indústria, l'agricultura, les comunicacions, el turisme, etc.

Sovint, l'equilibri tan delicat de la línia de costa, la línia de contacte entre l'aigua i la terra, es trenca, ja que la seva evolució natural es veu modificada i interrompuda per les obres i construccions de l'entorn proper, com ara poden ser els passejos marítims i els ports.

### 2.1. Característiques dels sistemes costaners

La zona costanera o litoral és la zona de transició i interacció entre l'ambient terrestre i l'ambient marí, la posició del qual varia en el temps geològic amb les transgressions i regressions marines, és a dir, amb els períodes de glaciació i desglaciació.

Les costes també són l'espai de desenvolupament de diversos ecosistemes: els manglars, els coralls i les praderies de posidònia. Els manglars són boscos d'arbres resistents a la sal que només són capaços de viure a la zona de transició entre la terra i el mar. Aquests, depenen molt de les marees i són essencials a l'hora de moderar i controlar inundacions i protegir les costes d'intensos onatges i huracans. Els coralls són el refugi i l'aliment de milers d'espècies de peixos i microorganismes a tot arreu. Però, l'elevada concentració del diòxid de carboni a l'atmosfera i l'erosió provocada per la seva desforestació, trenca el seu equilibri i els asfixia. Les praderies de posidònia constitueixen l'ecosistema més important del mar Mediterrani, aporten una gran quantitat d'oxigen, equilibren els sediments, mantenen un gran equilibri al litoral i protegeixen les platges de l'erosió.

### 2.2. Dinàmica litoral i morfologia costanera

Els processos marins principals que actuen sobre les costes són: les onades, els corrents i les marees, que provoquen l'erosió i l'acumulació de sediments.

Les onades presenten efectes d'erosió, de transport i sedimentació molt intensos a causa dels constants xocs de l'aigua contra la costa i la sorra. Les onades generades pel vent, proporcionen una gran quantitat d'energia que modifica tot el relleu de la costa. Aquesta energia prové d'onades que han viatjat milers de quilòmetres de distància, sense cap altre obstacle, fins a arribar a les costes on finalment xoquen i se n'absorbeix la seva energia.

Els corrents marins són un tipus de moviment que es produeix a les aigües que conformen els diferents oceans i mars i són els causants que hi hagi zones més fredes, càlides o mogudes dins un indret determinat. Això, es pot explicar mitjançant l'efecte Coriolis, causat per la rotació de la Terra. Aquest, diu que mentre més allunyades de la línia equatorial es trobin unes aigües, més lent serà el seu moviment, per tant, els corrents marins que es troben a l'hemisferi Nord es desplacen cap a la dreta i

els que es troben a l'hemisferi Sud es desplacen cap a l'esquerra. A més, les corrents també es poden generar a partir d'una diferència de temperatures entre la superfície i el fons marí, mitjançant els bucles o moviments de convecció.

Les mareas són ascensos i descensos del nivell de l'aigua que es donen de manera periòdica i constant i que afavoreixen la formació de corrents properes a les costes. Són conseqüència directa de les forces gravitacionals que el Sol i la Lluna exerceixen sobre el nostre planeta. A més, ajuden a aconseguir una estabilitat al clima global, ja que circulen les aigües càlides de l'equador i les fredes dels pols.

A la morfologia costanera distingim entre formes erosives (penya-segats i plataformes d'abrasió) i formes deposicionals o d'acumulació (arcs, illots, fletxes, barreres i platges). Els penya-segats litorals s'originen per l'erosió produïda per les onades quan xoquen contra la base rocosa de la costa. Les plataformes d'abrasió són les superfícies planes que queden a la base, format a causa de la regressió dels penya-segats. Els arcs litorals es formen quan les coves marines dels costats oposats d'un sortint rocallós s'uneixen. Si aquests arcs s'enfonsen, es formen els anomenats illots rocallosos a les plataformes d'abrasió. Les fletxes són formacions sedimentàries que es donen a algunes desembocadures de rius, ja que quan les corrents del riu frenen quan xoquen contra les onades del mar, la velocitat passa a ser nul·la i la sorra i els sediments cauen al fons, formant grans dipòsits allargats. Una barrera és un cúmulo de sorra que tanca quasi per complet una badia, deixant-la aïllada del mar. Les platges són acumulacions de sorres i graves, de diferents mides i formes, on les ones trenquen. És un important espai de sedimentació dels sediments provinents de l'erosió de les ones contra les estructures rocoses.

### **2.3. Risc a les zones costaneres**

Els riscos a la zona litoral estan directament relacionats amb l'erosió produïda a les costes, mitjançant la inundació d'àrees emergides durant esdeveniments instantanis o l'erosió de la línia de costa, i són causats per temporals marins, corrents litorals, tsunamis, ones gegants i seixes.

Quan el temps és tranquil, l'acció erosiva de les onades és mínima, però, quan el temporal és inquiet i agressiu, l'impacte de les grans onades contra la costa pot ser molt violent. Cada onada que trenca pot llençar milers de tones d'aigua contra la superfície, provocant grans fissures i esquerdes als penya-segats i deixant roques llises i arrodonides.

Un tsunami és una onada o conjunt d'onades de grans dimensions, poden arribar a les desenes de metres, normalment produïdes per terratrèmols submarins (amb una magnitud superior a 6 segons l'escala Richter), caigudes de meteorits, grans esclavissades, erupcions volcàniques submarines, enfonsament de plataformes, etc. Abans de l'arribada del tsunami a la costa, el nivell del mar comença a disminuir considerablement. Quan aquest arriba a les zones costaneres, a causa de l'elevada energia que transporta, pot provocar greus destrosses i avançar centenars de metres endins.

Les onades gegants són onades solitàries de gran altitud (fins a 25 metres) que no són causades per cap terratrèmol ni fenomen que causi un moviment d'una gran massa d'aigua. Es registren a mar obert i són les causants d'inundacions sobtades i de forts impactes en les estructures.



Tot i això, no s'ha de menystenir els efectes de les accions antropogèniques que modifiquen i disminueixen els sediments dels rius, intervenen i alteren la dinàmica litoral i destrueixen ecosistemes sencers, reduint així la important funció protectora de les barreres naturals.

## **2.4. Gestió de la zona litoral**

Les intervencions humanes que es produeixen al litoral estan normalment determinades per la pressió i el risc generat sobre la línia de costa. Segons la RAE (Reial Acadèmia Espanyola), la gestió ambiental realitza un conjunt d'activitats encaminades a garantir que els impactes ambientals es minimitzen o eliminen per contribuir a la sostenibilitat ambiental. Un dels processos de gestió més comuns és la reducció o eliminació de l'efecte erosiu de les onades i la fomentació de la sedimentació amb la construcció d'espigons, grans estructures que sobresurten a les desembocadures dels rius, i esculleres, murs de pedra que frenen les onades del mar. A més d'aquestes infraestructures, també es duen a terme importacions o moviments de sorra cap a platges mancats d'ella, a causa de l'elevada erosió causada per les onades de tempesta o a conseqüència de l'alteració de la dinàmica litoral per les infraestructures humanes, i així mantenir-les de manera artificial. Aquest procés de restauració és econòmicament costós i consisteix a dragar sorra d'un fons marí proper i distribuir-lo per la platja.

## **2.5. Gestió al litoral català**

Les activitats humanes, els processos d'ocupació del sòl, la construcció d'infraestructures i l'increment del desenvolupament urbanístic afecten directament als fenòmens litorals, que estan relacionats amb l'erosió i els canvis de la línia de costa, i al correcte funcionament natural dels diversos sistemes costaners.

A Catalunya trobem diverses organitzacions i organismes dedicats a la gestió dels fenòmens litorals. El RISKCAT, que depèn del Servei Geològic Català, s'encarrega de fer un seguiment i alerta de possibles riscos naturals i l'INUNCAT treballa amb riscos temporals. Com que Catalunya té una orientació molt oberta als vents de l'est i del sud, fa que els temporals siguin molt perillosos. A Barcelona, la gestió i coordinació es porta a terme a través del Programa de Gestió Integral del Litoral (PGIL), que lidera la Direcció de Serveis del Cicle de l'Aigua (Regidoria de Medi Ambient i Serveis Urbans de l'Àrea d'Hàbitat Urbà). Aquest programa disposa del certificat ISO 14.001:2004 i s'encarrega del seguiment de la qualitat de l'aigua i la sorra de les platges, el seguiment de la contaminació acústica i l'adquisició de la bandera blava, entre altres criteris que permeten garantir uns nivells òptims de qualitat. La vulnerabilitat de la costa als diversos fenòmens erosius i d'inundació és cada cop més intensa a causa de l'exagerat augment de l'ocupació dels espais litorals per a les diverses activitats humanes, ja siguin habitatges, serveis, oci, etc.

## **3. El canvi climàtic**

El canvi climàtic el podem definir com els canvis, a llarg termini, de les temperatures i altres variables del clima. Aquests canvis poden produir-se a conseqüència d'efectes naturals, com

les variacions del cicle solar, de l'òrbita terrestre, de la tectònica de plaques, de l'activitat volcànica, etc. Però, des del segle XIX, amb l'arribada de la revolució industrial, fins a l'actualitat, les accions humanes han sigut el principal motor d'aquest canvi i s'està produint a una velocitat i intensitat sense precedents a tota la història de la humanitat.

### 3.1. Capa d'ozó

La capa d'ozó és una extensa capa que envolta tot el planeta i està situada a l'estratosfera, entre els 30 i els 50 km d'altura. La composició de gasos d'aquesta capa és semblant a la que tenim a la superfície terrestre, on hi ha, a més, una certa quantitat d'ozó ( $O_3$ ).

L'ozó estratosfèric filtra l'arribada massiva de radiació ultraviolada; permet absorbir el 5% de la radiació ultraviolada de tipus A (UV-A), el 95% de la de tipus B (UV-B) i el 100% de la de tipus C (UV-C). D'aquesta manera, la major part de la radiació ultraviolada és filtrada i no arriba fins a la superfície terrestre, reduint així la quantitat de radiacions nocives i perjudicials per a la vida. L'any 1982 es va alertar de la disminució de la capa d'ozó sobre l'Antàrtida, que havia anat minvant des del 1966. En aquesta zona del planeta s'ha perdut, fins ara, entre el 50-60% de l'ozó total.

Es pot parlar de forat a la capa d'ozó quan la mesura d'ozó davalla de les 220 unitats Dobson (UD). Les unitats Dobson corresponen a la concentració d'ozó que a 0 °C i a 1 atmosfera de pressió formaria una capa de 0,01 mm de gruix. Els nivells normals són a partir dels 300 UD. A l'Antàrtida no s'han tornat a registrar nivells per sobre dels 300 UD des d'aproximadament 1967, i des de llavors, ha anat disminuint sense pausa, arribant a baixar per sota dels 100 UD l'any 2008.

Els principals contaminants emesos a l'atmosfera i amb capacitat per destruir l'ozó estratosfèric són els òxids de nitrogen, els compostos clorats (clorofluorocarbonis o CFC) i el bromur de metilè ( $CH_3Br$ ), els quals provenen de motors d'explosió (vehicles, avions, etc.), calderes, indústria ceràmica, indústria metal·lúrgica i fertilitzants. Per tant, la destrucció de la capa d'ozó a conseqüència de les activitats humanes provoca l'entrada de més radiació solar ultraviolada a la superfície terrestre.

### 3.2. Capa d'efecte hivernacle

L'efecte hivernacle consisteix en la retenció en l'atmosfera d'una part de la calor que emet la superfície terrestre, després que aquesta s'hagi escalfat per l'acció de la radiació solar i hagi retardat l'alliberament de l'energia tèrmica cap a l'espai exterior. Aquest efecte és el responsable de mantenir una temperatura mitjana global d'uns 15 °C, sense ell, la temperatura global seria aproximadament de -18 °C.

Els gasos responsables de l'efecte hivernacle (GEH) són els que estan formats per molècules de tres o més àtoms. Els més fonamentals i abundants són: el diòxid de carboni ( $CO_2$ ), el metà ( $CH_4$ ), l'òxid nítrós ( $NO_2$ ), els hidrocarburs (HFC), l'ozó troposfèric ( $O_3$ ) i el vapor d'aigua, principalment.

**-Diòxid de carboni:** És un gas molt important per al planeta, ja que és necessari per a poder dur a terme el procés de la fotosíntesi. Les seves principals emissions provenen de les erupcions volcàniques, la crema de combustibles fòssils, les fàbriques, i la combustió del carbó i la fusta.

**-Metà i altres hidrocarburs:** Són poc abundants a l'atmosfera, però s'expulsen en grans quantitats a causa de la putrefacció de la matèria orgànica en zones pantanoses, de la vegetació, a les explotacions petrolíferes, a les indústries que utilitzen dissolvents i en la incineració de residus.

**-Òxid nítrós:** És un gas molt tòxic i perillós que es produeix a les refineries, a les centrals tèrmiques, a causa de l'ús de fertilitzants comercials i amb la incineració de combustibles fòssils i de la biomassa.

**-Els hidrocarburs:** Són gasos que poden reaccionar amb els òxids de nitrogen i l'oxigen per formar nitroperòxids (PAN), producte causant del boirum fotoquímic de les grans ciutats.

**-L'ozó troposfèric:** Són molècules d'ozó que es formen a la troposfera, en concret a l'estratosfera, on esdevé un gas contaminant amb un efecte nociu per als organismes; provoca irritació de les vies respiratòries i de les mucoses oculars, així com minven la producció de collites i provoquen corrosió de metalls, gomes i cautxú.

**-Vapor d'aigua:** És el gas d'efecte hivernacle més abundant a la Terra, que augmenta la seva abundància amb l'evaporació provocada per l'augment de la temperatura. Incrementa la probabilitat de núvols i precipitacions, essent un mecanisme de retroalimentació d'aquest efecte.

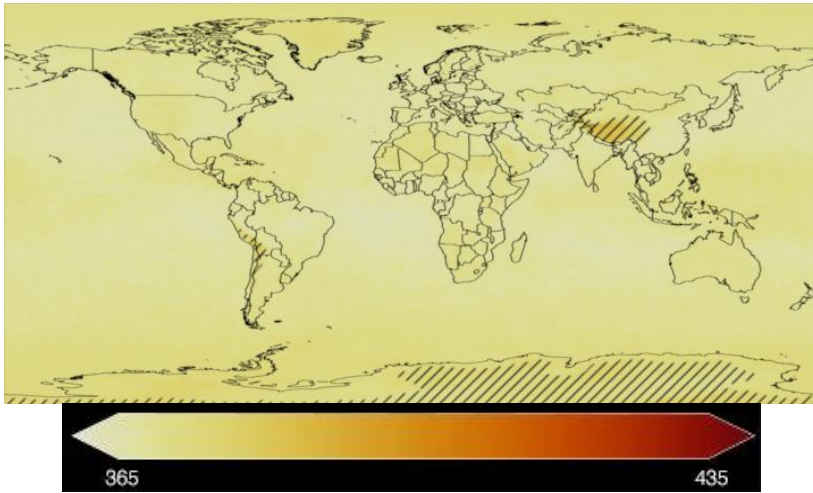
Per la seva abundància, el principal gas que absorbeix la radiació terrestre és el diòxid de carboni, encara que el vapor d'aigua també hi té un paper important.

Les noves tecnologies, l'ús de combustibles fòssils, la industrialització, el desenvolupament de la ramaderia, la desforestació desmesurada, entre altres, són els principals causants de les grans quantitats de gasos d'efecte hivernacle que s'han anat emetent a l'atmosfera des de fa segles, però, que s'ha anat intensificant en les últimes dècades. Al mateix temps, les àrees cobertes per vegetació disminueixen per diversos motius (tales, incendis, desforestació, etc.), fet que alhora provoca una reducció de l'absorció de diòxid de carboni per la biosfera.

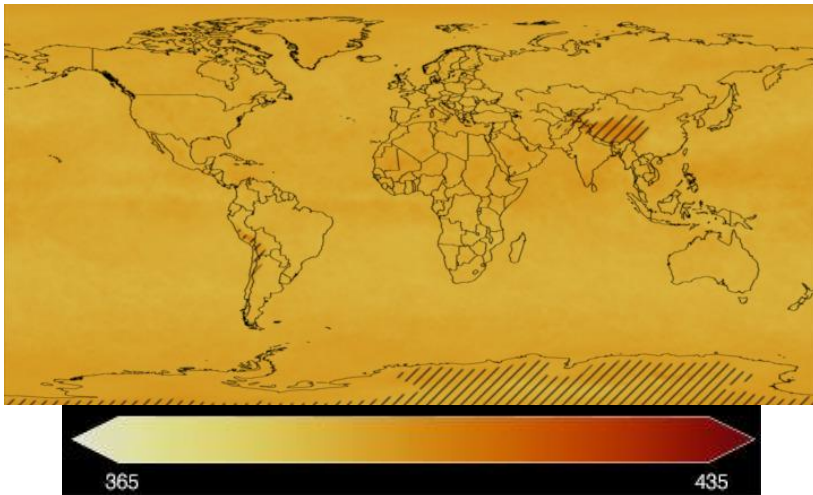
Si analitzem les dades actuals recollides per l'Administració Nacional d'Aeronàutica i l'Espai (NASA), la quantitat de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera ha augmentat en un 50% des del segle XVIII fins a l'actualitat. Però, en les últimes dues dècades, el canvi ha sigut molt més notori i impactant (Figures 1, 2 i 3). La quantitat de CO<sub>2</sub> es mesura en ppm (parts per milió), és a dir, la quantitat de molècules de diòxid de carboni que hi ha per cada milió de molècules d'aire sec a l'atmosfera. Actualment, la concentració de CO<sub>2</sub> a la troposfera es troba per sobre dels 419 ppm, la data més alta en els últims milions d'anys, ja que són els nivells que hi havia a la Terra fa 4,5 milions d'anys, i que cada any va en augment.

Actualment, la concentració de CO<sub>2</sub> a la troposfera es troba per sobre dels 419 ppm, la data més alta en els últims milions d'anys, ja que són els nivells que hi havia a la Terra fa 4,5 milions d'anys, i que cada any va en augment. Per tant, les activitats humanes estan posant a l'efecte hivernacle, natural i beneficiós, a la nostra contra, perquè les elevades i desmesurades emissions dels gasos abans esmentats està augmentant aquest efecte.

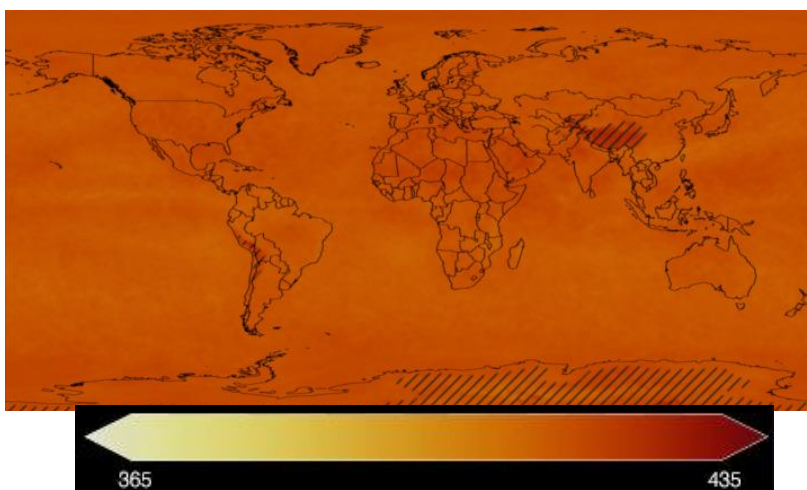




**Figura 1:** La imatge representa, segons la tonalitat indicada a la llegenda, la concentració de CO<sub>2</sub> a la troposfera l'any 2002. Imatge obtinguda dels *Signes Vitals del Planeta* de la NASA.

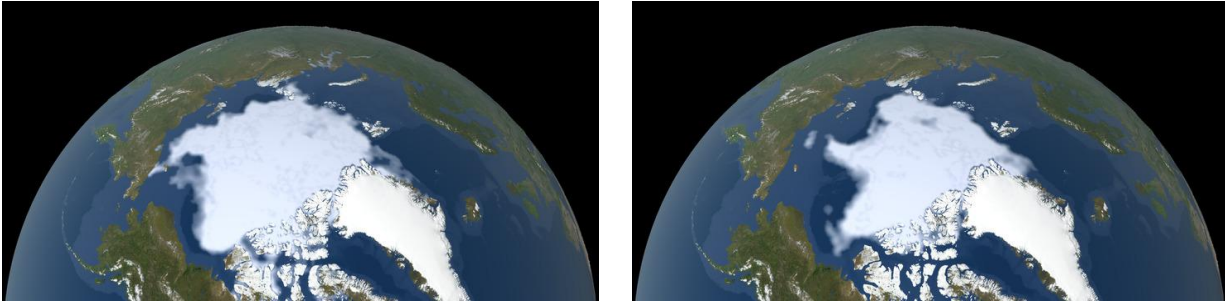


**Figura 2:** La imatge representa, segons la tonalitat indicada a la llegenda, la concentració de CO<sub>2</sub> a la troposfera l'any 2012. Imatge obtinguda dels *Signes Vitals del Planeta* de la NASA.



**Figura 3:** La imatge representa, segons la tonalitat indicada a la llegenda, la concentració de CO<sub>2</sub> a la troposfera l'any 2022. Imatge obtinguda dels *Signes Vitals del Planeta* de la NASA.

Com a conseqüència, la temperatura global del planeta ha augmentat 1,01 °C des de 1880. Del 1880 al 2000 només va haver-hi un augment de 0,39 °C mentre que el gran canvi es va donar durant aquestes últimes dues dècades. L'escalfament global està ocasionant que cada dècada es perdi un 12,6% de la superfície total de gel de l'Àrtic i una pèrdua de 427.000 milions de tones mètriques de gel per any (Figura 4). Tot aquest desglaç i l'expansió de l'aigua a mesura que s'escalfa el mar, ha fet que el nivell del mar hagi augmentat 10,2 cm des de l'any 1993, afavorint així les inundacions i una major erosió del sòl.



**Figura 4:** La imatge de l'esquerra mostra la quantitat de gel a l'Àrtic l'any 2000. La imatge de la dreta mostra la quantitat de gel a l'Àrtic l'any 2020. Imatges obtingudes dels *Signes Vital del Planeta* de la NASA.

A causa de les grans extensions d'aigua al planeta i a la seva elevada capacitat calorífica, els oceans han pogut absorbir el 90% de l'escalfament produït a les últimes dècades. L'increment de les temperatures i la concentració de diòxid de carboni a l'aigua de mars i oceans ha afectat la decoloració i disminució de la població de coralls i a la composició química (pH) de l'aigua, afavorint la destrucció de la vida marina

A banda de l'augment en el nivell del mar, l'increment de l'acidesa de l'aigua, el desglaç dels pols i de les glaceres de muntanya, els canvis globals de la temperatura del planeta també afecten el patró pluviomètric a escala mundial. Per tant, un efecte directe de l'augment progressiu de les temperatures globals del planeta és l'escalfament global, el qual provoca canvis al clima terrestre mundial, l'anomenat canvi climàtic.

Els riscos climàtics induïts per l'escalfament global derivat de l'augment de les temperatures són:

-L'**augment del nombre de fenòmens atmosfèrics adversos**. Les tempestes i els huracans que es generen per les diferències en la temperatura de l'aire, seran més freqüents i intensos.

- Les **alteracions en l'equilibri dels ecosistemes** (les àrees de muntanya i de clima fred seran les més afectades) i l'extensió. Els climes extrems seran més freqüents, provocant una major dificultat per a l'obtenció d'aliments. A més, el desglaç pot esdevenir en inundacions i desaparicions dels territoris tal com els coneixem avui dia.
- **L'augment de les zones afectades per malalties tropicals**. Les malalties es propaguen més fàcilment, ja que les àrees càlides són un ambient més acollidor per als organismes patògens.

Un problema important de l'efecte hivernacle és la inèrcia que té aquest sistema. És a dir, si de cop deixéssim d'emetre diòxid de carboni a l'atmosfera, els efectes de l'augment tèrmic encara durarien unes quantes dècades. De fet, els científics han determinat que la data límit de la humanitat per a evitar una catàstrofe global, a partir de la qual ja no hi ha marxa enrere, serà l'any 2030.

El Panell Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic (IPCC) de l'Organització de les Nacions Unides (ONU) adverteix que l'augment de la temperatura s'ha de limitar a un màxim d'1,5 ° C, ja que si s'arriba a superar aquesta xifra, el nostre planeta i tots els organismes que l'habiten patiran una sèrie de catàstrofes que portaran a l'extinció a tota la vida com la coneixem; un augment del nivell del mar de fins a 10 cm, la mort de la major part de coralls del món, incendis arreu del planeta, séquies, proliferació d'espècies invasores, més facilitat de transmissió de malalties, canvi als patrons migratoris d'aus i mamífers, etc. Per això, les mesures preventives per pal·liar o minimitzar l'escalfament del planeta són tan rellevants.

Encara que s'està esgotant el temps, fa uns anys que s'han començat a portar a terme grans canvis i projectes amb l'objectiu de reduir al màxim les emissions i evitar una major destrucció del planeta. Des del 1979, els Estats Units, el Canadà i l'Europa apliquen el *Conveni sobre la contaminació transfronterera*, un tractat que es dedica a frenar l'expansió, on cada signant es compromet a reduir les emissions de gasos contaminants.

El *Conveni de Viena*, creat l'any 1985, s'ha encarregat d'estudiar la situació de la capa d'ozó i, a partir d'aquest, s'han signat diversos protocols que marquen unes mesures específiques de control per a fixar un límits de producció i consum dels CFC, els principals gasos que redueixen l'ozó d'aquesta important capa. El *Protocol de Kyoto* va ser aprovat l'11 de desembre de 1997, però, no va entrar en vigor fins al 16 de febrer de 2005, on els països industrialitzats es comprometen a limitar i reduir les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle conforme les metes individuals acordades. Aquest, només durava fins al 2012 i es per això que al 2013 es va establir un segon període de compromís, l'*Esmena de Doha*. El 2015 es va aprovar l'*Acord de París*, un pacte amb gran força i influència que volia esmentar una estratègia mundial per lluitar contra el canvi climàtic i els seus efectes a partir del 2020. A la cimera climàtica més recent, la de l'any 2021, es va pactar per part de la gran majoria de països, un compromís de posar fi al consum de combustibles fòssils, d'abandonar el carboni i d'utilitzar energies netes.

## 4. Impactes ambientals al litoral

Les zones costaneres són especialment sensibles als canvis climàtics, ja que són el punt intermedi entre la litosfera, la hidrosfera i l'atmosfera. Si a això li sumem el seu atractiu com a punt turístic, d'assentament humà i d'activitats lúdiques, fa de les costes un potencial nucli de constants impactes ambientals, els quals poden ser beneficiosos en alguns casos i en altres neutres o negatius. Els impactes poden ser de dos tipus: d'una banda, poden modificar la dinàmica natural dels corrents litorals, i, de l'altra, poden contaminar l'aigua. Els impactes mediambientals més importants provocats per l'ésser humà a les costes són: les mareas negres i la construcció i activitat dels ports.

### 4.1. Mareas Negres

El mar és el principal receptor dels contaminants emesos per l'ésser humà. Els abocaments provenen especialment dels continents, a través dels rius, però una altra via de contaminació són els abocaments de vaixells, accidentals o intencionats. Una font molt rellevant de contaminació són els abocaments de petroli. Cada any s'aboquen al mar uns 3000 milions de tones de petroli, de les quals només el 12%



prové d'accidents de petroliers; la resta prové del rentatge de tancs i vaixells i d'abocaments de refineries i altres indústries.

Les mareas negres s'ocasionen quan es dona un vessament de petroli a gran escala, normalment provinent del xoc d'un vaixell petrolier o d'un accident d'una plataforma petrolera, que arriba a tenyir de negre molts quilòmetres de mar i costa. Com que el petroli és molt dens i viscos, fa que aquesta gran taca, que es troba en constant moviment i ampliació gràcies a les onades i les corrents del mar, romangui per moltes setmanes a l'oceà. Una part d'aquest petroli s'evapora als primers dies, una altra part es dissol al mar i la resta precipita i queda retinguda al fons. La part dissolta genera diversos efectes negatius com són: la manca d'oxigenació, a causa de la pel·lícula de petroli que sura damunt del mar, la mort d'organismes marins a causa de la toxicitat, la desestabilització de la flotabilitat i la pèrdua del poder termoïllant dels animals provocada per la impregnació de les plomes i el pèl.

## 4.2. Ports

Els ports són el nucli de l'economia mundial, connectant ciutats i continents mitjançant una complexa xarxa de rutes comercials i turístiques que permeten el transport de passatgers i mercaderies. Però, el procés de construcció dels ports altera la qualitat visual i paisatgística de la zona, incrementa la pertorbació de l'aigua i la contaminació acústica de l'aire i poden reduir la visibilitat de la línia de costa i de la zona intermareal. A més a més, per protegir els ports de les corrents, es construeixen espigons i dics a les proximitats, generant un avanç a la línia costanera que afecta directament a la barrera natural del transport de sediments i produeix un canvi en la dinàmica costanera.

## 5. La Platja del fòrum de Barcelona

La platja del Fòrum de Barcelona (coordenades 41°41'65.68"N, 2°23'15.46"E) es troba a Sant Adrià del Besòs i es localitza entre la platja de Sant Adrià i la de Llevant. Aquesta, limita al nord amb les esculleres del canal de drenatge de la planta de tractament d'aigües del riu Besòs i al sud amb el port marítim esportiu (Port del Fòrum). Mesura aproximadament 460 metres de longitud i 70 metres d'amplada. Es caracteritza per trobar-se a un ambient molt urbà i amb gran influència antròpica; un gran exemple d'això és la zona de banys. La zona de banys del Fòrum (41°24'35.81"N 2°13'37.6"E) està situada dins el Parc del Fòrum, limitant amb el parc de l'Auditori, i es tracta d'una platja artificial sense sorra dotada d'escalinates i rampes que ofereixen una gran facilitat a l'hora d'accedir a ella. També és anomenada piscina d'aigua salada i, gràcies al fet que es troba protegida de l'onatge pels diversos esculls que hi ha a la zona, fa d'aquest un espai amb gran potencial per practicar immersió (Figura 5).

Aquesta platja artificial va ser dissenyada per Beth Galí i Jaume Benavent l'any 2004 com a alternativa a les molt transitades i mogudes platges del litoral barcelonès. Tres illes artificials, situades a 60 metres de la costa, actuen com a esculleres permetent l'obtenció d'un mar controlat per a les diverses activitats lúdiques i esportives, alhora que protegeixen la zona dels temporals de Llevant. L'espai de platja queda delimitat per un pantalà, un moll de descàrrega de vaixells grans, i unes plataformes de marbre blanc similars a petites illes de gel que s'endinsen a la zona del mar amb profunditat suficient per permetre saltar-hi. La seu de la FECDAS (41°41'07.28"N, 2°22'74.13"E)

està a tocar del mar en una construcció de planta baixa just al costat de l'edifici de la planta fotovoltaica del Fòrum (Figura 5). Com es localitza a la mar Mediterrània, la temperatura mitjana de l'aigua de la zona varia segons l'estació i l'època de l'any, sent d'uns 13 °C a l'hivern i d'uns 25 °C a l'estiu.



**Figura 5.** Imatge aèria de la costa de Barcelona. El rectangle vermell indica la platja del Fòrum de Barcelona, el rectangle taronja la zona de banys del Fòrum i el cercle negre representa les instal·lacions de la Federació Catalana d'Activitats Subaquàtiques (FECDAS). La imatge ha sigut modificada del *Google Maps*.

## 6. Espècies indicadores del canvi climàtic

Les espècies indicadores del canvi climàtic són aquelles espècies particularment sensibles a l'augment de la temperatura i al canvi de pH del mar i, com a resposta, modifiquen la distribució de les seves poblacions, fent que hi hagi espècies que es desplacin fora de la seva època de migració i reproducció, perquè les aigües s'han escalfat o refredat en una data inusual, o que comencin a habitar zones on mai havien estat perquè la temperatura normal del seu hàbitat s'ha vist afectada i es veuen obligats a desplaçar-se.

Dins del projecte *Peixos i Escalfament* dels Observadors del Mar tracten de caracteritzar aquestes 12 espècies de peixos com a possibles bioindicadors del canvi climàtic; *Coris julis*, *Sarpa salpa*, *Thalassoma pavo*, *Serranus cabrilla*, *Serranus scriba*, *Epinephelus marginatus*, *Sparisoma cretense*, *Epinephelus costae*, *Sphyraena viridensis*, *Sciaena umbra*, *Siganus sp* i *Fistularia commersonii*. Les característiques més rellevants de cada espècie es detallen a continuació.

### 6.1 *Sarpa salpa*

**Nom científic:** *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758)

**Nom comú:** Salpa, aurada grisenca, saupa.

**Grup:** Peixos ossis

**Tipus de paisatge:** Immersió en praderia

**Fondària:** Fins a 20 m

**Mides:** Entre 25-50 cm



**Figura 6.** Imatge de *Sarpa salpa* obtinguda de *cibusb.cat*

La salpa (*Sarpa salpa*) té el cos allargat ovalat i comprimit lateralment amb una coloració verdosa -platejada i d'entre 10 a 12 bandes daurades longitudinals, amb una taca negra en el punt d'inserció de les pectorals. Té escates mitjanes per tot el cos i una línia lateral alta i gairebé paral·lela al perfil dorsal (Figura 6).

La salpa es troba normalment al mar Cantàbric, a la costa oest d'Àfrica i al mar Mediterrani. És un peix molt freqüent a substrats rocosos i de sorra de la costa i es mou en petits grups en aigües relativament tranquil·les, de poca fondària i amb temperatures de 15 - 22 °C . Són principalment herbívors encara que admeten l'aliment carnívor. Els exemplars joves s'alimenten dels petits invertebrats que es troben entre les algues mentre que els adults s'alimenten exclusivament de plantes i algues.

És un peix ovípar, amb una posta, alliberament d'òvuls i/o espermatozoides, a la tardor i una altra a la primavera. Són hermafrodites proteràndrics i, per tant, neixen mascles i en un cert moment de la seva vida canvien de sexe i es converteixen en femelles. La seva reproducció té lloc en dos èpoques: entre març i abril i entre setembre i novembre.

#### **Taxonomia:**

**Fílum:** *Chordata*, **Subfílum:** *Vertebrata*, **Infrafilum:** *Gnathostomata*, **Classe:** *Osteichthyes*, **Subclasse:** *Actinopterygii*, **Ordre:** *Perciformes*, **Subordre:** *Percoidei*, **Família:** *Sparidae*, **Gènere:** *Sarpa*

### **6.2. *Coris julis***

**Nom científic:** *Coris Julis* (Linnaeus, 1758)

**Nom comú:** Juliola, giuula, donzella, julivia.

**Grup:** Peixos ossis

**Tipus de paisatge:** Immersió en praderia, Immersió poc fonda

**Fondària:** Fins als 50 m

**Mides:** Fins a 25 cm



**Figura 7.** Imatge de mascle de *Coris julis* obtinguda de *cibus.cat*

La juliola (*Coris julis*) és un peix de cos allargat i amb el cap acabat en punta. La seva coloració es caracteritza per tenir una marcada diferència entre mascles i femelles (dimorfisme sexual). Les femelles i els juvenils són marrons ataronjats amb una línia blanquinosa (Figura 8), en canvi, els mascles tenen una coloració verdosa amb un zig-zag ataronjat i un triangle negre al costat (Figura 7).

És molt comú a tot el mar Mediterrani i l'oceà Atlàntic oriental, viu en fons de roca propers a algues i amb temperatures que van dels 20 °C fins als 26 °C. La seva alimentació es basa en petits mol·luscs

equinoderms i cucs i, a l'hora d'alimentar-se, les femelles formen grups mentre que els mascles ho fan en solitari.

La reproducció de les femelles de *Coris julis* és molt peculiar, ja que presenten hermafroditisme, és a dir, inverteixen el seu sexe arribada certa edat, moment en el qual també canvien de color. La reproducció es dona entre els mesos de maig i agost.



**Figura 8.** Imatge de femella de *Coris julis* obtinguda de *cibusb.cat*

**Taxonomia:**

**Fílum:** *Chordata*, **Subfílum:** *Vertebrata*, **Classe:** *Osteichthyes*, **Superordre:** *Acanthopterygii*, **Ordre:** *Perciformes*, **Subordre:** *Labroidaei*, **Família:** *Labridae*, **Gènere:** *Coris*

### 6.3. *Thalassoma pavo*

**Nom científic:** *Thalassoma pavo* (Linnaeus, 1758)

**Nom comú:** Fadri, donzella, grèvia, griva, guiula, llavió, lloro, vit d'en Gaona.

**Grup:** Peixos ossis

**Tipus de paisatge:** Immersió en praderia, Immersió poc fonda

**Fondària:** Fins als 30 m

**Mides:** Fins a 25 cm



**Figura 9.** Imatge de mascle de *Thalassoma pavo* obtinguda de *cibusb.cat*

*Thalassoma pavo* té un cos allargat, comprimit i esvelt i posseeix un cap ovalat, afilat i absent d'escates. L'aleta dorsal és bastant extensa i l'aleta caudal està truncada en els individus joves. Les

femelles són de color verd fosc amb cinc bandes verticals blavoses. El seu cap és vermellós amb unes taques blaves i les aletes tenen franges longitudinals blaves, roses i marrons (Figura 10). Els mascles, en canvi, tenen una banda vertical blava darrere del pectoral, amb vermell als costats, i les aletes estan tenyides de blau, negre i vermell. El seu cap, de la mateixa forma que les femelles, és vermellós amb taques blaves (Figura 9).

És una espècie abundant en fons rocosos succints o prades d'algues del mar Mediterrani i de l'oceà Atlàntic. S'alimenta principalment de petits mol·luscs i crustacis. Són termòfils, poden sobreviure a



temperatures superiors als 45 °C, i hermafrodites. Trobem tres tipus; mascles primaris (nascuts com a tals), femelles i mascles terminals (femelles convertides en mascles), que són els dominants. La seva reproducció té lloc entre juny i juliol i cada vegada són més abundants a causa del progressiu escalfament de l'aigua.

Figura 10. Imatge de femella de *Thalassoma pavo* obtinguda de *cibsub.cat*

#### Taxonomia:

**Classe:** *Osteichthyes*, **Ordre:** *Perciformes*, **Família:** *Labridae*, **Gènere:** *Thalassoma*

#### 6.4. *Serranus cabrilla*

**Nom científic:** *Serranus Cabrilla* (Linnaeus, 1758)

**Nom comú:** Serrà, anfós bord, cabra, mero bord, nero bord.

**Grup:** Peixos ossis

**Tipus de paisatge:** Immersió en praderia

**Fondària:** Fins a 500 m

**Mides:** Fins a 40 cm



Figura 11. Imatge de *Serranus cabrilla* obtinguda de *cibsub.cat*

*Serranus cabrilla* té el cos bastant allargat i presenta una única aleta dorsal allargada. Els laterals són de color marró vermellós amb 7-9 bandes verticals més fosques. Al llarg del cos tenen de 2 a 3 bandes



de color blanc o groc. La coloració d'aquests peixos pot variar amb l'edat, les estacions o la profunditat; els peixos que viuen en zones profundes tenen colors més foscos (Figura 11).

Normalment, es troben en fons rocosos o en praderies d'herbes marines del mar Mediterrani, el mar Roig, el mar Negre o l'oceà Atlàntic oriental, en un rang de temperatures d'entre els 15-26 °C. Són peixos carnívors que detecten les seves preses visualment i s'alimenten principalment de peixos, crustacis, cucs i cefalòpodes. Els individus són mascle i femella alhora i això fa que puguin fecundar els seus propis òvuls (fecundació interna) però, generalment la fecundació és externa i es reproduïxen entre abril i juliol.

**Taxonomia:**

**Fílum:** *Chordata*; **Subfílum:** *Vertebrata*; **Infrafilum:** *Gnathostomata*; **Classe:** *Osteichthyes*; **Subclasse:** *Actinopterygii*; **Ordre:** *Perciformes*; **Família:** *Serranidae*; **Subfamília:** *Serraninae*; **Gènere:** *Serranus*

### 6.5. *Serranus scriba*

**Nom científic:** *Serranus scriba* (Linnaeus, 1758)

**Nom comú:** Vaca serrana, serrà, vaca.

**Grup:** Peixos ossis

**Tipus de paisatge:** Immersió poc fonda

**Fondària:** Fins als 30 m

**Mides:** Fins a 30 cm



**Figura 12.** Imatge de *Serranus scriba* obtinguda de *cibsub.cat*

*Serranus scriba* té el cos allargat, el cap cònic amb una petita boca i presenta una única aleta dorsal llarga. És de color marró-vermellós amb 4-7 bandes verticals més fosques i l'aleta caudal de color taronja. En els laterals té una taca de color blau molt característica i al cap i al musell podem veure un dibuix blau i vermellós (Figura 12).

Es troba en el mar Mediterrani, el mar Negre i en l'oceà Atlàntic oriental, entre roques i zones de sorra i herba marina, en àrees amb temperatures que van dels 15 °C fins als 26 °C. Són peixos carnívors i s'alimenten principalment de peixos, crustacis i mol·luscs. Són hermafrodites, és a dir, els individus són mascle i femella alhora i això fa que puguin fecundar els seus propis òvuls (fecundació interna) però generalment la fecundació és externa. Es reproduïxen entre abril i agost.

**Taxonomia:**

**Fílum:** *Chordata*, **Subfílum:** *Vertebrata*, **Infrafilum:** *Gnathostomata*, **Classe:** *Osteichthyes*, **Subclasse:** *Actinopterygii*, **Infraclasse:** *Actinopteri*, **Cohort:** *Clupeocephala*, **Ordre:** *Perciformes*, **Família:** *Serranidae*, **Subfamília:** *Serraninae*



## 7. Objectius

Aquest treball s'ha realitzat seguint el procediment i els fonaments del projecte DIVA, un estudi portat a terme pels Observadors del Mar. Dintre d'aquest estudi es van proposar els següents objectius:

1. Dur a terme un cens sobre la biodiversitat marina a la zona de banys de la platja del Fòrum de Barcelona, una zona marina fortament afectada per l'activitat humana.
2. Obtenir un registre fotogràfic d'algunes de les espècies de peixos observades.
3. Establir una correlació d'abundància d'espècies indicadores del canvi climàtic.

## 8. Hipòtesi

La capa d'efecte hivernacle, formada per gasos com el diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>), permet mantenir la temperatura del planeta entorn dels 15-17 °C, possibilitant el correcte desenvolupament de la vida tal com la coneixem. Però, la revolució industrial, que va esclatar a mitjans del segle XIX, va marcar un canvi en el nostre estil de vida i també va ser l'inici de l'increment exponencial sense fi de les emissions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera. Dintre dels gasos que componen la capa d'efecte hivernacle, el CO<sub>2</sub> és el que pot absorbir la major quantitat de radiació solar, per això, és el que més es relaciona amb l'augment progressiu de les temperatures que està patint el planeta i amb les conseqüències del canvi climàtic.

Tenint en compte que Barcelona està ubicada en el litoral Mediterrani, és d'esperar que sigui afectada per les conseqüències del canvi climàtic, generades per l'augment global de les temperatures del planeta, i que mostra canvis en el nombre d'espècimens que componen els ecosistemes marins que habiten aquí.

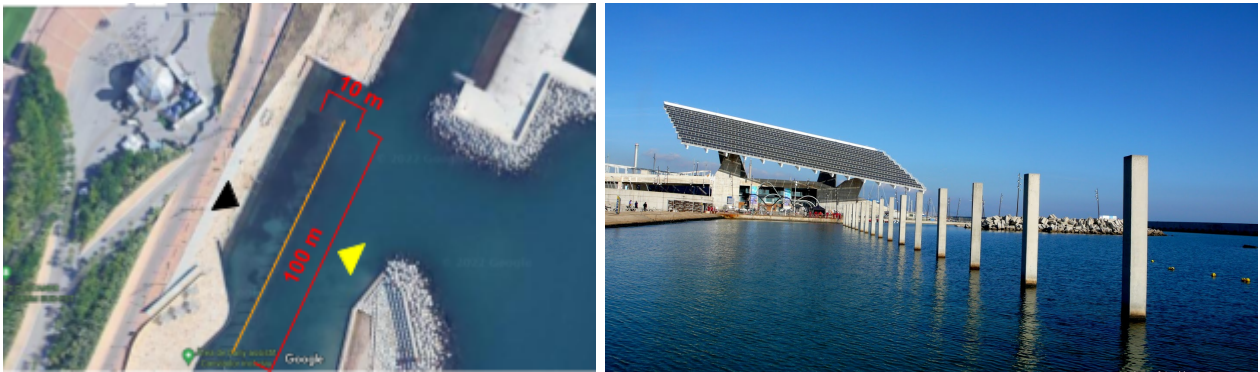
## 9. Metodologia

### 9.1. Àrea d'estudi

L'àrea d'estudi del meu treball es localitza a la platja del Fòrum, específicament a la zona de banys, una platja semitancada i artificial situada al nord de Barcelona (41°24'35.8"N 2°13'37.6"E). La zona de banys fa 375 metres (m) de longitud i 30 m d'amplada i, està dividida longitudinalment en una àrea interior i altra exterior per una filera de torres i murs de formigó (Figura 13). L'àrea interna fa menys de 2 m de profunditat i el seu llit és una plataforma de formigó coberta de sorra gruixuda, enderroc de construcció i petites pedres soltes i disperses. La zona exterior baixa a uns 5 m de profunditat amb un llit de grans blocs de pedra que descansen sobre llim. Però, la zona on treballaré i desenvoluparé el meu treball és més petita, només és la part que rodeja les columnes i que queda delimitada per les boies grogues i per les escales. L'àrea d'estudi fa aproximadament 100 m de longitud i 10 m d'amplada i la fondària va des dels 0 m fins als 5 m de profunditat (Figura 14).



**Figura 13.** Imatge satèl·lit de la zona de banys del Fòrum de Barcelona. El quadre vermell indica l'àrea d'estudi. Imatge modificada del *Google Maps*.



**Figura 14.** Imatges ampliades de l'àrea d'estudi situada a la zona de banys del Fòrum de Barcelona. La imatge de l'esquerra mostra en línies vermelles les dimensions de l'àrea mostrejada, la línia taronja representa les columnes centrals, el triangle groc mostra les boies i el triangle negre les escales. Es tracta d'una imatge modificada del *Google Maps*. La imatge de la dreta és una imatge *in situ* de l'àrea de mostreig. La imatge procedeix de la pàgina web [bcnenfotos.blogspot.com](http://bcnenfotos.blogspot.com)

## 9.2. Transsectes

Per poder abastar tota l'àrea d'estudi, aquesta es va subdividir en 4 transsectes de 50 m de longitud i 5 m d'amplada cadascun (Figura 15), els quals detallo a continuació:

-**Transsecte 1:** Està situat cap a l'interior del mar i a continuació del quart transsecte, delimitat a l'esquerra per les columnes i a la dreta per les boies.

-**Transsecte 2:** Està situat cap a l'interior del mar i a continuació del tercer transsecte, delimitat a l'esquerra per les columnes i a la dreta per les boies.

-**Transsecte 3:** És el transsecte marítim situat més al sud i delimitat entre les escales de l'àrea de banys i les columnes.

-**Transsecte 4:** És el transsecte marítim situat més al nord i delimitat entre les escales de l'àrea de banys i les columnes. Gràcies a les cantonades originades pels espigons, són el refugi de moltes espècies de peixos.



**Figura 15.** Imatge aèria de l'àrea d'estudi. En línies vermelles s'indica la delimitació dels quatre transsectes, els quals apareixen numerats de l'1 al 4. La imatge ha sigut modificada del *Google Maps*

### 9.3. Mostreig

Per a l'obtenció de les mostres d'aquest estudi es van realitzar sortides al mar durant un període de 4 mesos, entre l'agost i el novembre de 2022, en les quals van ser necessaris uns 60 minuts d'immersions, les quals es van realitzar en 3 sessions de 20 minuts cadascuna. Les sessions es van intentar realitzar sempre dintre de la mateixa franja horària, entre les 11 h del matí i les 16 h de la vesprada, i amb una periodicitat de 2 a 6 setmanes, depenent de les condicions meteorològiques i de la disposició dels col·laboradors de FECDAS.

En cada sessió, es van tenir en compte els següents factors: l'època de l'any, el moment del dia, la temperatura atmosfèrica, el temps atmosfèric, l'onatge, la corrent, la visibilitat horitzontal, la visibilitat vertical, el pH i la temperatura de l'aigua. El mostreig realitzat en els diferents transsectes es va dur a terme en parelles, amb l'ajuda d'una investigadora de FECDAS, i van tenir una durada aproximada de 5 minuts, 20 minuts en total. Durant la primera immersió, amb l'objectiu de reconèixer i identificar correctament les possibles espècies indicadores del canvi climàtic, es van realitzar fotografies dels peixos observats. Un cop habituat a les espècies de l'àrea, cada bussejador anava apuntant individualment les espècies de peixos que anava veient.

## 9.4. Equipament

L'equip bàsic d'immersió marina i necessari per a la realització del següent treball va consistir en un vestit de neoprè, un tub de snorkel, una màscara aquàtica i un parell d'aletes d'immersió (Figura 16). Tot el material ens ho va facilitar la gent de FECEDAS.

Per al recompte d'espècies es va fer servir una taula impermeable amb les espècies indicadores del canvi climàtic d'Observadors del Mar (Figura 16 C i Figura 1 de l'Annex) i amb un llapis anava apuntant el nombre d'individus observats a cada transecte. Per a poder tenir un registre complet de les dades del pH i la temperatura de l'aigua, vaig fer servir un aparell impermeable mesurador del pH, de la conductivitat i de la temperatura (HI98130). La visibilitat del mar es va determinar mitjançant l'observació de la transparència i terbolesa de l'aigua i la informació sobre les ones i el corrent del mar es va extreure de *todosurf.com* i la informació sobre el temps i la temperatura atmosfèrica de *eltiempo.es*.

Respecte al registre fotogràfic realitzat durant la primera sessió d'immersió, es va fer servir una càmera (Olympus TG-6) resistent a l'aigua (Figura 16a). Les fotos obtingudes ens van fer servir per treballar la correcta identificació de les espècies que haurem d'observar a l'àrea estudi.

a)



c)

Observadors del Mar

CENSO DE PECES INDICADORAS DE CAMBIO CLIMÁTICO  
(UN TRANSECTO = UN CENSO DE 5 MINUTOS) (SIN METROS)

Buenos días amigos!  
Escoger el área de trabajo de profundidad.  
Realizar 205 transectos horizontales.  
No contar individuos menores de 2 cm.

Observadora: [Nombre] [Apellido] [Código]

¿Cómo y dónde? [¿Cómo?] [¿Dónde?]

¿Hora? [Hora] [Min] [Seg]

¿Temperatura ambiente? [Temperatura]

¿Temperatura del agua? [Temperatura]

¿Visibilidad? [Visibilidad]

¿Ondas? [Ondas]

¿Corriente? [Corriente]

¿Estado del cielo? [Estado del cielo]

¿Estado del agua? [Estado del agua]

	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4
1. Sardinella				
2. Sardina				
3. Pez de colores				
4. Pez de colores				
5. Pez de colores				
6. Pez de colores				
7. Pez de colores				
8. Pez de colores				
9. Pez de colores				
10. Pez de colores				
11. Pez de colores				
12. Pez de colores				
13. Pez de colores				
14. Pez de colores				
15. Pez de colores				
16. Pez de colores				
17. Pez de colores				
18. Pez de colores				
19. Pez de colores				
20. Pez de colores				
21. Pez de colores				
22. Pez de colores				
23. Pez de colores				
24. Pez de colores				
25. Pez de colores				
26. Pez de colores				
27. Pez de colores				
28. Pez de colores				
29. Pez de colores				
30. Pez de colores				

b)



d)



**Figura 16. Imatges del material emprat. a)** Imatge de la càmera (Olympus TG-6). **b)** Fotografia del vestit de neoprè. **c)** Imatge de la taula de les espècies indicadores del canvi climàtic d'Observadors del Mar. **d)** El tub de snorkel, la màscara aquàtica i les aletes d'immersió.

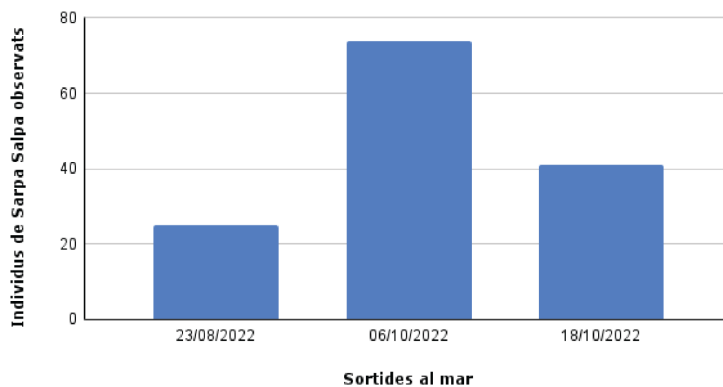


## 10. Resultats

### *Sarpa salpa*



#### Observacions de Sarpa Salpa a les sortides al mar

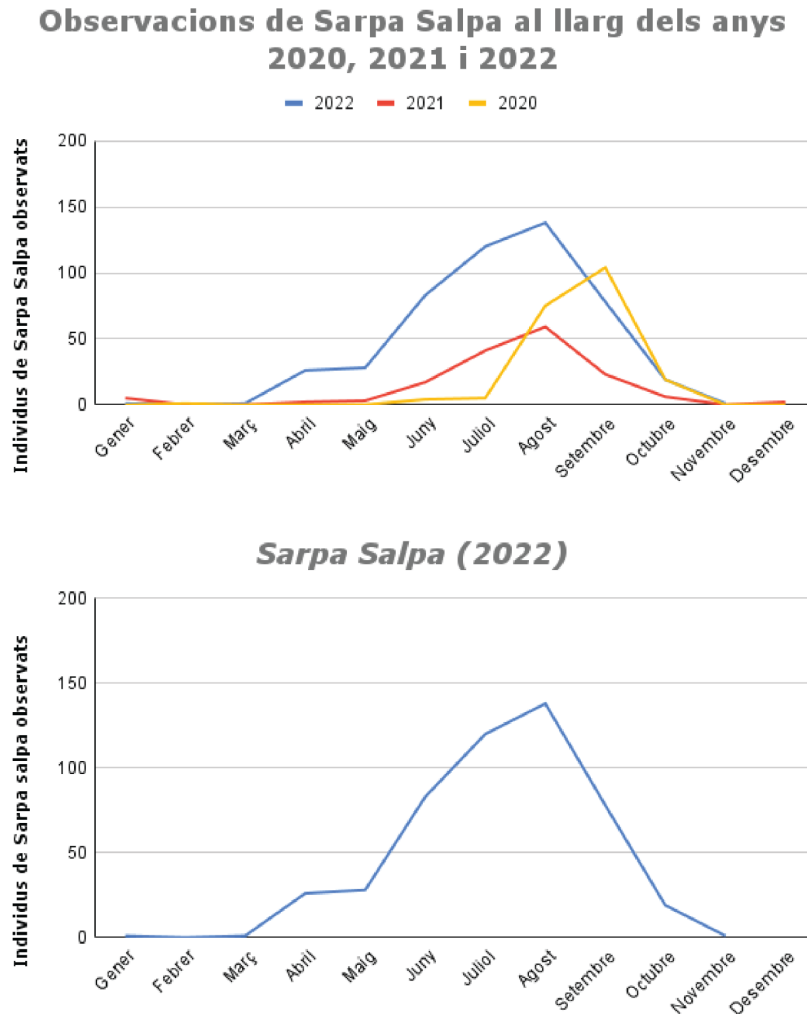


**Figura 17. Observació de *Sarpa salpa* a la zona de banys de la platja del Fòrum de Barcelona.** La imatge de dalt correspon a una fotografia, realitzada durant la primera immersió de l'estudi, d'un exemplar de *Sarpa salpa*. La gràfica de sota mostra el nombre total d'individus, obtingut a partir de la suma dels espècimens observats a cada transecte mostrejat.

La figura 17 mostra una imatge d'un individu de *Sarpa Salpa* feta a un dels transectes de la primera sortida al mar amb la càmera que ens van facilitar els de FECDAS (Figura 16). Es va fer amb l'objectiu de ser capaç de poder dur a terme un recompte dels individus observats a cada transecte. Com es pot veure a la figura 17, a finals del mes d'agost de 2022, vam observar 25 individus de *Sarpa Salpa*, a inicis d'octubre la quantitat va augmentar fins als 74 i a finals d'aquest mateix mes va tornar a disminuir fins a les 41 observacions. Aquestes dades van ser assolides a partir de la suma del nombre d'observacions de cada transecte (Figures 2, 3 i 4 de l'Annex).

Encara que vaig dur a terme 3 mostreigs, aquests resultats s'emmarquen dins d'un projecte més gran, el projecte DIVA, on els investigadors de FECDAS que treballen a aquest mateix projecte, han estat els nostres col·laboradors al llarg de tot el treball.

Per a poder realitzar els següents gràfics, la gent de FECDAS ens van facilitar la pàgina web Minka, un espai públic on qualsevol persona interessada en la biodiversitat marina pot afegir imatges i dades d'observacions a la pàgina. Després, una sèrie d'investigadors i experts sobre el tema revisen i verifiquen la informació pujada i la seva fiabilitat. A més, dins de Minka també trobem el projecte DIVA, on diversos observadors, des de la data d'inici del projecte, han anat publicant els individus observats de les diverses espècies animals de la zona de banys del Fòrum de Barcelona. Nosaltres, ens vam centrar i vam agafar les dades enregistrades a la pàgina sobre les 5 espècies de peixos indicadors del canvi climàtic amb les que treballem.



**Figura 18. Observacions de *Sarpa salpa* als anys 2020, 2021 i 2022.** La imatge de dalt mostra la gràfica corresponent al nombre d'individus observats als diferents mesos dels anys indicats (dades extretes de la pàgina web Minka). La imatge de sota mostra les dades corresponents al nombre d'observacions realitzades l'any 2022.

La gràfica mostrada a la part superior de la figura 18, s'ha fet extraient les dades del nombre d'individus de *Sarpa salpa* observats als diferents mesos dels anys 2020, 2021 i 2022. Amb aquest recull, podem veure que l'any 2020, el setembre va ser el mes amb més individus observats i la corba de creixement poblacional va durar 2 mesos. En canvi, l'any 2021, l'agost va ser el mes amb el màxim nombre d'observacions i el pendent va durar 3 mesos. Al següent any, el 2022 es pot apreciar la

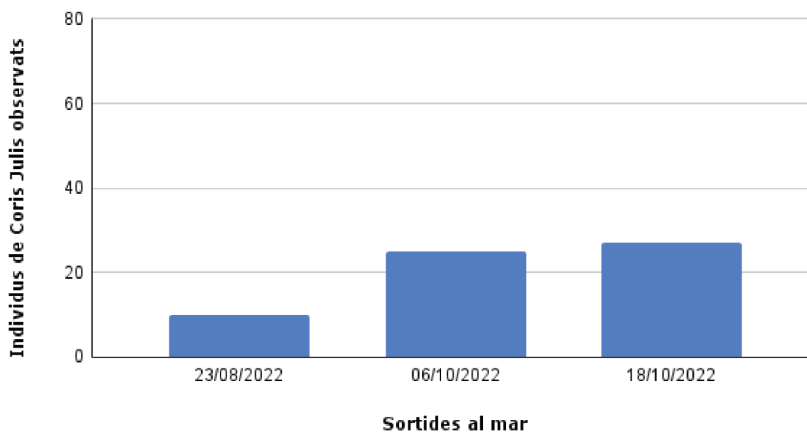


mateixa tendència de creixement que en 2021, però el nombre d'individus va ser bastant més alt, tal com podem apreciar amb detall a la Figura 18.

### *Coris julis*



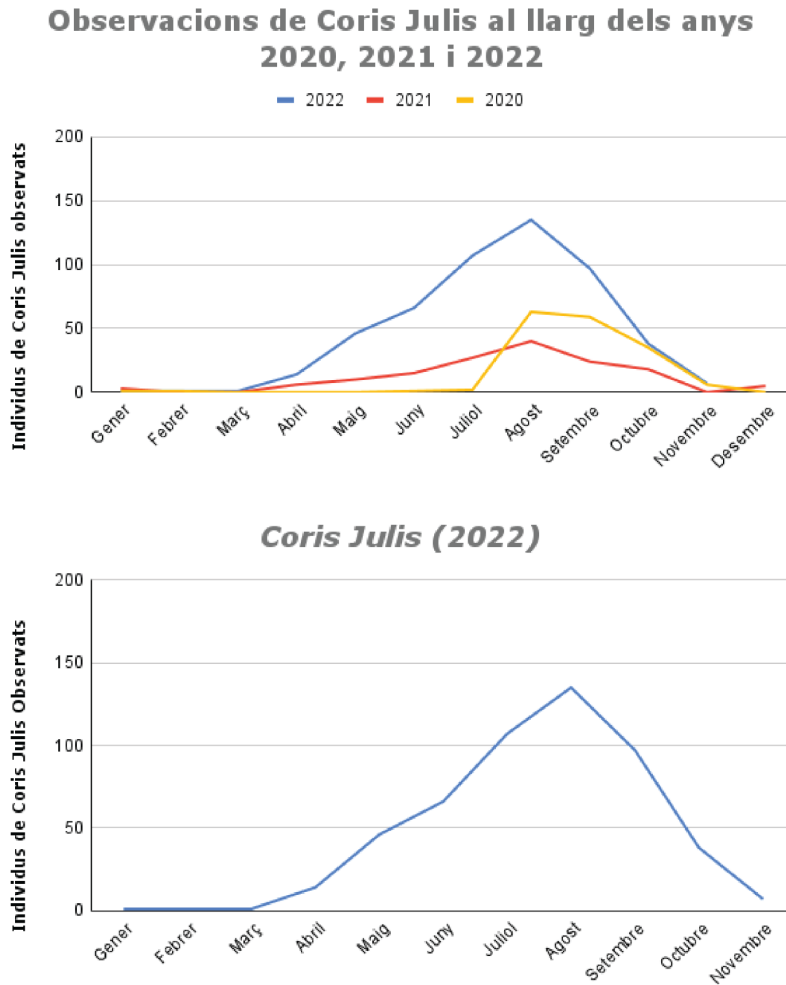
#### Observacions de *Coris Julis* a les sortides al mar



**Figura 19. Observació de *Coris julis* a la zona de banys de la platja del Fòrum de Barcelona.** La imatge de dalt correspon a una fotografia, realitzada durant la primera immersió de l'estudi, d'un exemplar de *Coris julis*. La gràfica de sota mostra el nombre total d'individus, obtingut a partir de la suma dels espècimens observats a cada transecte mostrejat.

La imatge mostrada a la figura 19 correspon a un individu de *Coris julis* que es va obtenir durant un dels transectes de la primera sortida al mar amb la càmera que ens van facilitar els de FECDAS. Aquesta, de la mateixa forma que amb la resta d'espècies, es va fer amb l'objectiu d'ajudar-me a l'hora de dur a terme el recompte d'individus observats a cada transecte. Com es pot veure a la gràfica de la figura 19, a finals del mes d'agost d'aquest any, la quantitat d'individus vistos no va ser molt gran, només 10 *Coris julis*. A inicis d'octubre la xifra va augmentar relativament fins als 25 individus i a finals d'aquell mateix mes, es va mantenir bastant constant i se'n van observar 27.

Aquestes dades van ser assolides a partir de la suma del nombre d'observacions de cada transecte (Figures 2, 3 i 4 de l'Annex).



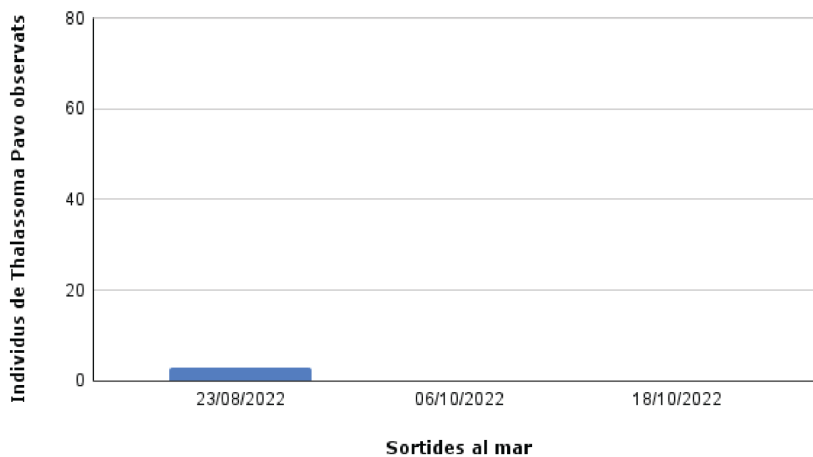
**Figura 20. Observacions de *Coris julis* als anys 2020, 2021 i 2022.** La imatge de dalt mostra la gràfica corresponent al nombre d'individus observats als diferents mesos dels anys indicats (dades extretes de la pàgina web Minka). La imatge de sota mostra les dades corresponents al nombre d'observacions realitzades l'any 2022.

La gràfica situada a la part de dalt de la figura 20, s'ha elaborat a partir de les dades publicades a la pàgina web Minka, dins del projecte DIVA, centrant-nos en el nombre d'individus de *Coris julis* observats als diferents mesos dels anys 2020, 2021 i 2022. Amb aquest recull, podem veure que al llarg de tot l'any 2020, el mes amb el màxim nombre d'individus observats va ser l'agost i la corba de creixement poblacional només va durar 1 mes. Per altra banda, durant el 2021, el mes amb més observacions també va ser l'agost, però, la corba de creixement de la població de *Coris julis* va durar 5 mesos. L'any 2022 va ser molt semblant a l'anterior, el mes amb més individus vistos va ser l'agost i la corba de creixement també va tenir una durada de 5 mesos, però, en aquest cas, el pendent és molt més gran i ràpid i el nombre d'observacions també va ser molt major, com es pot apreciar detalladament a la figura 20.

## *Thalassoma pavo*

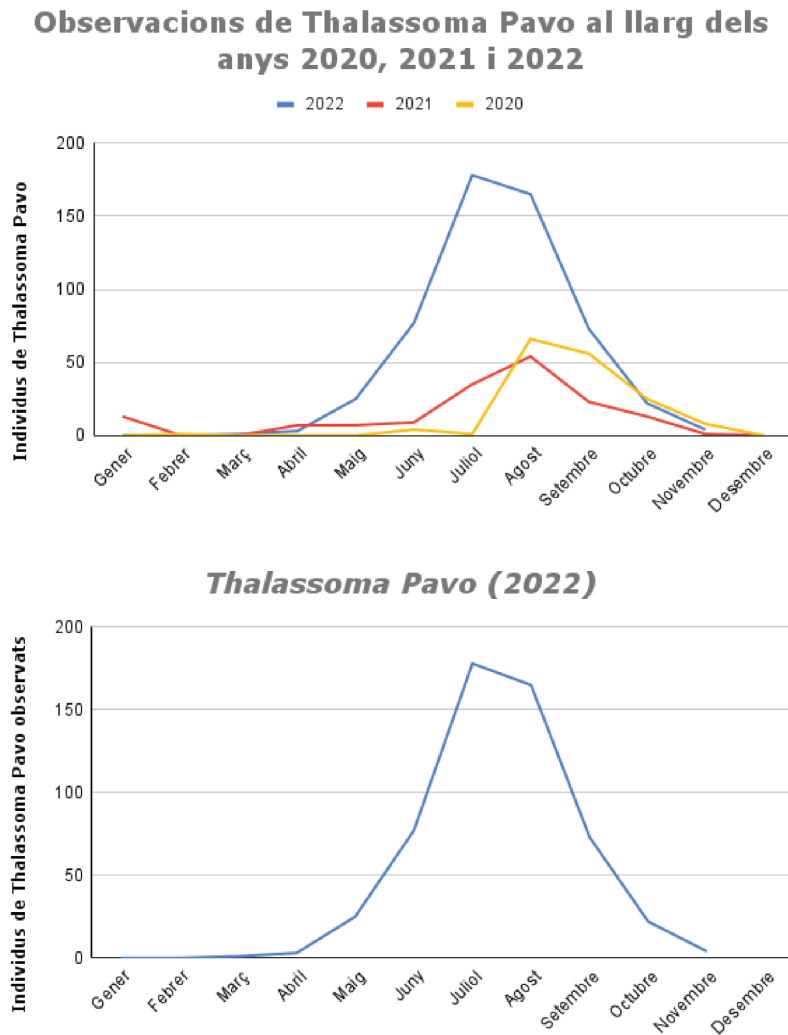


### Observacions de *Thalassoma Pavo* a les sortides al mar



**Figura 21. Observació de *Coris Thalassoma pavo* a la zona de banys de la platja del Fòrum de Barcelona.** La imatge de dalt correspon a una fotografia, realitzada durant la primera immersió de l'estudi, d'un exemplar de *Coris Thalassoma pavo*. La gràfica de sota mostra el nombre total d'individus, obtingut a partir de la suma dels espècimens observats a cada transecte mostrejat.

La figura 21 mostra una fotografia d'un individu de *Thalassoma pavo* extreta de la pàgina web Minka, pertanyent al projecte DIVA. La gràfica present a la figura 21 indica el nombre d'individus observats durant les sortides al mar dutes a terme. Es pot apreciar una clara disminució al nombre d'individus observats respecte a les primeres espècies, a inicis d'agost només se'n van observar 3 *Thalassoma pavo*, mentre que a inicis i finals d'octubre no es va veure cap. Aquestes dades van ser obtingudes a partir de la suma del nombre d'observacions de cada transecte (Figures 2, 3 i 4 de l'Annex).



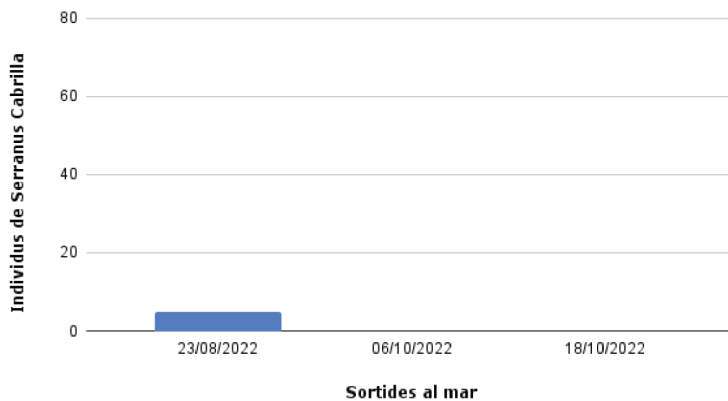
**Figura 22. Observacions de *Thalassoma pavo* als anys 2020, 2021 i 2022.** La imatge de dalt mostra la gràfica dels individus observats de *Thalassoma pavo* als diferents mesos dels anys indicats (dades extretes de la pàgina web Minka). La imatge de sota mostra les dades corresponents al nombre d'observacions realitzades l'any 2022.

A la part superior de la figura 22 es mostra una gràfica, aconseguida a partir de les dades del nombre d'individus de *Thalassoma pavo* observats i enregistrats als diferents mesos dels anys 2020, 2021 i 2022 a la pàgina web Minka i que es troben dins el projecte DIVA. A partir d'aquest recull, podem veure que al llarg de tot l'any 2020, el mes amb el màxim nombre d'individus observats va ser l'agost i la corba de creixement poblacional només va durar 1 mes. Per altra banda, durant l'any 2021, el mes amb més observacions també va ser l'agost, però, la corba de creixement poblacional va durar 3 mesos. L'any 2022, el mes amb la major quantitat d'observacions va ser al juliol i la corba de creixement de la població de *Thalassoma pavo* va durar 3 mesos com bé es pot observar a la figura 22.

## *Serranus cabrilla*



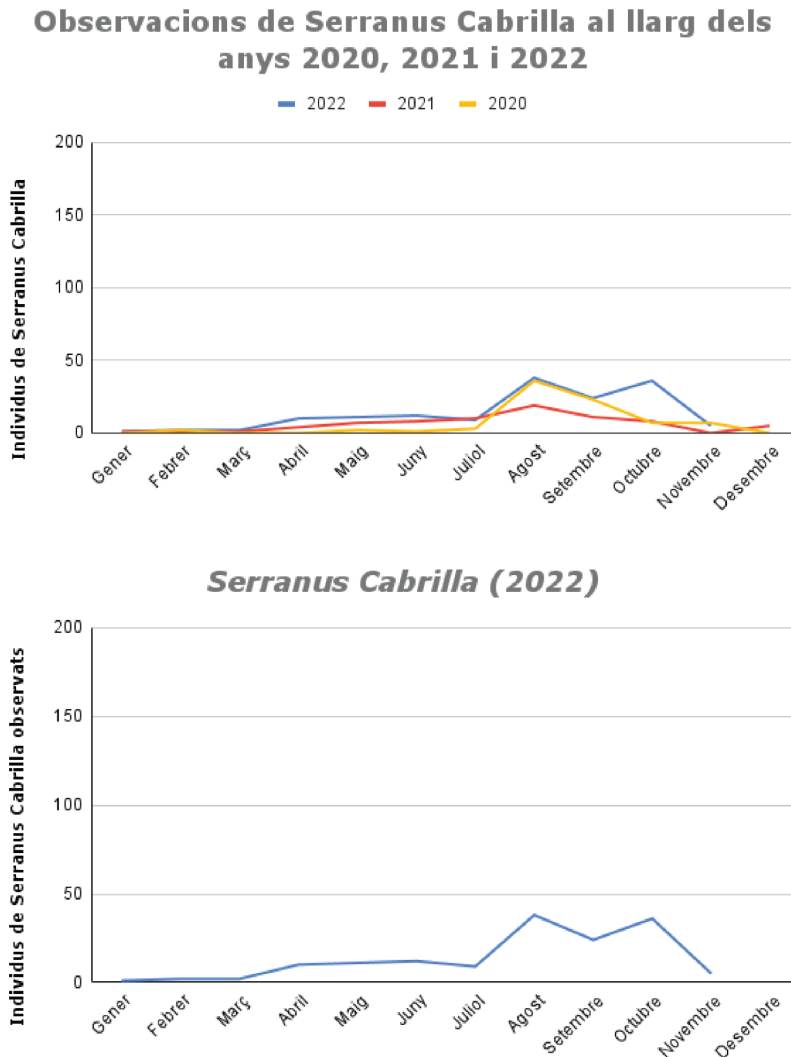
### Observacions de *Serranus Cabrilla* a les sortides al mar



**Figura 23. Observació de *Serranus cabrilla* a la zona de banys de la platja del Fòrum de Barcelona.** La imatge de dalt correspon a una fotografia, realitzada durant la primera immersió de l'estudi, d'un exemplar de *Serranus cabrilla*. La gràfica de sota mostra el nombre total d'individus, obtingut a partir de la suma dels espècimens observats a cada transsecte mostrejat.

La figura 23 mostra una imatge d'un individu de *Serranus cabrilla* feta a un dels transsectes de la primera sortida a mar amb la càmera de fotos que ens van facilitar els de FECDAS. Aquesta, es va fer amb l'objectiu d'ajudar-me a l'hora de poder dur a terme el recompte dels individus observats a cada transsecte. Com es pot veure a la figura 23, a finals del mes d'agost d'aquest any, vam observar 5 individus de *Serranus cabrilla* mentre que a inicis i finals d'octubre no se'n va veure cap individu.

Aquestes dades van ser obtingudes a partir de la suma del nombre d'observacions de cada transecte (Figures 2, 3 i 4 de l'Annex).



**Figura 24. Observacions de *Serranus cabrilla* als anys 2020, 2021 i 2022.** La imatge de dalt mostra la gràfica dels individus observats als diferents mesos dels anys indicats (dades extretes de la pàgina web Minka). La imatge de sota mostra les dades corresponents al nombre d'observacions realitzades l'any 2022.

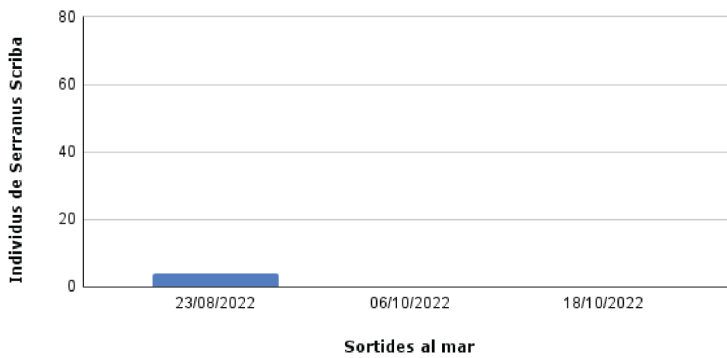
La gràfica situada a la part superior de la figura 24, s'ha realitzat a partir de les dades del nombre d'individus de *Serranus cabrilla* observats als diferents mesos dels anys 2020, 2021 i 2022, recopilats a la pàgina web Minka i dins del projecte DIVA. Aquesta gràfica indica que l'agost de l'any 2020 va ser el mes amb el màxim nombre d'individus observats i la corba de creixement poblacional va durar 1 mes. En canvi, durant el 2021, el mes amb més observacions també va ser l'agost, però, la corba de creixement de la població de *Serranus cabrilla* va durar 5 mesos. L'any 2022 va ser molt semblant a l'anterior, el mes amb més individus vistos també es va mantenir a l'agost, però, la corba de creixement només va durar 1 mes, com es pot apreciar detalladament a la figura 24.



## *Serranus scriba*



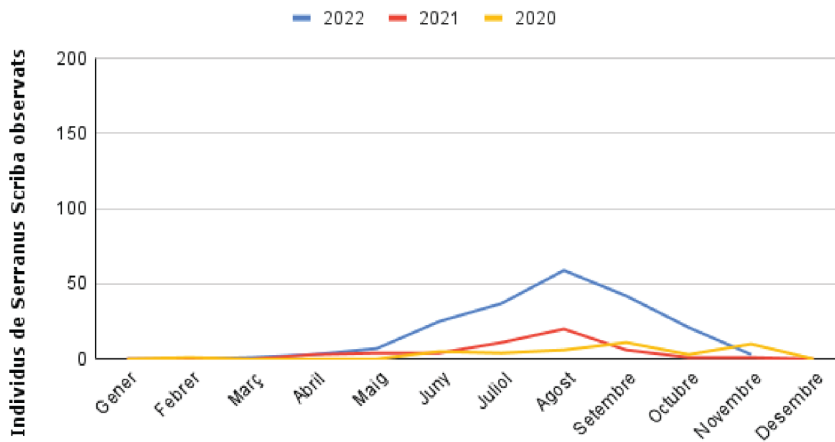
### Observacions de *Serranus Scriba* a les sortides al mar



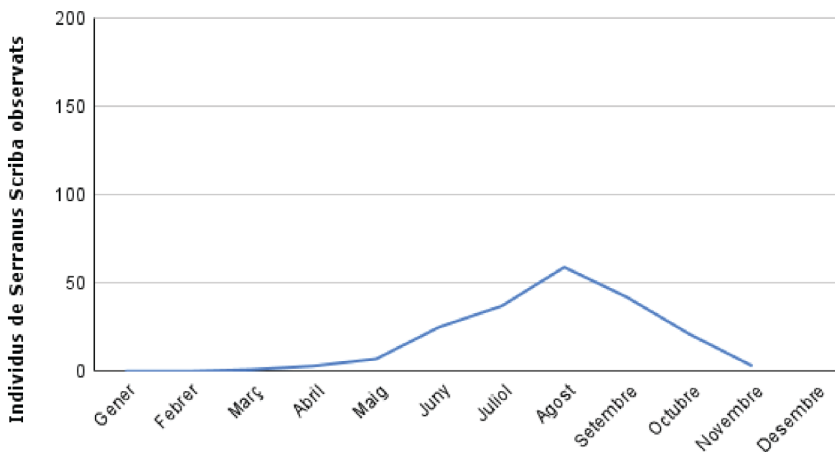
**Figura 25. Observació de *Serranus scriba* a la zona de banys de la platja del Fòrum de Barcelona.** La imatge de dalt correspon a una fotografia, realitzada durant la primera immersió de l'estudi, d'un exemplar de *Serranus scriba*. La gràfica de sota mostra el nombre total d'individus, obtingut a partir de la suma dels espècimens observats a cada transsecte mostrejat.

La figura 25 mostra una imatge d'un individu de *Serranus scriba* extreta de la pàgina web Minka (feta per: Guillermo Álvarez). Com es pot veure a la gràfica de la figura 25, a finals del mes d'agost d'aquest any, la quantitat de *Serranus scriba* vistos no va ser molt gran, només 4 individus. A inicis i finals d'octubre, la xifra d'observacions va ser de 0 individus a ambdues dates. Aquestes dades s'han recollit a partir de la suma del nombre d'observacions de cada transsecte (Figures 2, 3 i 4 de l'Annex).

### Observacions de *Serranus Scriba* al llarg dels anys 2020, 2021 i 2022



### *Serranus Scriba* (2022)



**Figura 26. Observacions de *Serranus scriba* als anys 2020, 2021 i 2022.** La imatge de dalt mostra la gràfica dels individus observats de *Serranus scriba* als diferents mesos dels anys indicats (dades extretes de la pàgina web Minka). La imatge de sota mostra les dades corresponents al nombre d'observacions realitzades l'any 2022.

A la part superior de la figura 26 es mostra una gràfica, obtinguda a partir de la informació del nombre d'individus de *Serranus scriba* observats als diferents mesos dels anys 2020, 2021 i 2022 de la pàgina web de Minka i dins del projecte DIVA. Amb aquest recull, podem veure que al llarg de tot l'any 2020, el mes amb el màxim nombre d'individus observats va ser el setembre i la corba de creixement poblacional només va trigar 2 mesos. Però si ens fixem en la de l'any 2021, el mes amb més observacions va ser l'agost i la corba de creixement de la població de *Serranus scriba* va durar 2 mesos. Per últim, l'any 2022 va ser molt semblant a l'anterior, el mes amb més individus vistos va ser l'agost i la corba de creixement va tenir una durada de 4 mesos, però, en aquest cas, el pendent és molt més gran i ràpida i el nombre d'observacions també va ser major, com es pot apreciar detalladament a la figura 26.

## 11. Conclusions

### Cens i registre d'observacions

L'estudi realitzat s'emmarca dintre del projecte *Peixos i Escalfament* dels Observadors del Mar, mitjançant el qual es tracta de caracteritzar la biodiversitat de peixos present a l'àrea de banys de la platja del Fòrum de Barcelona i, concretament, se centra en aquestes 12 espècies: *Coris julis*, *Sarpa salpa*, *Thalassoma pavo*, *Serranus cabrilla*, *Serranus scriba*, *Epinephelus marginatus*, *Sparisoma cretense*, *Epinephelus costae*, *Sphyaena viridensis*, *Sciaena umbra*, *Siganus sp* i *Fistularia commersonii*.

La primera immersió al mar va servir per realitzar un registre fotogràfic de les 12 espècies d'interès observades a l'àrea, el qual va permetre crear una plantilla plastificada i impermeable per al mostreig i el recompte d'individus observats (Figura 16c i Figura 1 de l'Annex). El registre del nombre d'individus observats en cada transecte de l'àrea d'estudi va ser realitzat en paral·lel per dos observadors, ja que un d'ells era inexpert, i les dades són les recollides en les figures 2, 3 i 4 de l'annex. Aquestes dades, recollides durant els darrers 4 mesos, es van recollir seguint les pautes i metodologia dels Observadors del Mar, de la mateixa forma que les dades validades i recopilades a la web Minka.

S'ha de tindre en compte que les dades emprades procedents de la web Minka, a partir de les quals s'han obtingut les dades d'aquest estudi, estan influïdes tant per a quan les espècies de peixos poden ser observades com per a quan la gent s'ha interessat a observar-los. Per exemple, pot semblar que un peix és molt actiu al mes de maig, però, pot ser que aquell mes més persones s'han interessat a observar-lo i els següents mesos l'han ignorat. D'altra banda, considerem que les dades també estan delimitades per l'època de l'any, ja que probablement el nombre d'observadors a l'hivern decau en contrast amb un augment notable a l'estiu, la qual cosa podria implicar la sobreestimació de la població a l'estiu i la infraestimació de les poblacions a l'hivern. A més, cal afegir que les dades de Minka també depenen de la popularitat de la pàgina web, si fa uns anys hi havia menys observacions que actualment, això no informa sobre si hi ha més individus d'aquesta espècie o no, potser només és un índex que el lloc web és més popular i atrau a més observadors que abans. Així i tot, es considera que si les gràfiques mostren tendències poblacionals o pics inusuals d'observacions, i si sembla plana o en disminució, malgrat que hi hagi un augment del nombre d'observadors, podria suggerir un canvi en l'abundància d'aquell peix.

### Bioindicadors del canvi climàtic

Les dades principals del treball s'han centrat en 5 de les 12 espècies mostrejades inicialment, les quals són *Coris julis*, *Sarpa salpa*, *Thalassoma pavo*, *Serranus cabrilla* i *Serranus scriba*, ja que són les espècies en les quals vam poder observar almenys un individu en algun dels transectes mostrejats al llarg dels 4 mesos d'immersions.

Els resultats obtinguts a les gràfiques d'observacions de *Sarpa salpa* (Figura 18), *Thalassoma pavo* (Figura 22) i *Serranus scriba* (Figura 26) als anys 2020, 2021 i 2022 mostren un canvi en el mes on es visualitza una major quantitat d'individus. Les espècies *Serranus scriba* i *Sarpa salpa* presenten més observacions registrades el setembre de 2020 i, a ambdós casos, es pot apreciar que l'època de major observacions s'avança un mes, a l'agost, respecte als dos anys anteriors, el 2021 i 2022. Respecte als peixos *Thalassoma pavo* succeeix una cosa molt semblant, però, en aquest cas, l'any 2020 va ser

l'agost el mes que compta amb més observacions i, els anys següents, el mes amb més individus observats passa a ser el juliol. L'avançament de les èpoques en les quals s'observen major nombre d'individus cap a dates més caloroses, és un indicatiu que s'estan veient afectades per l'augment de la temperatura del mar, conseqüència directa del canvi climàtic.

Si ens fixem en la gràfica de les observacions de *Serranus cabrilla* (Figura 24) als anys 2020, 2021 i 2022, es pot apreciar que l'any 2022, després d'haver assolit el màxim pic d'observacions al mes d'agost, el nombre d'observacions descendeix, però torna a augmentar a l'octubre fins a quasi igualar les dades d'agost. En canvi, els dos anys anteriors, un cop assolit el màxim pic d'observacions, el nombre d'individus descendeix dràsticament i no torna a pujar. Aquest augment en la quantitat d'espècimens de *Serranus cabrilla* observats, pot indicar que al mes d'octubre d'aquest any, l'aigua es trobava a temperatures més altes en comparació als anys anteriors, la qual cosa indica que el canvi climàtic ha sigut el responsable d'afavorir l'increment del nombre de temporades de més activitat dels *Serranus cabrilla*.

Les corbes de creixement poblacional, des del punt on comença a augmentar la població fins al punt on la població és màxima, de les espècies *Sarpa salpa*, *Coris julis*, *Thalassoma pavo* i *Serranus scriba* incrementen el seu pendent al llarg dels anys. La *Sarpa salpa* mantenia una pendent de dos mesos de durada el 2020, mentre que es va allargar a 3 mesos durant el 2021 i 2022. Els peixos *Coris julis* van passar d'una corba de creixement d'un mes de durada el 2020 a 5 mesos de durada els anys 2021 i 2022. I, per últim, les corbes de creixement poblacional de *Thalassoma pavo* i *Serranus scriba* marquen una tendència a allargar-se un mes cada any. A partir d'abril i als mesos més càlids de l'any, el juny, el juliol i l'agost, la quantitat d'individus de *Thalassoma Pavo* és molt més elevat que a la resta de mesos i anys. Si tenim en compte que el *Thalassoma Pavo* és una espècie termòfila i que pot viure a temperatures per sobre dels 45 °C i que, per tant, són més actius i se senten més atrets per zones molt càlides, vol dir que aquest últim any les temperatures dels oceans i mars han estat més altes que anys anteriors, i, per això, hi ha hagut aquest augment al nombre d'individus d'aquesta espècie. En conjunt, aquestes dades indiquen que l'increment de temperatures a l'aigua del mar promou l'avançament i la durada dels períodes de creixement poblacional, la qual cosa incrementa el nombre d'individus de la població any rere any.

Un altre punt rellevant és el pendent de la corba de descens poblacional, que comprèn des del punt de màxima població fins al punt on la població descendeix i s'estabilitza en un mínim poblacional. Tenint això en compte, les espècies *Sarpa salpa*, *Thalassoma pavo* i *Serranus scriba* augmenten el pendent amb el pas del temps. En el cas de *Sarpa salpa*, el pendent passa de tenir una durada de 2 mesos el 2020 a tenir una durada de tres mesos als anys 2021 i 2022. El *Thalassoma pavo* va passar de 3 mesos de durada del pendent el 2020 i 2021 fins als 4 mesos. El pendent de descens poblacional del *Serranus scriba* va augmentant un mes cada any que passa des del 2020. La situació climàtica present a les costes litorals de Catalunya, i el fet de mantenir hiverns cada vegada més càlids i constants, promou l'amplada dels períodes d'habitatge de l'ecosistema per part d'aquestes espècies.

En conclusió, totes les dades recollides ens indiquen que les espècies de peixos *Coris julis*, *Sarpa salpa*, *Thalassoma pavo*, *Serranus cabrilla* i *Serranus scriba* veuen incrementada la seva població a conseqüència de l'augment de la temperatura als oceans i mars, ja que, en ser tan sensibles als canvis i variacions de temperatura, fa que aquestes espècies cada cop siguin més comunes a èpoques que abans solien ser més fredes, però, que actualment són més càlides. Per tant, són espècies que es poden emprar com bioindicadors del canvi climàtic en el medi aquàtic del Mediterrani.

## 12. Referències

### **Webgrafia**

1. “10 consecuencias del calentamiento global.” *Ingredientes que Suman*, Consultat: octubre de 2022 a  
<https://blog.oxfamintermon.org/10-consecuencias-del-calentamiento-global/>.
2. “Club d'immersió biologia.” *Club d'Immersiò Biologia Noticies*, Consultat: octubre de 2022 a  
<https://www.cibsub.cat/>.
3. “COP27: Iberdrola en la Cumbre del Clima 2022.” *Iberdrola*, Consultat: setembre de 2022 a  
<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/contra-cambio-climatico/cop27>.
4. “Corrientes Oceánicas - Información y Características.” *Enciclopedia de Geografía*, Consultat: agost de 2022 a  
<https://www.geoenciclopedia.com/corrientes-oceanicas/>.
5. “Cambio climático | Causas, consecuencias y soluciones - ES.” *Greenpeace España*, Consultat: agost de 2022 a  
<https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/>.
6. “Canvi Climàtic.” *Home – Climate Change: Vital Signs of the Planet*, Consultat: setembre de 2022 a  
<https://climate.nasa.gov/>.
7. Ayelen, Emilia. “Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono - Ciencias Naturales - Campus Virtual ORT.” *Campus Virtual ORT*, (16 de setembre de 2019), Consultat: setembre de 2022 a  
<https://campus.ort.edu.ar/secundaria/almagro/cienciasnaturales/articulo/1135938/dia-internacional-de-la-preservacion-de-la-capa-de-ozono>.
8. “Definición de gestión ambiental - Diccionario panhispánico del español jurídico - RAE.” *Diccionario panhispánico del español jurídico*, Consultat: octubre de 2022 a  
<https://dpej.rae.es/lema/gesti%C3%B3n-ambiental>.

9. “ELS RISCOS LITORALS A CATALUNYA.” *Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible*, Consultat: agost de 2022 a [http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/els\\_riscos\\_litorals\\_a\\_catalunya.pdf](http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/els_riscos_litorals_a_catalunya.pdf).
10. “Gestión del litoral | Ecología, Urbanismo, Infraestructuras y Movilidad.” *Ajuntament de Barcelona*, Consultat: setembre de 2022 a <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/>.
11. “11. IMPACTOS SOBRE LAS ZONAS COSTERAS.” *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*, Consultat: agost de 2022 a [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/11\\_zonas\\_costeras\\_2\\_tcm30-178502.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/11_zonas_costeras_2_tcm30-178502.pdf).
12. “Impactes ambientals.” 2. *IMPACTES AMBIENTALS EN PORTS*, Consultat: novembre de 2022 a <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6450/03Da03de15.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
13. “IMPACTO AMBIENTAL EN LA CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE UN PUERTO COMERCIAL |.” *UPM [Blogs]*, (5 May 2020), Consultat: novembre de 2022 a <https://blogs.upm.es/puma/2020/05/05/impacto-ambiental-en-la-construccion-y-explo-tacion-de-un-puerto-comercial/>.
14. “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI).” *Ministerio de Transición Ecológica*, Consultat: setembre de 2022 a <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-panol-de-inventario-sei-/Inventario-GEI.aspx>.
15. “Minka Projecte DIVA”, *Minka*, (2 d’agost del 2018), Consultat: agost de 2022 a [https://minka-sdg.org/observations?project\\_id=25](https://minka-sdg.org/observations?project_id=25).
16. “Monografies de la Institució Catalana d'Història Natural 3.” *Blog IEC*, Consultat: setembre de 2022 a



[https://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2021/09/Monografies\\_d\\_e\\_la\\_ICHN\\_3.pdf](https://blogs.iec.cat/ichn/wp-content/uploads/sites/33/2021/09/Monografies_d_e_la_ICHN_3.pdf).

17. FECDAS. “Nosotros – FECDAS.”, *Federació Catalana d’Activistas Subaquàtiques*  
Consultat: juliol de 2022 a

<https://fecdas.cat/es/nosotros/>.

18. “Peixos i escalfament.” *Observadors del Mar* (2 d’agost del 2018), Consultat: agost de 2022 a  
<https://www.observadoresdelmar.es/Proyecto/Peces-y-Calentamiento/17>.

19. “PROTOCOL 5 Fish visual census of climate change indicators.” *Observadores del Mar*,  
Consultat: agost de 2022 a

<https://www.observadoresdelmar.es/documents/resources/2018>

20. Manzano, Víctor. “Proyecto DIVA-2 – VIMAR.” *VIMAR*, Consultat: agost de 2022 a  
[https://vidamarina.info/?page\\_id=1534](https://vidamarina.info/?page_id=1534).

21. “¿Qué es el cambio climático? | Naciones Unidas.” *the United Nations*, Consultat: setembre  
de 2022 a

<https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>.

22. “9.8.- SISTEMA LITORAL.” *Escuela de Caminos UDC*, Consultat: setembre de 2022 a

[http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado\\_itop/113/pdfs/TEMA%209-3%20geomorfologia.pdf](http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/113/pdfs/TEMA%209-3%20geomorfologia.pdf).


23. Piper, Kelsey. “The ozone hole shrank, showing the world can solve environmental crises.”  
*Vox*, Consultat: setembre de 2022 a

<https://www.vox.com/future-perfect/22686105/future-of-life-ozone-hole-environmental-crisis>.

## **Bibliografia**


1. J. Bach, i T. M. Correig. *Ciències de la Terra i del Medi Ambient (Ozó)* 2. 2009 ed.,  
Barcelona, TEIDE, (2009).

### 13. Annexos



**Observadores del Mar**

Protocolo traducido y adaptado de




Project co-financed by the European Regional Development Fund

MPA Engage

**CENSO DE PECES INDICADORES DE CAMBIO CLIMÁTICO**

UN TRANSECTO = UN CENSO DE 5 MINUTOS (50X5METROS)

Buceo en parejas  
Escoger dos rangos de profundidad  
Realizar 2x2 transectos horizontales  
No contar individuos menores de 2 cm



5 metros aprox.

50 metros aprox.

5 minutos

**OBSERVADOR/A**

NOMBRE \_\_\_\_\_

Nivel de buceo recreativo  PRINCIPIANTE  AVANZADO  EXPERTO

Información adicional  PERSONAL MPA  INVESTIGADOR/A

EXPERIENCIA EN RECONOCIMIENTO DE ESPECIES  MEDIA  BUENA  MUY BUENA













**CUÁNDO Y DÓNDE**

LUGAR DE MUESTREO \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ Hora \_\_\_ : \_\_\_


Nivel de protección  Fuera de AMP  Parcial  Protección total

Nombre AMP (si procede) \_\_\_\_\_

	Temperatura del agua durante los transectos °C					Temperatura del agua durante los transectos °C				
	1-3m (snorkel)	1-3m	5-10m	11-20m	21-30m	1-3m (snorkel)	1-3m	5-10m	11-20m	21-30m
	TRANSECTO I		TRANSECTO II			TRANSECTO III		TRANSECTO IV		
 <b>MERO</b> <i>Epinephelus marginatus</i>										
 <b>JULIA, DONCELLA</b> <i>Coris julis</i>										
 <b>PEZ VERDE, LORO</b> <i>Thalassoma pavo</i>										
 <b>SALPA, SALEMA</b> <i>Sarpa salpa</i>										
 <b>SERRANO</b> <i>Serranus scriba</i>										
 <b>CABRILLA</b> <i>Serranus cabrilla</i>										
 <b>VIEJA</b> <i>Sparisoma cretense</i>										
 <b>FALSO ABADEJO</b> <i>Epinephelus costae</i>										
 <b>BARRACUDA</b> <i>Sphyaera viridensis</i>										
 <b>CORBINA</b> <i>Sciaenops ocellatus</i>										
 <b>SIGANUS</b> <i>Siganus sp.</i>										
 <b>PEZ TROMPETA</b> <i>Fistularia commersonii</i>										
<b>EXÓTICAS</b>										
<b>NOTAS</b>										

[www.observadoresdelmar.es](http://www.observadoresdelmar.es)

En alianza con:



Concepto: E. Azurro; Dibujos: J. Corbera. Adaptado de "FISH IVC protocol" del proyecto GESM/Tropical Signals.

Con la contribución de PADU y DAN Europe.

**Figura 1. Cens de peixos indicadors de canvi climàtic.** Mostra d'una fitxa model emprada pels Observadors del mar i utilitzada per realitzar el cens de les espècies de peixos bioindicadors del canvi climàtic.

Data i hora	23/08/2022 (11:00h)			
Peixos	Transecte I	Transecte II	Transecte III	Transecte IV
<i>Epinephelus Marginatus</i>	-	-	-	-
<i>Coris Julis</i>	I	II	III	IV
<i>Thalassoma Pavo</i>	I	I	-	I
<i>Sarpa Salpa</i>	IIIX	VI	VII	IV
<i>Serranus Scriba</i>	-	I	I	II
<i>Serranus Cabrilla</i>	I	I	III	-
<i>Sparisoma Cretense</i>	-	-	-	-
<i>Epinephelus Costae</i>	-	-	-	-
<i>Sphyaena Viridensis</i>	-	-	-	-
<i>Sciaena Umbra</i>	-	-	-	-
<i>Siganus Sp</i>	-	-	-	-
<i>Fistularia Commersonii</i>	-	-	-	-
Lloc	Zona de banys del Fòrum			
Condicions Climàtiques	T° ATM		28° C	
	Temps		Solejat	
Condicions del mar	Ontage		Cap	
	Corrent		Cap	
	Visibilitat vertical		2 m	
	Visibilitat horitzontal		5-6 m	
	pH de l'aigua		8,2 pH	
Temperatura de l'aigua		24 °C		

Figura 2. Primera sortida al mar. Dades recollides durant la primera sortida al mar de la platja del Fòrum de Barcelona.

<b>Data i hora</b>	<b>06/10/2022 (15:40h)</b>			
<b>Peixos</b>	Transecte I	Transecte II	Transecte III	Transecte IV
<i>Epinephelus Marginatus</i>	-	-	-	-
<i>Coris Julis</i>	II	-	III	XX
<i>Thalassoma Pavo</i>	-	-	-	-
<i>Sarpa Salpa</i>	XI	XV	XV	VI
<i>Serranus Scriba</i>	-	-	-	-
<i>Serranus Cabrilla</i>	-	-	-	-
<i>Sparisoma Cretense</i>	-	-	-	-
<i>Epinephelus Costae</i>	-	-	-	-
<i>Sphyraena Viridensis</i>	-	-	-	-
<i>Sciaena Umbra</i>	-	-	-	-
<i>Siganus Sp</i>	-	-	-	-
<i>Fistularia Commersonii</i>	-	-	-	-
<b>Lloc</b>	<b>Zona de banys del Fòrum</b>			
<b>Condicions Climàtiques</b>	<b>T°ATM</b>		25° C	
	<b>Temps</b>		Solejat	
<b>Condicions del mar</b>	<b>Ontage</b>		Moderat	
	<b>Corrent</b>		Moderat	
	<b>Visibilitat vertical</b>		3 m	
	<b>Visibilitat horitzontal</b>		6-7 m	
	<b>pH de l'aigua</b>		8,20 pH	
	<b>Temperatura de l'aigua</b>		23.8° C	

Figura 3. Segona sortida al mar. Dades recollides durant la segona sortida al mar de la platja del Fòrum de Barcelona.

<b>Data i hora</b>	<b>18/10/2022 (16:00h)</b>			
<b>Peixos</b>	Transecte I	Transecte II	Transecte III	Transecte IV
<i>Epinephelus Marginatus</i>	-	-	-	-
<i>Coris Julis</i>	VII	II	II	XVI
<i>Thalassoma Pavo</i>	-	-	-	-
<i>Sarpa Salpa</i>	XXVII	I	I	II
<i>Serranus Scriba</i>	-	-	-	-
<i>Serranus Cabrilla</i>	-	-	-	-
<i>Sparisoma Cretense</i>	-	-	-	-
<i>Epinephelus Costae</i>	-	-	-	-
<i>Sphyraena Viridensis</i>	-	-	-	-
<i>Sciaena Umbra</i>	-	-	-	-
<i>Siganus Sp</i>	-	-	-	-
<i>Fistularia Commersonii</i>	-	-	-	-
<b>Lloc</b>	<b>Zona de banys del Fòrum</b>			
<b>Condicions Climàtiques</b>	<b>T°ATM</b>		24° C	
	<b>Temps</b>		Solejat	
<b>Condicions del mar</b>	<b>Ontage</b>		Moderat	
	<b>Corrent</b>		Moderat	
	<b>Visibilitat vertical</b>		2,5 m	
	<b>Visibilitat horitzontal</b>		5 m	
	<b>pH de l'aigua</b>		8,23 pH	
	<b>Temperatura de l'aigua</b>		23,8° C	

Figura 4. Tercera sortida al mar. Dades recollides durant la tercera sortida al mar de la platja del Fòrum de Barcelona.