



**Govern de les
Illes Balears**

Conselleria d'Agricultura,
Pesca i Medi Natural

IRFAP

Institut de Recerca i Formació
Agroalimentària i Pesquera
de les Illes Balears



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

LA RESERVA MARINA DE LA COSTA NORD-EST D'EIVISSA-TAGOMAGO (RMNEET).

SEGUIMENT DE LES ESPÈCIES ÍCTIQUES VULNERABLES SOBRE SUBSTRAT ROCÓS EN EL
PERÍODE 2020-2025 (OCTUBRE-NOVEMBRE)



Autors:

Marc Villasevil¹, Maria Arpa¹, Oliver Navarro², José Luis De la Rocha¹, Álvaro Almagro¹, Joan Palmer¹

¹: TRAGSATEC, ²: IRFAP.



Foto de portada: Escòrpora, *Scorpaena scrofa* a Tagomago. Autor: Jose Luis De La Rocha

Citar com:

Villasevil M., Arpa-Vila M., Navarro O., De La Rocha J., A. Almagro, Palmer J., 2025. La reserva marina de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago (RMNEET). Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós en el període 2020-2025. Informe tècnic per a la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears. Tragsatec. 57 pàgines.

Continguts

Resum Executiu	5
1. Introducció	7
2. Àrees d'estudi i metodologia	9
2.1. Àrea d'estudi i disseny de mostreig	9
2.2. La presa de dades i les espècies objecte d'estudi	12
2.3. Anàlisi estadística de les dades	14
3. Resultats	16
3.1. Les espècies i la riquesa	16
3.2. La densitat de peixos demersals	20
3.3. La biomassa d'espècies demersals	29
3.4. La biomassa d'espècies d'alt nivell tròfic	39
3.5. La distribució de talles de les espècies més freqüents i abundants	41
4. Discussió i conclusions	50
5. Referències bibliogràfiques	53

Resum executiu

La quarta campanya de seguiment de ictiofauna en fons rocosos de la Reserva Marina del nord-est d'Eivissa-Tagomago (RMNEET) s'ha realitzat a l'octubre de 2025. Declarada el desembre de 2018 com a àrea marina d'interès pesquer, aquesta reserva ha sigut avaluada mitjançant censos visuals amb escafandre autònom al segon (2020), tercer (2021), cinquè (2023) i setè any de protecció (2025). Els treballs tècnics precedents ja mostraven una evolució en la composició de les espècies de peixos en comparar les zones dins la reserva amb les zones de control no protegides. Tot i que això ha constituït un primer senyal dels efectes de la reserva, l'impacte ha assolit significació estadística en algunes variables dels indicadors ecològics principals, com la riquesa específica (S), la densitat (D_NB) i la biomassa d'espècies nectobentòniques o demersals (D_NB i B_NB, respectivament), ni la biomassa dels taxons d'alt nivell tròfic (B_NT>3,5).

Amb l'objectiu d'examinar els indicadors esmentats i les estructures de talles de les espècies predominants, el treball de camp de 2025 va comptar amb quatre biòlegs bussejadors. En total es van mostrejar 12.000 m² mitjançant 48 transectes de 50x5 m, amb un total de 25 h de treball subaquàtic. La recerca es va plantejar per avaluar de quina manera el temps de protecció acumulat afecta els indicadors segons el nivell de restricció pesquera i la cota batimètrica. A les aigües de menor profunditat (5-15 m), l'anàlisi va incloure tres categories: reserva integral (RI), parcial (RP) i àrees no protegides de control (NR). Tanmateix, a la zona més profunda (18-28 m), la impossibilitat d'ubicar almenys tres transectes (N=3) a la RP per manca d'hàbitat homogeni va restringir la comparació a únicament a les zones RI i NR. Per garantir la representativitat de l'hàbitat principal de la comunitat ictiològica, es van establir dues estacions de mostratge per cada nivell de protecció (Zona 1 i Zona 2).

Del total de 19 espècies d'interès pesquer registrades durant les tres campanyes, tres d'elles; la serviola (*Seriola dumerili*), l'espet (*Sphyræna viridensis*) i el déntol (*Dentex dentex*); es van analitzar exclusivament com a components de la riquesa biològica (S). A l'hora d'interpretar els resultats, cal diferenciar entre els valors totals acumulats (sistemàticament superiors a la RMNEET) i l'anàlisi de les mitjanes, afectat per la dispersió espacial que genera l'heterogeneïtat de l'hàbitat.

Pel que fa a la riquesa d'espècies (S), a la franja somera es va produir un increment mitjà del 45% tant a la Reserva Integral (RI) com a la Parcial (RP) al cap de 7 anys. En aigües profundes, la RI ja mostrava valors de S superiors des de l'inici del seguiment, el que suggereix que la recuperació s'hauria iniciat en el període 2019-2020. Tot i així els valors mitjans del 2025 han sigut superiors a qualsevol altre de la sèrie històrica amb un 71% més que el 2020.

La densitat d'espècies (D_NB) ha augmentat en ambdues cotes batimètriques però de forma molt heterogènia, si bé la major part del increment recau en la Zona 1 (Llosa des Figuerà). D'acord a les mitjanes resultants, s'han detectat increments d'un 56% i d'un 58% de les zones de màxima protecció superficials i profundes respectivament, i increments d'un 47% a les zones de parcial protecció en aigües superficials.

La biomassa demersal (B_NB) en aigües superficials va respondre de manera positiva. La RP ha assolit els 10,5 kg/250 m², superant el rang de referència de 4-5 kg/250 m² descrit per a les zones accessibles a la pesca del litoral balear (Coll, 2022). A la RI superficial es va observar una forta variabilitat entre estacions (25,7 kg/250 m² a la Zona 1 davant de 10,5 kg/250 m² a la Zona 2), tot i que en conjunt la RI ha triplicat (x3,1) la biomassa respecte als controls (5,6 kg/250 m²). En la cota profunda, la RI va acumular 133,4 kg de biomassa enfront dels 72,3 kg de les zones control (Cap Nunó i Ses Margalides); no obstant això, la disparitat entre estacions va fer que la mitjana (18,9±4,8 kg/250 m²) no fos estadísticament diferent de la del control (9,2±1,5 kg/250 m²).

El descriptor de la biomassa d'alt nivell tròfic (B_NT>3,5) va mostrar canvis significatius al llarg de les campanyes, però sense efecte del nivell de protecció degut a la heterogeneïtat entre les Zones 1 i 2. Aquest patró s'explica principalment per la feble recuperació de l'anfós (*Epinephelus marginatus*), espècie indicadora dels estadis madurs en reserves marines (Sala, 2004; Reñones et al., 2012; Sandin i Sala, 2012). Si es revisen les dades de la Xarxa Balear d'AMP d'antiguitat similar (Sa Dragonera, Malgrats, El Toro i PN de Cabrera), la projecció del setè any corrobora l'actual resultat de la biomassa d'alt nivell tròfic fins a 3 kg/250m².

En el pla demogràfic, s'ha confirmat un augment de la mida mitjana en *Diplodus vulgaris*, *D. sargus*, i *Sciaena umbra*. Les dades dins la RI mostren que la majoria de la població ha assolit la maduresa sexual: a les aigües superficials, un 60% dels sards, un 86% de les variades i un 79% dels escorballs són adults reproductors, mentre que a les aigües profundes aquestes proporcions són del 80%, 82% i 81%. Dins la RP i a les aigües superficials, un 81% dels sards, un 79% de les variades i un 87% dels escorballs són adults reproductors.

En conjunt, els resultats confirmen la tendència positiva de la reserva, tot i que amb un ampli marge de millora. Com va concloure la Universitat de Múrcia, resulta imprescindible reforçar la vigilància al nord-est d'Eivissa, tenint en compte que aquests set anys inicials representen només un 25-40% del temps necessari per consolidar un ecosistema madur (Garcia-Rubies et al., 2013; Rojo et al., 2021a; Coll et al., 2012, 2013).

Introducció

La Reserva Marina de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago (RMNEET) va ser creada mitjançant el Decret 45/2018, de 14 de desembre (BOIB núm. 157, de 15 de desembre de 2018), en resposta a la demanda de la Confraria de Pescadors d'Eivissa i dels ajuntaments de Sant Joan de Labritja i Santa Eulària des Riu. Aquesta sol·licitud es fonamentava en la constatació recurrent, ja entrada la segona dècada del segle XXI, del descens dels rendiments pesquers de la flota d'arts menors i en la manca de control per fer complir la normativa pesquera a la costa nord d'Eivissa. El Consell Insular d'Eivissa (CIE), a través del Departament de Medi Ambient, Medi Rural i Marí, va elaborar un informe tècnic exhaustiu sobre la qualitat i idoneïtat dels fons marins situats entre els illots de Santa Eulària i la punta des Moscarter. Aquest document incloïa una descripció minuciosa de les arts de pesca professionals i recreatives, dels seus rendiments i una avaluació dels recursos mitjançant mètodes independents de la pesca, basats en censos directes amb escafandre autònom (Box, 2017).

En aquest estudi es van registrar fins a vuit tipus de pesca amb diferents espècies objectiu per part de la flota d'arts menors, així com una intensa activitat recreativa de volantí, curricà i pesca submarina. Pel que fa a la pesca recreativa, es van inventariar fins a dotze modalitats diferents, algunes de les quals, segons l'estudi, compartien espècies objectiu amb la pesca professional: el caproig o roja (*Scorpaena scrofa*), el gall (*Zeus faber*), la cirviola (*Seriola dumerili*) i els grans serrànids (*Epinephelus costae*, *Epinephelus marginatus* i *Mycteroperca rubra*). A més de la valuosa informació de base sobre rendiments i estimacions de biomassa, l'estudi destaca la gran diversitat d'hàbitats (segons el mapa bionòmic del MAGRAMA) i la variabilitat de rendiments observada entre estacions d'estudi, tant a petita escala (cents de metres) com a major escala espacial (milers de metres), la qual cosa demostra, una vegada més, la gran complexitat de l'ecosistema litoral mediterrani (Garcia-Charton et al., 2004; Guidetti et al., 2014; Coll et al., 2020). Emprant aquest informe com a base de discussió, es va dur a terme un ampli procés participatiu entre tècnics, pescadors professionals i altres usuaris (pescadors recreatius i bussejadors), que va culminar amb la delimitació actual de la RMNEET, entre els illots de Santa Eulària, Tagomago i la punta de Cala Jonc. Aquesta àrea marina ocupa 3.996 hectàrees, de les quals 228 (el 6%) corresponen al nivell de reserva integral.

Seguint la dinàmica establerta per la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears després de la declaració de les tres primeres reserves marines d'interès pesquer el 1999 (la Reserva Marina de la Badia de Palma, la del Nord de Menorca i la dels Freus d'Eivissa i Formentera), i d'acord amb l'article 8.8 de la Llei de pesca de les Illes Balears (BOIB núm. 156, de 13 de novembre de 2013), es va iniciar un projecte de seguiment dels recursos íctics de fons rocosos mitjançant mètodes directes independents de la pesca (censos visuals amb escafandre autònom).

La primera part del projecte es va desenvolupar els anys 2020 (octubre-novembre) i 2021 (octubre) per part de l'equip del Departament d'Ecologia i Hidrologia de la Universitat de Múrcia (UMU). Les primeres campanyes de censos en una reserva marina solen comportar un esforç addicional, ja que s'avalua la

totalitat del poblament de peixos, tant les espècies d'interès pesquer com les que no ho són. Garcia-Charton et al. (2021) van presentar un llistat de 51 espècies de peixos pertanyents a 16 famílies. En centrar-se en 19 espècies vulnerables a la pressió pesquera, van obtenir uns resultats incipients dels efectes de la protecció, concretats en la diferència de percentatge (en nombre d'individus o en biomassa) que cada espècie aporta al conjunt entre les zones protegides i les zones control, amb una dissimilitud del 60-70 % entre ambdues. L'any 2023 (octubre), cinc anys després de la declaració de la reserva, els resultats es poden considerar positius, amb molt marge de millora a les zones que mostraren valors baixos dels indicadors.

A finals d'octubre i principis de novembre del 2025, set anys després de la declaració de la reserva, s'ha repetit el mostreig, constituint així la quarta campanya de seguiment dels recursos íctics.

El present informe tècnic en descriu els resultats obtinguts i els contextualitza en el marc de la Xarxa Balear d'AMP durant els darrers 25 anys, i, especialment, del conjunt de les 12 reserves marines d'interès pesquer amb què compta actualment la Comunitat Autònoma de les Illes Balears (https://www.caib.es/sites/reservesmarines/ca/les_reserves_marines_a_les_illes_balears-850/).

2. Àrea d'estudi i metodologia

2.1. Àrea d'estudi i disseny de mostreig

La complexitat del litoral balear assoleix la seva màxima expressió en els sectors rocosos i penya-segats, com és el cas de la costa nord d'Eivissa. Aquesta realitat es reflecteix en el mapa bionòmic del MAGRAMA (Fig. 2.1), que revela un mosaic d'hàbitats bentònics. Històricament, aquesta distribució ha determinat l'estratègia de la flota d'arts menors, ja que l'activitat pesquera no es distribueix de manera aleatòria, sinó que se situa en punts concrets que es distingeixen per la seva topografia, diversitat i productivitat específiques (Stobart et al., 2012; Box, 2017).

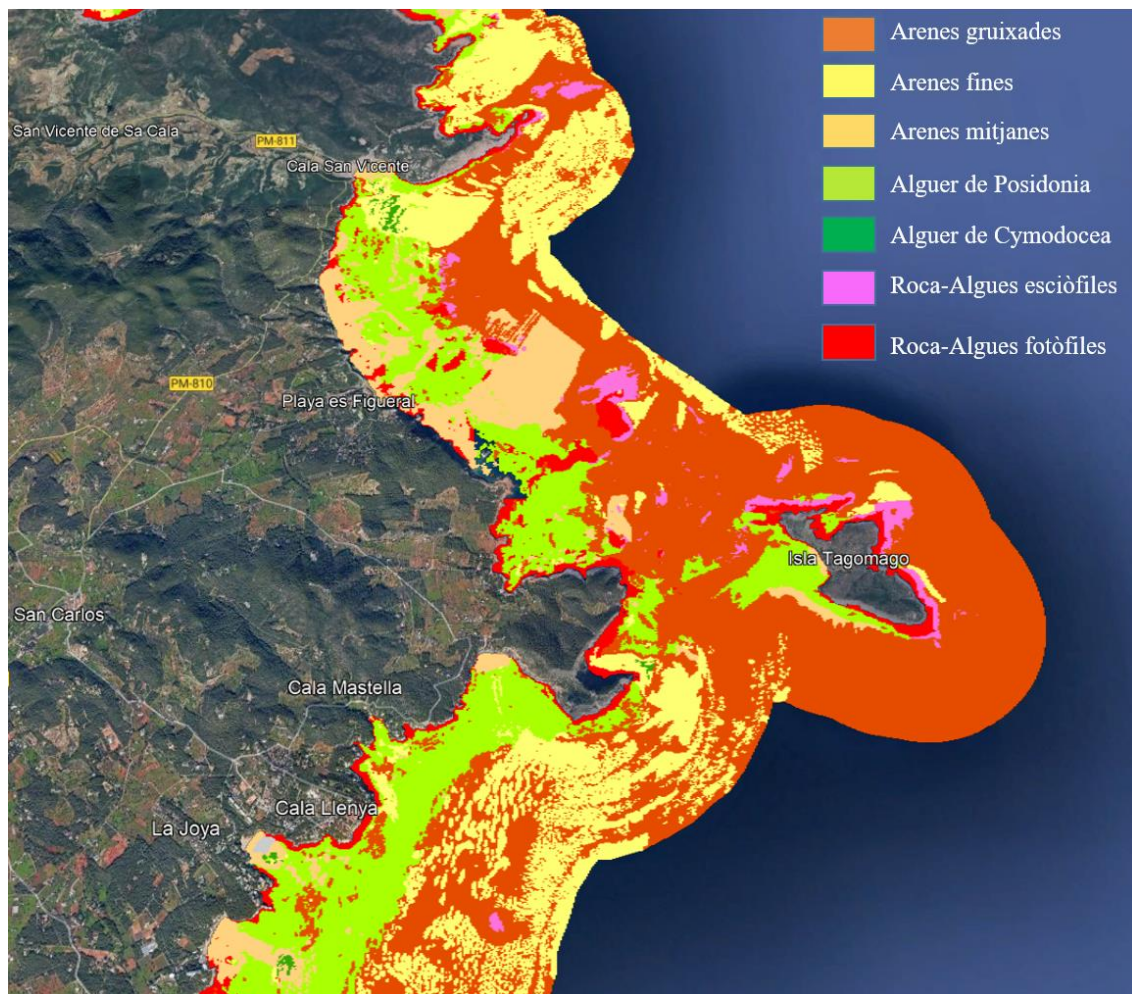


Figura 2.1. Mapa bionòmic de l'àrea litoral (< 50 m) de la Reserva Marina del nord-est d'Eivissa-Tagomago.

Aquest patró de mosaic es manté fins i tot quan restringim l'estudi a hàbitats estrictament rocosos. A més, la selecció de les espècies objectiu exigeix que els punts de mostreig presentin una complexitat topogràfica de grau mitjà-alt; fora d'aquestes condicions, la presència de determinades espècies d'interès seria residual (veure apartat 2.2). Aquesta dependència respon a necessitats biològiques clau,

principalment la cerca de refugi (Caddy, 2008), el tigmotropisme i la disponibilitat de recursos alimentaris (Freon i Dagorn, 2000; Rojo et al., 2021a).



Les espècies objecte d'estudi responen d'una forma directa a la presència de refugis durant les hores de llum en què es realitzen els censos.

L'objectiu principal d'aquest estudi és avaluar l'impacte dels diferents nivells de protecció de la RMNEET sobre els recursos íctics. Per garantir la robustesa estadística i evitar la pseudoreplicació (Underwood, 1997) —és a dir, el risc de confondre l'efecte de la protecció amb les singularitats de cada emplaçament—, s'han seleccionat dues estacions per cada nivell de protecció.

Donat que la profunditat és un factor determinant en la distribució de les espècies segons la seva talla (MacPherson, 1998; Reñones et al., 2012), s'han establert dos estrats: el superficial (5 a 15 m) i el profund (18 a 28 m). Cal assenyalar que, per motius de disponibilitat d'àrees amb l'extensió mínima requerida ($\approx 1.000 \text{ m}^2$), no ha estat possible incloure un estrat profund dins la zona de protecció parcial, segons es va concloure en la campanya d'identificació prèvia realitzada l'octubre de 2020 amb el Consell Insular d'Eivissa (CIE).

Finalment, s'ha mantingut la coherència amb les estacions mostrejades per la UMU durant el 2020 i 2021. D'aquesta manera, el disseny experimental es distribueix de la següent manera:

- Estrat superficial: Dues estacions/ zones per a cada categoria (RI1-RI2, RP1-RP2 i control NR1-NR2).
- Estrat profund: Dues estacions/ zones a la reserva integral (RI1-RI2) i dues estacions control (NR1-NR2).

La toponímia i les coordenades geogràfiques detallades d'aquests punts de mostreig es poden consultar a la taula 2.1 i a la figura 2.2.

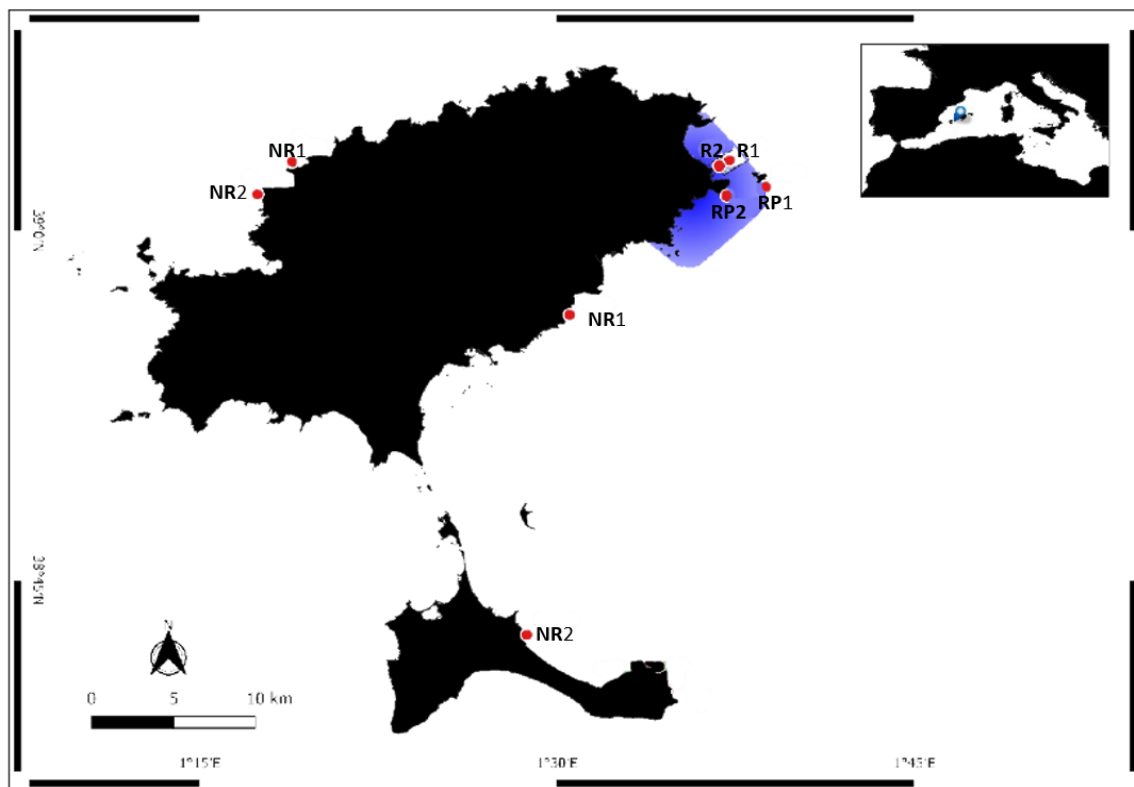


Figura 2.2. Distribució de les zones/estacions de mostreig. La R1 i R2 dins la reserva integral (RI) en l'estrat superficial coincideixen geogràficament amb les profundes (també R1 i R2 i que per motius d'escala es representen allà mateix). RP1 i RP2 són les estacions de reserva parcial superficials (no hi ha estacions profundes a RP). Les zones control superficials es distribueixen entre l'est d'Eivissa (NR1) i el nord-est de Formentera (NR2) i les zones control profundes es troben al nord-oest d'Eivissa (NR1 i NR2) (veure coordenades a la Taula 2.1).

Taula 2.1. Toponímia i coordenades geogràfiques de les diferents zones/estacions de mostreig a la RI i RP de la RMNEET i a les zones control en els estrats de fondària superficial i profund (sistema de referència WGS84).

Localitat	Codi	Nivell de protecció	Estrat
Llosa des Figuerat	R1	Reserva Integral	5-15 m
Ses Eres Roges	R2	Reserva Integral	5-15 m
Llosa des Figuerat	R1	Reserva Integral	18-28 m
Ses Eres Roges	R2	Reserva Integral	18-28 m
Tagomago SW	RP1	Reserva Parcial	5-15 m
Cap Roig	RP2	Reserva Parcial	5-15 m
Salt d'en Serra	NR1	No Reserva	5-15 m
Sud Punta Prima	NR2	No Reserva	5-15 m
Ses Margalides	NR1	No Reserva	18-28 m
Cap Nunó	NR2	No Reserva	18-28 m

2.2. La presa de dades i les espècies objecte d'estudi

La unitat de mostreig emprada en els censos visuals ha estat el transsecte de 50 × 5 m, per la qual cosa tots els resultats s'han estandarditzat a una superfície de 250 m². El nombre de transsectes per estació ha oscil·lat entre quatre i sis, condicionat per l'extensió del substrat rocós i les limitacions de temps de fons associades a la fondària. En la campanya d'octubre de 2025 s'ha completat un esforç total de 48 transsectes, que inclouen una àrea prospectada de 12.000 m². Un cop situats a la zona d'estudi, els transsectes s'han distribuït a l'atzar sobre substrats rocosos dins de cada estrat (superficial o profund). Per tal d'evitar l'autocorrelació espacial, s'ha establert una distància mínima de 20 m entre transsectes (Ordines et al., 2005).

Els censos s'han executat per parelles de bussejadors: el primer avança estenent una cinta mètrica mentre censa les espècies de moviment ràpid, mentre que el segon inspeccionava els caus i escletxes per inventariar les espècies de comportament més críptic. L'estudi s'ha focalitzat en un conjunt reduït d'espècies de substrat rocós que són objectiu tant de la pesca professional com de la recreativa i submarina. Aquesta aproximació, basada en la tècnica del Discrete Group Censusing (Greene i Alevizon, 1989), permet incrementar notablement l'exactitud de les dades, optimitzar el temps d'immersió i assolir un major nombre de rèpliques en comparació amb els censos de poblament íctic complet.

En cada transsecte s'han identificat les espècies objectiu, s'ha comptabilitzat el nombre d'individus i la estima de la talla. Les espècies vulnerables a la pressió pesquera observades s'han classificat d'acord amb les categories espacials 1, 3, 5 i 6 definides per Harmelin (1987) (Taula 2).

Taula 2.2. Exemples de les diferents espècies enregistrades en els censos visuals, les quals estan incloses dins les categories espacials 1, 3, 5 i 6 de Harmelin (1987).

Categoria	Definició	Exemples
1	Espècies molt mòbils, generalment diürnes i que poden viure en bancs. Macrocarnívores.	Cirviola (<i>Seriola dumerili</i>) Espet (<i>Sphyraena viridensis</i>) Palomida (<i>Lichia amia</i>)
3	Espècies nectobentòniques o demersals, mesòfagues i macròfagues, amb desplaçaments horitzontals i verticals moderats, com el cas dels <i>Diplodus</i> spp., i altres gèneres de major abast. Presenten una activitat diürna i mostren una marcada fidelitat per zones determinades.	Morruda (<i>Diplodus puntazzo</i>) Sard (<i>Diplodus sargus</i>) Variada (<i>Diplodus vulgaris</i>) Càntera (<i>Spondyllosoma cantharus</i>) Orada (<i>Sparus aurata</i>) Dèntol (<i>Dentex dentex</i>).
5	Espècies nectobentòniques, mesocarnívores i macrocarnívores. Marcadament sedentàries, amb desplaçaments verticals i horitzontals poc importants dins l'escala temporal de l'estudi.	Grans làbrids (<i>Labrus merula</i> i <i>Labrus viridis</i>) Grans serrànids (<i>Epinephelus</i> spp. i <i>Mycteroperca rubra</i>) Escorball (<i>Sciaena umbra</i>)

6	Espècies nectobentòniques molt sedentàries que depenen d'un cau on troben un refugi momentani o un repòs cíclic (incloses espècies d'hàbitats tant diürns com nocturns).	Morena (<i>Muraena helena</i>) Escorpènids (<i>Scorpaena porcus</i> i <i>Scorpaena scrofa</i>) Mòllera de roca (<i>Phycis phycis</i>)
---	--	---

Amb l'objectiu de completar el disseny del mostreig, i de manera complementària a la recollida de dades de les espècies vulnerables, s'han registrat diversos descriptors d'hàbitat que han permès caracteritzar les estacions d'estudi a partir dels trets geomorfològics més rellevants del fons. Concretament, en cada transsecte s'ha determinat la profunditat (mínima, màxima i mitjana) i s'ha analitzat la composició del substrat al llarg dels 50 m de recorregut.

La cobertura de cada tipus de substrat s'ha quantificat a partir de la seva representació lineal al llarg de la cinta mètrica. Les categories definides foren les següents: roca homogènia, blocs grans ($\varnothing > 2$ m), blocs mitjans ($1 \text{ m} < \varnothing < 2$ m), blocs petits ($\varnothing < 1$ m), arena, grava, còdols i praderies de *Posidonia oceanica*.

Adicionalment, s'ha avaluat el relleu del fons o "rugositat" de cada transsecte seguint el protocol de Luckhurst i Luckhurst (1978). Aquesta estimació s'ha realitzat in situ mitjançant una observació visual, prèvia estandardització entre els diferents observadors per garantir la precisió de les dades, i s'ha aplicat una escala de quatre graus:

- 1: Relació entre la longitud real i la longitud lineal, igual o lleugerament superior a 1, sense escletxes, anfractuositats aparents i/o importants variacions verticals.
- 2: Relació entre ambdues longituds clarament superior a 1, amb variacions verticals poc importants (menors de 2 m) i poques escletxes, blocs rocosos i anfractuositats.
- 3: Relació entre longitud real i lineal clarament superior a 1,5, amb escletxes, anfractuositats i blocs d'una certa entitat, ocupant al menys un 25% de la longitud total del transsecte i/o variacions verticals de més de 2 m.
- 4: Presència important d'escletxes, túnels, coves o blocs rocosos, ocupant més del 25% de la longitud del transsecte i/o pregones variacions verticals amb una relació entre la longitud real i la lineal propera o major a 2.

Finalment, per a cada transsecte també s'ha estimat el pendent del substrat en base a una escala establerta de l'1 al 4, essent:

- 1: Pendent d'entre 0 i 30°.
- 2: Pendent de 30° a 60°.
- 3: Pendent de 60° a 90°.
- 4: Pendent que superava els 90° formant superfícies extra plomades.

2.3. Anàlisi estadística de les dades

La base de dades generada el 2025 s'ha integrat amb la campanya anterior del 2023 i la realitzada anteriorment per la UMU, que recollia la informació de les campanyes del 2020 i 2021. Així, els resultats descrits en aquest informe corresponen a les anàlisis espacials i temporals associades al període 2020-2021-2023, i s'han comptabilitzat, respectivament, dos, tres, cinc i set anys de protecció des de la declaració de la reserva el 2018.

Amb la matriu de dades obtinguda, s'ha calculat la riquesa d'espècies (S: nombre d'espècies/250 m²), la densitat de peixos demersals o nectobentònics (D_NB: nombre d'individus/250 m²) i la biomassa de peixos demersals o nectobentònics (B_NB: kg/250 m²) per a cada mostra (transsecte). Les espècies de la categoria 1 —aquelles més pelàgiques i mòbils, com *Sphyraena viridensis* o *Seriola dumerili*, així com les divagants entre el litoral i la plataforma, com *Dentex dentex*— s'han considerat per al càlcul de la riquesa específica, però no per als indicadors d'abundància i biomassa. Aquesta discriminació respon a la seva gran àrea vital (*home range*), molt superior a la de la zona d'estudi, la qual cosa provoca que no s'acompleixi una assumptió essencial per a l'estimació del recurs: que l'abundància de les espècies objectiu sigui constant en l'escala espacial i temporal de l'estudi.

D'altra banda, donada l'abundància i la major variació de les espècies amb un nivell tròfic baix, sobretot les del gènere *Diplodus*, i la importància de les espècies situades en la part superior de la xarxa tròfica (p. ex., grans serrànids, escorpènids) (Sandin i Sala, 2012), s'ha calculat un nou indicador basat únicament en la biomassa d'aquelles espècies que presenten un nivell tròfic superior a 3,5 (B_NT>3,5: kg/250 m²) (Froese i Pauly, 2023, www.fishbase.org).

Per al càlcul de la biomassa, s'han emprat les relacions talla-pes de cada espècie descrites per Morey et al. (2003) i, en el cas de no disposar-ne, s'han consultat a la base de dades www.fishbase.org (Froese i Pauly, 2023). Posteriorment, les dades s'han analitzat utilitzant el software R (www.r-project.org) i l'entorn de desenvolupament integrat (IDE) RStudio.

La hipòtesi de treball principal amb els indicadors esmentats, presentats com a variable de resposta, ha estat si el temps (2, 3, 5 i 7 anys transcorreguts des de la declaració) ha influït de manera diferenciada en les zones de reserva integral, reserva parcial i zones control. Aquest enfocament constitueix la base de la interacció entre factors, element essencial per demostrar l'efecte reserva (Guidetti, 2002). El nivell de protecció (RI-RP-NR) s'ha considerat, doncs, com un factor nominal que, juntament amb el temps, les covariables d'hàbitat i l'efecte de la zona, afecta els indicadors.

L'efecte de la zona/estació presa com a factor s'ha interpretat només a efectes de variació dels valors de partida, permetent que aquests variïn (ordenada a l'origen de la riquesa, densitat, etc.) en funció de l'estació quan el temps de protecció és zero. Aquest plantejament s'ha tractat mitjançant models lineals mixtos (factors fixos i aleatoris) amb el paquet *nlme* (Pinheiro et al., 2021), decisió fonamentada en diversos motius: a) les estacions d'estudi dins de cada nivell de protecció no responen a una mostra àmplia de llocs seleccionables a l'atzar en cada campanya; b) les estacions triades es repeteixen en el temps, la

qual cosa pot generar cert grau d'autocorrelació entre transsectes; i c) les hipòtesis establertes són d'interès general, extensives a tota l'àrea dins de cada nivell de protecció, i no limitades a les estacions concretes.

Així, el model a testar s'ha expressat com:

$$\text{LogX}_{ij} = \alpha + \beta_1 * f\text{PROT} + \beta_2 * \text{TPY} + \beta_3 * (f\text{PROT} * \text{TPY}) + \beta_4 * \text{PROFM} + a_i + \varepsilon_{ij}$$

On LogX_{ij} és la transformació logarítmica ($\log_{10} x + 1$) de la variable X (S, D_NB, B_NB i B_NT) de peixos a un transsecte j i una estació i; α és l'ordenada a l'origen/intercept; β_1 , β_2 , β_3 , β_4 són els coeficients del factor protecció (fPROT), de la variable contínua temps (TPY), de la seva interacció i de la variable contínua profunditat mitjana (PROFM); a_i és la variació aleatòria a l'origen en funció de la zona; i ε_{ij} són els residuals del model.

Aquest model s'ha aplicat per a tots els indicadors (variable). La transformació s'ha realitzat per tal d'apropar les dades a una distribució de Gauss; no obstant això, s'han graficat els residuals del model en funció dels valors ajustats per comprovar l'absència de patrons. Tanmateix, amb l'objectiu de garantir la màxima precisió en l'ajust estadístic, també s'han explorat models lineals mixtos generalitzats (GLMM) mitjançant el paquet *glmmTMB* (Brooks et al., 2017). Aquests models s'han testat com a alternativa per a aquelles variables on la distribució de les dades ha suggerit que un model de tipus Tweedie o Gamma podria presentar una millor bondat d'ajust que la transformació logarítmica prèvia.

En relació amb els models *lme*, en els casos en què s'ha comprovat que els residuals augmentaven en funció del nivell de protecció i del temps, produint-se heterogeneïtat, s'ha aplicat una extensió als models lineals mixtos per permetre aquesta variació, cosa que afecta els errors estàndard dels coeficients dels factors principals i minva la probabilitat de cometre un error de tipus I. L'extensió de correcció de l'heterogeneïtat deguda al temps (TPY) i al nivell de protecció (fPROT) s'ha introduït com:

$$vf1 <- \text{varIdent}(\text{form}=\sim 1 | f\text{PROT} * \text{TPY})$$

En el cas de treballar en un any concret, com (Zuur et al., 2009):

$$vf2 <- \text{varIdent}(\text{form}=\sim 1 | f\text{PROT})$$

Els resultats de la funció *lme* dins el paquet *nlme* han permès, així mateix, calcular la *intraclass correlation* a partir de la desviació estàndard de a_i i ε_{ij} , i observant-se en tots els casos una gran independència entre els valors dels transsectes d'una mateixa zona, sense necessitat d'introduir extensions correctores per a casos d'autocorrelació. Alhora s'ha calculat la desviació estàndard residual (σ^2), que s'ha modelat com a $\sigma_j = \sigma \cdot \delta_j$, on σ representa la desviació estàndard del nivell de referència (No Reserva, amb $\delta_{NR} = 1$) i δ_j representa la ràtio de desviació estàndard per als nivells de Reserva parcial (RP) i Reserva Integral (RI).

D'altra banda, degut a les variacions en la presa de dades de l'hàbitat entre l'equip de la UMU i el de Tragsatec, l'única covariable d'hàbitat introduïda en els models ha estat la fondària mitjana dels

transsectes (PROFM). En tots els casos, un cop reajustat el model sense les variables no significatives i realitzada la prova ANOVA sobre les relacions de Maximum Likelihood entre els models a comparar (Zuur et al., 2009), la comparació entre el marc de treball de *nlme* i *glmmTMB* s'ha basat en el criteri d'informació d'Akaike (AIC), seleccionant-se finalment el model que ha mostrat una millor capacitat explicativa i validesa en la distribució dels seus residuals.

Finalment, les distribucions de talles s'han comparat mitjançant el test no paramètric de Kolmogorov-Smirnov (KS Test) (Bell et al., 1985) per a aquelles espècies que han presentat un nombre mínim d'individus (N= 30) dins cada nivell de protecció i any.

3. Resultats

3.1. Les espècies i la riquesa

- Estrat superficial (5– 15 m)

Al llarg de les quatre campanyes de seguiment dutes a terme des de la declaració de la reserva marina, s'han inventariat 19 espècies d'interès pesquer: 17 s'han detectat dins la reserva integral (RI), 16 en la reserva parcial (RP) i 18 en les zones control no protegides (NR). Tal com es detalla a la taula 3.1, aquestes espècies s'han agrupat segons el seu comportament i ecologia espacial.

En primer lloc, s'han identificat tres espècies de grans nedadors (*Dentex dentex*, *Sphyræna viridensis* i *Seriola dumerili*), caracteritzades per realitzar desplaçaments extensos, tant horitzontals com verticals; motiu pel qual, s'han considerat exclusivament per al càlcul de la riquesa específica.

D'altra banda, s'han definit dos blocs principals basats en les categories espacials d'Harmelin (1987). El primer, corresponent a la categoria 3, comprèn cinc espàrids i un haemúlid: *Diplodus puntazzo*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Spondyllosoma cantharus*, *Sparus aurata* i *Pomadasys incisus*. El segon grup, assignat a la categoria 5, inclou els serrànids (*Epinephelus costae*, *Epinephelus marginatus* i *Mycteroperca rubra*), així com *Labrus merula*, *Labrus viridis*, *Sciaena umbra* i *Sparisoma cretense*. Cal destacar que les dues espècies de major afinitat termòfila i meridional —*Pomadasys incisus* i *Sparisoma cretense*— s'han censat exclusivament al sud-est d'Eivissa, concretament en les estacions RP2 i NR1 (Fig. 2.1).

Finalment, en el grup de la categoria 6, s'integren les espècies de comportament més críptic i amb una estreta dependència dels refugis bentònics: *Muraena helena*, *Scorpaena scrofa*, *Scorpaena porcus*, *Phycis phycis* i *Conger conger*.

Taula 3.1. Presència/absència (+/-) de les espècies vulnerables a la pesca censades a dues estacions superficials (5-15 m) dins de cada nivell de protecció en els anys 2020, 2021, 2023 i 2025. RI: reserva integral, RP: reserva parcial, NR: zones control no protegides.

	Reserva Integral				Reserva Parcial				No Reserva			
	2020	2021	2023	2025	2020	2021	2023	2025	2020	2021	2023	2025
<i>Sphyraena viridensis</i>	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+
<i>Seriola dumerili</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dentex dentex</i>	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+
<i>Conger conger</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diplodus puntazzo</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus sargus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sparus aurata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Sparisoma cretense</i>	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Pomadasys incisus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Epinephelus costae</i>	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+
<i>Epinephelus marginatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mycteroperca rubra</i>	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+
<i>Labrus merula</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Labrus viridis</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Muraena helena</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+
<i>Phycis phycis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sciaena umbra</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scorpaena porcus</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Scorpaena scrofa</i>	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-
	14	15	14	15	11	12	14	14	14	13	13	14

Pel que fa a la riquesa dels diferents llocs d'estudi, aquest indicador ha experimentat una lleugera minva el 2025 tant a la RI com a la RP, situant-se en 6,3 esp./250 m² i en 6 esp./250 m² respectivament vers la

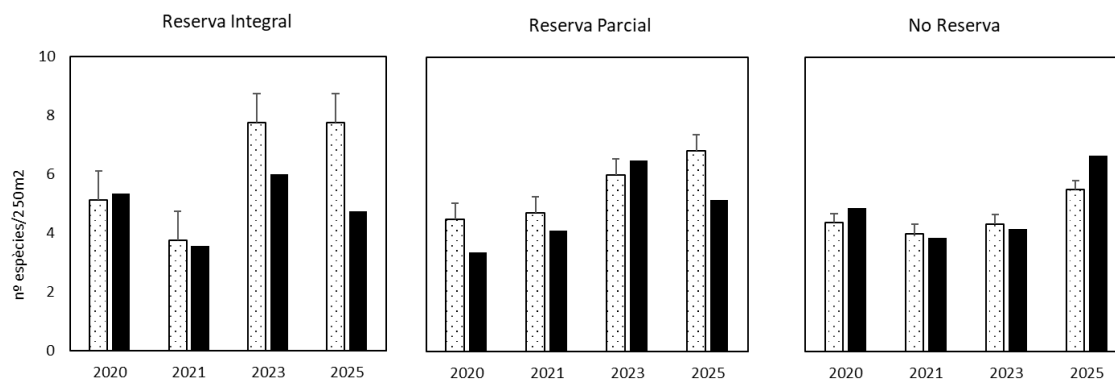


Figura 3.1. Evolució temporal de la riquesa mitjana (±EE) d'espècies vulnerables (nombre d'espècies/250 m²) a dos llocs/zones dins cadascun dels tres nivells de protecció considerats a l'estrat superficial: RI, RP, NR. Zona 1 (puntejat) i Zona 2 (negre).

campanya anterior. Mentre, a la NR la riquesa mitjana mostra un increment respecte els 3 anys previs, amb un valor de 6,1 esp./250 m² (Fig. 3.1)

L'evolució d'aquest indicador és el resultat d'una interacció significativa del factor "Temps (TPY)" i la covariable "Profunditat Mitjana (PROFM)" (Taula 3.2). El temps actua d'una forma desigual, incrementant la riquesa de forma no significativa a les zones sense protecció, amb 1,4 espècies més respecte el primer cens de la sèrie històrica observada, prenent com a referència al model LME1 (Taula 3.2). La profunditat mitjana dels transectes en l'estrat estudiat (5-15 m) conclou que a major fondària, dins l'estrat superficial, augmenta la biomassa d'aquestes espècies, sense, de moment, un efecte significatiu de la protecció. L'anàlisi per a la darrera campanya (2025) del model LM2_LY, s'observa també un efecte de la covariable PROFM, però sense diferències significatives en favor de la RI i de la RP (Taula 3.2).

Taula 3.2. Resultats dels models lineals d'interacció històrica (LME1) i del 2025 (LME2_LY) entre el nivell de protecció (fPROT) i el temps (TPY), i la fondària mitjana (PROFM) sobre la riquesa d'espècies vulnerables, amb els diferents llocs d'estudi (fSITE) com a factor aleatori que afecta l'ordenada a l'origen en aigües superficials. Efectes fixes: β = coeficient de relació, EEM= Error Estàndard de la mitjana, IC= Interval de confiança, p= p-valor. Efectes aleatoris: σ^2 (variància residual), N= nivells pel factor SITE, Observacions= mida de la mostra total. En **negreta** els valors significatius amb $p < 0,05$

	LME1				LME2_LY			
	β	EEM	IC	p	β	EEM	IC	p
Efectes fixos								
Intercept	1,57	0,85	-0,08 – 3,22	0,06	1,16	2,05	-2,77 – 5,10	0,57
RI	0,19	0,85	-1,45 – 1,82	0,82	-1,85	1,23	-4,21 – 0,51	0,14
RP	-0,12	0,72	-1,51 – 1,27	0,87	-0,13	0,70	-1,48 – 1,22	0,85
TPY	0,28	0,12	0,05 – 0,50	0,02				
PROFM	0,18	0,07	0,04 – 0,32	0,01	0,48	0,19	0,11 – 0,85	0,02
RI·TPY	0,03	0,21	-0,37 – 0,44	0,87				
RP·TPY	0,17	0,17	-0,16 – 0,49	0,33				
Efectes aleatoris								
σ^2	2,99				4,22			
N	2 SITE				2 SITE			
Observacions	156				32			

- Estrat profund (18- 28 m)

A més profunditat s'han censat 18 espècies d'interès pesquer, 17 a la RI i 15 a la NR. Dins d'aquest conjunt n'hi ha 2 de tipus pelàgic coster: *Sphyræna viridensis* i *Seriola dumerili*; i una divagant de plataforma: *Dentex dentex*. Les 15 espècies restants són de tipus demersal, de caràcter més resident, i encaixen en les categories 3, 5 i 6 explicades abans segons Harmelin (1987) (Taula 3.3).

Taula 3.3. Presència/absència (+/-) de les espècies vulnerables a la pesca censades a dues estacions profundes (18-28 m) dins cada nivell de protecció els anys 2020, 2021, 2023 i 2025. RI: reserva integral, RP: reserva parcial, NR: zones control no protegides.

	Reserva Integral				No Reserva			
	2020	2021	2023	2025	2020	2021	2023	2025
<i>Sphyræna viridensis</i>	+	+	-	-	+	-	+	+
<i>Seriola dumerili</i>	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dentex dentex</i>	+	+	+	-	-	-	+	-
<i>Conger conger</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diplodus puntazzo</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus sargus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Diplodus vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Spondyllosoma cantharus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Epinephelus costae</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Epinephelus marginatus</i>	-	-	-	+	-	-	+	+
<i>Mycteroperca rubra</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Labrus merula</i>	+	+	+	+	-	+	-	+
<i>Labrus viridis</i>	+	+	+	+	+	+	+	-
<i>Muraena helena</i>	+	+	+	+	-	+	-	+
<i>Phycis phycis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sciaena umbra</i>	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Scorpaena porcus</i>	+	+	+	-	-	+	+	+
<i>Scorpaena scrofa</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
	14	15	14	14	11	12	14	13

Els valors de la riquesa mitjana a la RI se situen entre 7 i 9 esp./250 m² en el darrer any d'estudi, mentre que no arriben a 5 esp./250 m² a les zones control (Fig. 3.2).

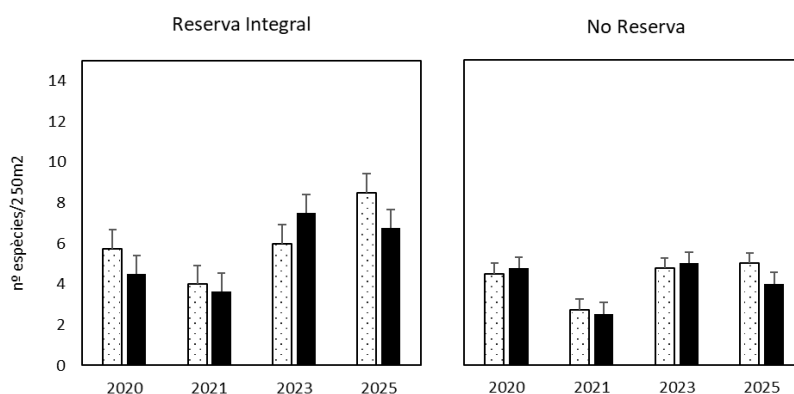


Figura 3.2. Evolució temporal de la riquesa mitjana (±EE) d'espècies vulnerables (nº espècies/250 m²) a dues zones/llocs profunds (18-28 m) dins RI i dins NR. Zona 1 (puntejat) i Zona 2 (negre).

L'anàlisi estadística ens indica que els valors mitjans de la RI són significativament superiors a NR però que no és degut a la interacció entre el nivell de protecció sinó al temps (Taula 3.4). De fet, el patró temporal de la figura 3.2 és el mateix en els dos casos i significatiu.

Taula 3.4. Resultats dels models lineals d'interacció històrica (LME1) i del 2025 (LME1_LY) entre el nivell de protecció (fPROT) i el temps (TPY), i la fondària mitjana (PROFM) sobre la riquesa d'espècies vulnerables, amb els diferents llocs d'estudi (fSITE) com a factor aleatori que afecta l'ordenada a l'origen en aigües profundes. Efectes fixos: β = coeficient de relació, EEM= Error Estàndard de la mitjana, IC= Interval de confiança, p = p-valor. Efectes aleatoris: σ^2 (variància residual), N = nivells pel factor SITE, Observacions= mida de la mostra total. En **negreta** els valors significatius amb $p < 0,05$.

	LME1				LME1_LY			
	β	EEM	IC	p	β	EEM	IC	p
Efectes fixos								
Intercept	1,11	0,15	0,82 – 1,39	<0,05	1,64	0,14	1,37 – 1,92	<0,05
RI	0,40	0,19	-0,39 – 1,20	0,17	0,48	0,16	-0,17 – 1,14	0,09
TPY	0,09	0,03	0,02 – 0,15	<0,05				
RI·TPY	0,00	0,04	-0,08 – 0,09	0,9				
Efectes aleatoris								
σ^2	0,07				0,05			
N	4 _{SITE}				4 _{SITE}			
Observacions	79				16			

3.2. La densitat de peixos demersals

- Estrat superficial (5- 15 m)

El nombre mitjà de peixos denota una tendència positiva generalitzada en el temps en els tres nivells de protecció, per la qual la interacció dels factors protecció (fPROT) i temps (TPY) no ha resultat significativa (Fig. 3.3. Taula 3.5). No obstant, la probabilitat que el pendent de la densitat de peixos amb el temps dins la RI sigui igual a zero és força baixa, $p = 0,09$ (Taula 3.5). Concretament, és a la RI on es troba la major densitat el 2025, amb valors per damunt dels 130 ind./250 m², però únicament al lloc o Zona 1: Sa Llosa des Figueras. A la resta de llocs per als diferents nivells de protecció, la densitat al darrer any d'estudi és molt semblant, vora els 35-40 ind./250 m² (Fig. 3.3).

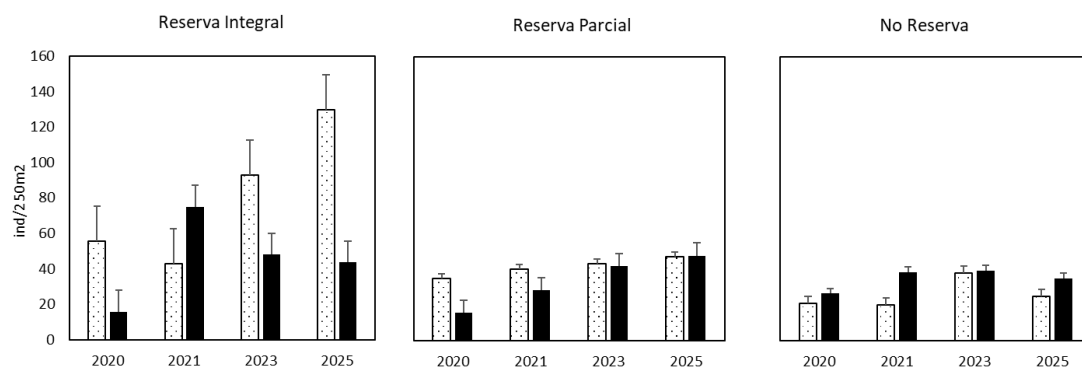


Figura 3.3. Evolució temporal de la densitat mitjana ($\pm$ EE) de peixos demersals (Nombre d'individus/250 m²) a dues zones/llocs dins cadascun dels tres nivells de protecció considerats a l'estrat superficial: RI, RP, NR. Zona 1 (puntejat) i Zona 2 (negre).

Les diferències respecte del primer any d'estudi indueixen a pensar en un procés biològic temporal, el patró del qual no és homogeni encara en l'espai de tota l'àrea de màxima protecció, ni a petita escala (entre transectes) ni a mitjana escala (entre llocs d'estudi). Això fa que no es pugui parlar d'un estricte efecte reserva per a la densitat de peixos en les aigües més superficials de la reserva marina.

A les taules 3.6, 3.7 i 3.8 es mostra la densitat mitjana de totes les espècies censades, observant-se un increment de moltes d'elles dins la RI i la RP, i d'algunes, majoritàriament espèrids, a la NR.

Taula 3.5. Resultats dels models lineals d'interacció històrica (LME1) i del 2025 (LME2_LY) entre el nivell de protecció (fPROT) i el temps (TPY), i la fondària mitjana (PROFM) sobre la riquesa d'espècies vulnerables, amb els diferents llocs d'estudi (fSITE) com a factor aleatori que afecta l'ordenada a l'origen en aigües superficials. Efectes fixos: β = coeficient de relació, EEM= Error Estàndard de la mitjana, IC= Interval de confiança, p = p-valor. Efectes aleatoris: σ^2 (variància residual), N = nivells pel factor SITE, Observacions= mida de la mostra total. En **negreta** els valors significatius amb $p < 0,05$.

	LME1				LME2_LY			
	β	EEM	IC	p	β	EEM	IC	p
Efectes fixos								
Intercept	3.04	0.15	2.75 – 3.34	<0,05	2.04	0.83	0.46 – 3.63	<0,05
RI	-0.25	0.41	-1.04 – 0.54	0,54	0.06	0.58	-1.06 – 1.17	0,92
RP	-0.26	0.31	-0.86 – 0.34	0,40	0.32	0.27	-0.21 – 0.84	0,26
TPY	0.05	0.03	-0.01 – 0.12	0,13				
RI·TPY	0.17	0.10	-0.02 – 0.35	0,09				
RP·TPY	0.09	0.07	-0.04 – 0.22	0,171				
PROFM					0.12	0.08	-0.03 – 0.28	0,13
Efectes aleatoris								
σ^2	0,98				0,39			
N	2 SITE				2 SITE			
Observacions	156				32			

Taula 3.6. Densitat mitjana $\pm$ error estàndard (nombre d'individus/250 m²) de les espècies vulnerables a la pesca censades dins l'àrea de màxima protecció o reserva integral (RI) de la reserva marina de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago en les campanyes del mes d'octubre de 2020, 2021, 2023 i 2025. Aigües superficials (5- 15 m).

	Reserva Integral															
	Zona 1								Zona 2							
	2020		2021		2023		2025		2020		2021		2023		2025	
	N = 8		N = 8		N = 4		N = 4		N = 8		N = 8		N = 4		N = 4	
	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE
<i>Sphyræna viridensis</i>	15,5	11,4	9,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	8,0	8,0	0,0	0,0	3,3	2,3	6,0	4,7	0,7	0,7
<i>Dentex dentex</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Conger conger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,8	0,4	0,1	0,1	1,0	0,6	0,7	0,2	0,8	0,4	0,1	0,1	2,3	0,5	0,5	0,3
<i>Diplodus sargus</i>	4,5	2,5	2,3	1,3	8,3	1,7	1,7	0,6	1,6	0,7	2,9	1,2	3,8	1,7	1,2	0,7
<i>Diplodus vulgaris</i>	28,9	9,2	28,0	11,0	66,5	21,7	88,2	30,2	5,3	2,7	56,1	49,0	29,8	19,3	36	19,7
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	2,5	1,1	1,1	1,1	3,0	3,0	17,2	11,4	0,1	0,1	1,6	0,8	0,8	0,5	0,2	0,2
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,9	0,5	0,9	0,4	0,3	0,3	1,2	0,5	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,0	0,0	0,5	0,2	1,0	0,0	0,5	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,3	0,7	0,5
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,3	0,2	0,2	1,3	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,5	0,3
<i>Labrus merula</i>	1,5	0,2	0,4	0,3	1,0	0,4	1,0	0,6	0,8	0,3	0,9	0,6	0,8	0,5	0,5	0,3
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Muraena helena</i>	0,3	0,2	0,1	0,1	1,0	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,8	0,5	0,0	0,0
<i>Phycis phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sparisoma cretense</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pomadasys incisus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,4	0,4	0,1	0,1	9,3	4,0	8,7	5,9	0,5	0,4	0,0	0,0	3,5	1,9	2,5	1,4
<i>Scorpaena porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,3	0,2	0,0	0,0	0,8	0,5	0,5	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,2

Taula 3.7. Densitat mitjana $\pm$ error estàndard (nombre d'individus/250 m²) de les espècies vulnerables a la pesca censades dins l'àrea de màxima protecció o reserva parcial (RP) de la reserva marina de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago en les campanyes del mes d'octubre de 2020, 2021, 2023 i 2025. Aigües superficials (5- 15 m).

	Reserva Parcial															
	Zona 1								Zona 2							
	2020		2021		2023		2025		2020		2021		2023		2025	
	N = 8		N = 7		N = 6		N = 6		N = 8		N = 8		N = 6		N = 6	
	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE
<i>Sphyaena viridensis</i>	7,8	5,0	0,0	0,0	6,7	6,7	2,5	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	6,0	3,5	4,1	3,0	0,2	0,2	1,4	0,8	0,0	0,0	1,0	1,0	1,5	0,7	0,2	0,1
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0
<i>Conger conger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,5	0,5	2,1	1,7	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,7	0,5	0,5	0,2
<i>Diplodus sargus</i>	1,1	0,7	4,0	2,6	5,3	1,7	3,8	1,4	5,3	1,9	6,9	4,1	4,8	1,4	6,6	2,7
<i>Diplodus vulgaris</i>	16,3	4,3	24,4	9,7	24,7	9,9	31,3	5,3	7,9	3,3	16,6	5,9	27,2	8,4	33	13,8
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0,1	0,1	0,4	0,3	0,8	0,4	2,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,6	0,6
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,4	0,3	0,4	0,2	1,3	0,4	1,7	0,7	0,1	0,1	0,3	0,2	1,0	0,4	0,8	0,4
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	2,1	0,4	1,1	0,4	0,7	0,4	1	0,4	1,6	0,2	1,4	0,4	1,5	0,5	1,5	0,6
<i>Labrus viridis</i>	0,3	0,2	1,6	1,3	0,3	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,5	0,2	2,0	0,8
<i>Muraena helena</i>	0,0	0,0	0,4	0,2	1,2	0,5	0,5	0,3	0,0	0,0	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
<i>Phycis phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sparisoma cretense</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
<i>Pomadasys incisus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,0	0,0	1,4	1,1	1,7	0,8	1,5	0,7	0,1	0,1	1,4	1,0	3,3	1,5	2,3	1,4
<i>Scorpaena porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,3	0,2	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Taula 3.8. Densitat mitjana $\pm$ error estàndard (nombre d'individus/250 m²) de les espècies vulnerables a la pesca censades dins les zones control no protegides (NR) de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago en les campanyes del mes d'octubre de 2020, 2021, 2023 i 2025. Aigües superficials (5- 15 m).

	No Reserva															
	Zona 1								Zona 2							
	2020		2021		2023		2025		2020		2021		2023		2025	
	N = 8		N = 7		N = 6		N = 6		N = 8		N = 8		N = 6		N = 6	
	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE
<i>Sphyaena viridensis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	8,8	0,0	0,0	0,5	0,5
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	2,4	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,1	0,1	1,0	1,0	0,3	0,3
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
<i>Conger conger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,1	0,5	0,4	0,2	0,7	0,3	0,8	0,4
<i>Diplodus sargus</i>	3,3	0,9	2,8	1,0	5,2	2,7	0,8	0,3	5,6	1,1	2,9	0,8	11,5	2,7	5,3	1,2
<i>Diplodus vulgaris</i>	11,8	1,4	12,1	3,4	29,2	10,1	15,6	5,1	15,1	2,7	22,4	6,5	24,5	4,1	20,8	6,4
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0,3	0,3	0,0	0,0	0,8	0,7	0,5	0,2	1,0	0,6	0,3	0,2	0,0	0,0	1,8	1,4
<i>Sparus aurata</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,1	0,1	0,4	0,3	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,1	0,1	0,3	0,2	0,7	0,3	1,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,5	0,2	0,5	0,2
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
<i>Labrus merula</i>	0,9	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	1,8	0,4	0,4	0,2	0,5	0,2	1,0	0,2
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2	0,5	0,3	0,4	0,3	0,0	0,0	1,2	0,6
<i>Muraena helena</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2
<i>Phycis phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sparisoma cretense</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pomadasys incisus</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,0	0,0	1,4	1,1	1,7	0,8	4,7	2,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,3	0,3	1,5	0,7
<i>Scorpaena porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,3	0,2	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	0,0

- Estrat profund (18- 28 m)

L'increment continu en l'abundància es constata també a més profunditat i en els dos llocs estudiats dins la reserva integral: d'una mitjana per lloc de 70 ind./250 m² obtinguda el 2023, el 2025 mostra un valor pròxim als 80 ind./250 m². A les zones control es supera a la Zona 1 el valor mitjà de 30 ind./250 m² en campanyes anteriors amb 40-45 ind./250 m² (Fig. 3.4). El model lineal mixt generat entre la densitat i els diferents factors (LME1), mostra que malgrat l'increment de la densitat a la Zona 1, no ha resultat significativa la interacció entre el nivell de protecció i el temps (Fig. 3.4, Taula 3.9). Aquests resultats no significatius es deuen a la davallada d'individus dins la Zona 2 respecte la campanya anterior i amb valors propers als resultats del 2021, que redueixen les diferències entre mitjanes. Pel que fa al darrer any, tampoc hi han diferències significatives del nivell de protecció, malgrat les mitjanes globals indiquen una augment d'un 10% de la densitat d'individus de la RI respecte la campanya anterior.

A les taules 3.10 i 3.11 es pot comprovar que espècies com *Diplodus vulgaris* i *Diplodus sargus* són les que més contribueixen a l'augment de l'abundància.

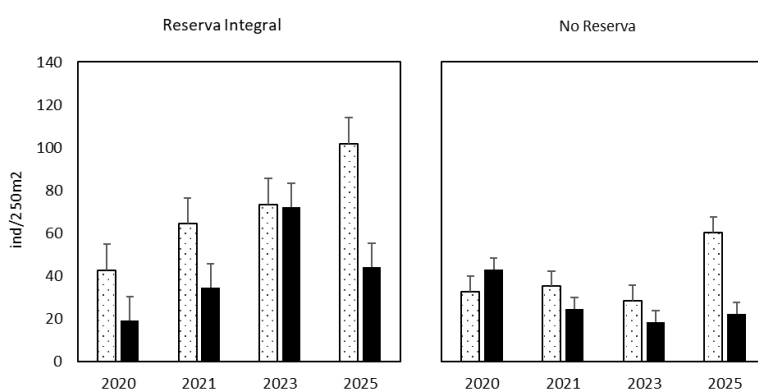


Figura 3.4. Evolució temporal de la densitat mitjana ($\pm$ EE) de peixos demersals (nombre d'individus/250 m²) a dues zones/llocs profunds (18-28 m) dins la RI i dins la NR. Zona 1 (puntejat) i Zona 2 (negre).

Taula 3.9. Resultats dels models lineals d'interacció històrica (LME1) i del 2025 (LME1_LY) entre el nivell de protecció (fPROT) i el temps (TPY), i la fondària mitjana (PROFM) sobre la densitat (Log10(x+1)) d'espècies vulnerables, amb els diferents llocs d'estudi (fSITE) com a factor aleatori que afecta l'ordenada a l'origen en aigües profundes. Efectes fixes: β = coeficient de relació, EEM= Error Estàndard de la mitjana, IC= Intervals de confiança, p= p-valor. Efectes aleatoris: σ^2 (variància residual), N= nivells pel factor SITE, Observacions= mida de la mostra total. En **negreta** els valors significatius amb $p < 0,05$.

	LME1				LME1_LY			
	β	EEM	IC	p	β	EEM	IC	p
Efectes fixos								
Intercept	2,92	0,37	2,20 – 3,63	<0,05	3,49	0,32	2,83 – 4,15	<0,05
RI	-0,15	0,53	-2,38 – 2,07	0,79	0,36	0,52	-1,74 – 2,46	0,56
TPY	0,06	0,08	-0,09 – 0,21	0,46				
RI·TPY	0,15	0,11	-0,07 – 0,37	0,19				

Efectes aleatoris

σ^2	0,63	0,87
N	4 _{SITE}	4 _{SITE}
Observacions	79	16

Taula 3.10. Densitat mitjana $\pm$ error estàndard (nombre d'individus/250 m²) de les espècies vulnerables a la pesca censades dins l'àrea de màxima protecció o reserva integral (RI) de la reserva marina de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago en les campanyes del mes d'octubre de 2020, 2021, 2023 i 2025. Aigües profundes (18- 28 m).

	Reserva Integral															
	Zona 1								Zona 2							
	2020		2021		2023		2025		2020		2021		2023		2025	
	N = 8		N = 8		N = 4		N = 4		N = 8		N = 8		N = 4		N = 4	
	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE
<i>Sphyræna viridensis</i>	0,3	0,3	1,0	1,0	1,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	1,9	1,0	0,0	0,0	3,5	2,3	0,0	0,0	5,3	2,7	0,0	0,0	3,5	3,1
<i>Dentex dentex</i>	0,3	0,3	0,1	0,1	1,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1,8	0,0	0,0
<i>Conger conger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	1,0	0,6	0,3	0,2	0,5	0,3	1	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	1,8	0,6	1	0,4
<i>Diplodus sargus</i>	1,0	0,7	1,5	1,0	3,8	1,8	3,7	0,9	1,5	0,9	4,4	2,5	5,0	0,4	3,5	1,5
<i>Diplodus vulgaris</i>	30,3	13,8	46,5	28,2	47,5	29,4	78,2	51,7	12,5	9,2	22,0	7,8	57,0	16,9	28,2	7,1
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	5,5	3,6	0,1	0,1	0,3	0,3	1,7	1,7	1,0	0,7	0,0	0,0	0,8	0,5	0,2	0,2
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	1,0
<i>Sparisoma cretense</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	1,5	0,3	1,0	0,5	0,0	0,0	0,7	0,2	2,0	1,4	0,6	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,3	0,3	0,1	0,1	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3	0,5	0,3
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,3	0,3	0,4	0,4	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	0,3	1	0,5
<i>Labrus merula</i>	1,5	0,6	0,0	0,0	0,8	0,5	0,5	0,5	1,3	0,5	0,9	0,4	1,3	0,3	0,2	0,2
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3	0,5	0,3
<i>Muraena helena</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,5	0,3	0,5	0,3	0,0	0,0	0,4	0,4	0,5	0,3	0,0	0,0
<i>Phycis phycis</i>	0,3	0,3	0,0	0,0	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pomadacys incisus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5
<i>Sciaena umbra</i>	0,8	0,8	11,1	8,8	16,3	11,8	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	2,3	1,1	0,2	0,2
<i>Scorpaena porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0

Taula 3.11. Densitat mitjana $\pm$ error estàndard (nombre d'individus/250 m²) de les espècies vulnerables a la pesca censades dins les zones control no protegides (NR) de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago en les campanyes del mes d'octubre de 2020, 2021, 2023 i 2025. Aigües profundes (18- 28 m).

	No reserva															
	Zona 1								Zona 2							
	2020		2021		2023		2025		2020		2021		2023		2025	
	N = 8		N = 8		N = 4		N = 4		N = 8		N = 8		N = 4		N = 4	
	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE
<i>Sphyræna viridensis</i>	18,0	17,7	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	1,4	0,0	0,0	2,3	1,9	0,4	0,4	0,3	0,3	0,7	0,7
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Conger conger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	1,3	0,9	0,0	0,0	0,3	0,3	2,0	1,8	0,3	0,3	0,1	0,1	1,5	1,0	0,5	0,5
<i>Diplodus sargus</i>	5,0	2,0	4,6	2,7	3,3	1,0	13,5	6,9	4,0	1,6	4,6	1,9	8,5	4,0	1,5	0,6
<i>Diplodus vulgaris</i>	14,8	7,1	14,9	6,0	7,3	3,7	34,2	9,0	6,0	5,3	22,6	10,0	14,3	5,6	15	5,0
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	2,5	0,6	2,1	1,4	2,3	0,6	7,0	3,3	18,0	14,4	2,6	1,4	2,5	1,6	2,7	2,4
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sparisoma cretense</i>	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3	0,0	0,0
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7
<i>Muraena helena</i>	0,3	0,3	0,5	0,3	1,0	0,7	0,0	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,5	0,3	0,2	0,2
<i>Pomadacys incisus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phycis phycis</i>	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0
<i>Scorpaena porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,5	0,5	0,0	0,0	1,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2

3.3. La biomassa d'espècies demersals

- Estrat superficial (5 – 15 m)

El llindar de 4-5 kg/250 m² de biomassa d'espècies demersals d'interès pesquer característic a la majoria de fons rocosos de l'infralitoral no protegits a les Illes Balears (Coll, 2022), es veu superat a les zones protegides de la reserva marina durant els dos darrers anys d'estudi (2023 i 2025) (Fig. 3.5). A les zones control, cap any i a cap zona se supera l'esmentat llindar. Aquestes tendències són el producte d'un procés temporal diferenciat degut a les mesures de gestió establertes. El model mixt ha revelat una marcada heteroscedasticitat entre els tractaments de protecció. Prenent el grup sense regulació com a referència ($\delta_{NR} = 1,00$), la dispersió de les dades (expressada com la ràtio de la desviació estàndard residual, δ) és gairebé el doble a les zones de protecció parcial ($\delta_{RP} = 1,86$) i gairebé tres vegades major a les zones de protecció total ($\delta_{RI} = 2,86$). Aquesta alta variabilitat a la RI explica per què, tot i registrar una mitjana de biomassa notablement superior (17,5 kg/250m² enfront els 11,5 kg/250m² a la RP i 5,6 kg/250m² a la NR), la diferència no resulta estadísticament significativa (Taula 3.12).

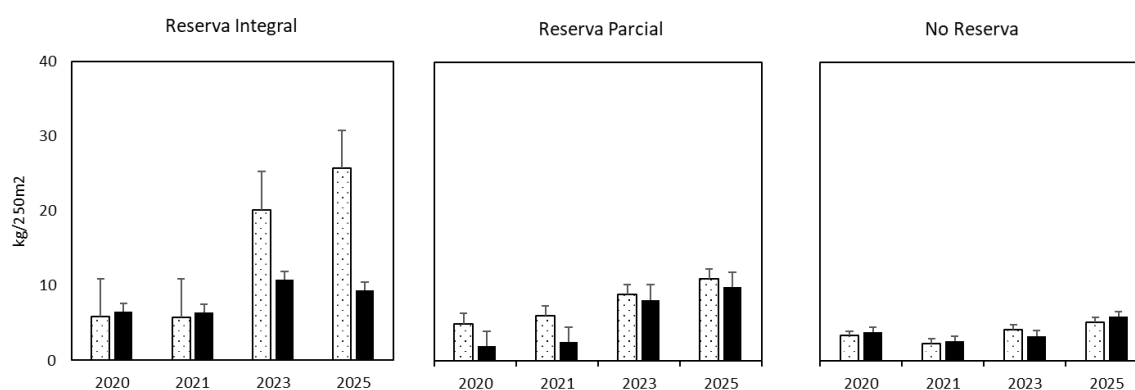


Figura 3.5. Evolució temporal de la biomassa mitjana ($\pm EE$) de peixos demersals (kg/250 m²) a dues zones/llocs dins cadascun dels tres nivells de protecció considerats: RI, RP, NR. Zona 1 (puntejat) i Zona 2 (negre).

Quan a les dades de l'any 2025 (LME2_LY), el model indica que és la protecció total de la RI (17,5 kg/250 m²) la que marca les diferències sobre la NR (5,6 kg/250 m²) d'una forma significativa (Taula 3.12). Per tant, hi ha un efecte reserva que al llarg del temps ve més marcat per l'homogeneïtat de resposta espacial (zones 1 i 2) a RP, però que en l'actualitat és degut a la RI. De fet, la relació temporal de la biomassa dins la RI estava en els límits de la significança estadística ($p = 0,09$), per la qual cosa l'acumulació del seu efecte s'ha fet patent el 2025 (Taules 3.12).

A la taula 3.13 es pot comprovar com a la Zona 1 de la RI, fins a 13 espècies mostren major biomassa el 2025 respecte del 2020: *D. dentex*, *D. puntazzo*, *D. sargus*, *D. vulgaris*, *S. cantharus*, *S. cretense*, *S. dumerili*, *E. marginatus*, *M. rubra*, *L. Viridis*, *M. helena*, *S. umbra*, *S. porcus*, *S. scrofa* i *P. Phycis*; mentre que a la Zona 2 tan sols 5 espècies mostren un augment de biomassa: *D. vulgaris*, *E. marginatus*, *S. dumerili*, *S. umbra* i *S. scrofa*. A les taules 3.14 i 3.15 es mostra la biomassa a la RP i a la NR.

Taula 3.12. Resultats dels models lineals d'interacció històrica (LME2) i del 2025 (LME2_LY) entre el nivell de protecció (fPROT) i el temps (TPY), i la fondària mitjana (PROFM) sobre la biomassa total (Log10(x+1)) d'espècies vulnerables demersals, amb els diferents llocs d'estudi (fSITE) com a factor aleatori que afecta l'ordenada a l'origen en aigües superficials. Efectes fixos: β = coeficient de relació, EEM= Error Estàndard de la mitjana, IC= Interval de confiança, p= p-valor. Efectes aleatoris: σ^2 (variància residual), N= nivells pel factor SITE, Observacions= mida de la mostra total. En **negreta** els valors significatius amb $p < 0,05$.

	LME2				LME2_LY			
	β	EEM	IC	p	β	EEM	IC	p
Efectes fixos								
Intercept	3,06	0,32	2,44 – 3,67	<0,05	1,50	0,11	1,28 – 1,72	<0,05
RI	-0,24	0,42	-1,05 – 0,56	0,55	1,18	0,21	0,55 – 1,81	0,011
RP	-0,26	0,31	-0,86 – 0,34	0,40	0,58	0,21	-0,07 – 1,23	0,074
TPY	0,05	0,03	-0,01 – 0,12	0,13				
PROFM	-0,00	0,03	-0,06 – 0,06	0,96				
RI·TPY	0,17	0,10	-0,02 – 0,35	0,09				
RP·TPY	0,09	0,07	-0,04 – 0,23	0,17				
Efectes aleatoris								
σ^2	0,98				0,22			
N	6 SITE				6 SITE			
Observacions	156				32			

A la figura 3.6 es pot observar com es distribueix la biomassa enregistrada dins cada nivell de protecció en la darrera campanya de censos de 2025. L'espècie dominant als tres nivells de protecció és la variada *D. vulgaris*, sempre amb una representació mínima de 1/3 de la biomassa total. Tot i això, la composició percentual entre la RI, la RP i la NR és força diferent. Tant a RI com a RP hi ha una bona representació de l'escorball *Sciena umbra* (fins un 18%) i de l'anfós *Epinephelus marginatus* (fins un 11%). A fora de la

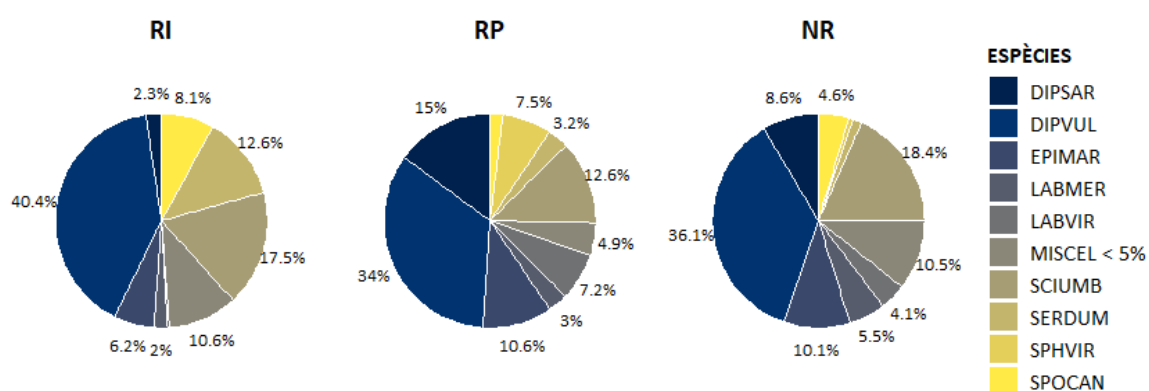


Figura 3.6. Composició específica (%) de la biomassa acumulada d'espècies demersals en les aigües superficials (< 15 m) de l'àrea de màxima protecció (RI), de protecció parcial (RP) i als controls no protegits (NR). Dades de 2023. La clau de la llegenda es correspon amb les tres primeres lletres del gènere i espècie (DIPVUL= *Diplodus vulgaris*). El grup MISCEL<5% és un grup constant d'espècies que en conjunt no han assolit mai un percentatge >5%: *Mycteroperca rubra*, *Epinephelus costae*, *Scorpaena porcus*, *Sparisoma cretense*, *Conger conger*, *Labrus viridis*, *Phycis phycis* i *Pomadasys incisus*.

reserva les espècies del gènere *Diplodus*, de menor nivell tròfic *D. vulgaris* i *D. sargus*, representen quasi el 50% de la biomassa.

Taula 3.13. Biomassa mitjana $\pm$ error estàndard (kg/250 m²) de les espècies vulnerables a la pesca censades dins l'àrea de màxima protecció o reserva integral (RI) de la reserva marina de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago en les campanyes del mes d'octubre de 2020, 2021, 2023 i 2025. Aigües superficials (5- 15 m)

	Reserva Integral															
	Zona 1								Zona 2							
	2020		2021		2023		2025		2020		2021		2023		2025	
	N = 8		N = 8		N = 4		N = 4		N = 8		N = 8		N = 4		N = 4	
	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE
<i>Sphyræna viridensis</i>	12,1	9,1	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	4,3	4,3	0,0	0,0	2,2	1,5	2,8	2,3	0,2	0,2
<i>Dentex dentex</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,2	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1	0,1	0,1
<i>Diplodus sargus</i>	0,4	0,3	0,3	0,2	2,8	0,6	0,6	0,4	0,3	0,2	0,3	0,1	0,9	0,4	0,3	0,4
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,8	0,6	2,3	1,1	5,9	2,4	10,4	3,6	0,6	0,4	2,5	2,2	3,7	2,7	4,2	2,5
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0,2	0,1	0,1	0,1	0,8	0,8	2,9	1,7	0,0	0,0	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sparisoma cretense</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Conger conger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	1,7	1,1	1,8	0,7	0,2	0,2	0,8	0,3	1,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,0	0,0	0,4	0,2	1,5	0,7	0,4	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	1,9	1,4
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,4	0,2	0,2	1,5	0,6	0,2	0,2	0,0	0,0	0,3	0,2
<i>Labrus merula</i>	0,8	0,1	0,1	0,1	0,6	0,3	0,6	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Muraena helena</i>	0,5	0,4	0,0	0,0	0,7	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0
<i>Phycis phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pomadasys incisus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	6,5	2,9	4,2	0,2	0,3	0,2	0,0	0,0	1,7	1,2	2,1	0,0
<i>Scorpaena porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,2	0,1	0,0	0,0	0,6	0,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	2,1	0,2

Taula 3.14. Biomassa mitjana $\pm$ error estàndard (kg/250 m²) de les espècies vulnerables a la pesca censades dins l'àrea de protecció parcial (RP) de la reserva marina de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago en les campanyes del mes d'octubre de 2020, 2021, 2023 i 2025. Aigües superficials (5- 15 m).

	Reserva Parcial															
	Zona 1								Zona 2							
	2020		2021		2023		2025		2020		2021		2023		2025	
	N = 8		N = 8		N = 4		N = 4		N = 8		N = 8		N = 4		N = 4	
	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE
<i>Sphyraena viridensis</i>	3,6	2,8	0,0	0,0	2,4	2,4	1,7	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	2,6	1,5	2,9	1,9	0,3	0,3	0,7	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4	0,6	0,3	0,1	0,1
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0
<i>Diplodus sargus</i>	0,1	0,1	0,2	0,1	1,8	0,7	1,7	0,5	0,4	0,2	0,4	0,2	0,7	0,1	1,7	0,6
<i>Diplodus vulgaris</i>	0,7	0,2	1,2	0,5	3,1	1,5	4,0	0,8	0,6	0,3	0,9	0,4	3,0	1,0	3,7	1,6
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Sparus aurata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sparisoma cretense</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>Conger conger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,6	0,5	0,3	0,2	1,0	0,3	1,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2	1,0	0,6
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	0,9	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2	0,4	0,2	0,9	0,2	0,3	0,1	0,5	0,2	0,3	0,1
<i>Labrus viridis</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,1	1,3	0,6
<i>Muraena helena</i>	0,0	0,0	0,5	0,3	0,8	0,3	0,6	0,4	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
<i>Phycis phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pomadasys incisus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,0	0,0	0,3	0,2	1,1	0,6	1,3	0,6	0,0	0,0	0,3	0,2	1,8	1,0	1,6	1,1
<i>Scorpaena porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Taula 3.15. Biomassa mitjana $\pm$ error estàndard (kg/250 m²) de les espècies vulnerables a la pesca censades dins les zones control no protegides (NR) de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago en les campanyes del mes d'octubre de 2020, 2021, 2023 i 2025. Aigües superficials (5- 15 m).

	No Reserva															
	Zona 1								Zona 2							
	2020		2021		2023		2025		2020		2021		2023		2025	
	N = 8		N = 8		N = 4		N = 4		N = 8		N = 8		N = 4		N = 4	
	?	EE	?	EE	?	EE	?	EE	?	EE	?	EE	?	EE	?	EE
<i>Sphyraena viridensis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,4	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2	0,2
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
<i>Diplodus sargus</i>	0,6	0,2	0,2	0,1	1,0	0,7	0,2	0,1	0,6	0,1	0,3	0,1	0,7	0,2	0,8	0,2
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,3	0,2	0,4	0,1	2,3	1,0	1,9	0,7	1,5	0,4	1,8	0,6	1,8	0,5	2,2	0,8
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3
<i>Sparisoma cretense</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Conger conger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,8	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,3	0,2	0,4	0,2
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Labrus merula</i>	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,2
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2
<i>Muraena helena</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2
<i>Phycis phycis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pomadasys incisus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,9	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	1,7	0,8	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2
<i>Scorpaena porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>Sparus aurata</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

- Estrat profund (18 – 28 m)

A la figura 3.7 es pot observar que hi ha una tendència creixent de la biomassa de peixos demersals, tot i que es dona, en diferent magnitud, a la RI i a la NR. La biomassa acumulada a tots els transsectes de la RI (N= 8) en el darrer any d'estudi suma 133,43 kg, en front dels 72,37 kg als transsectes realitzats fora de la reserva. Si bé semblen unes diferències concloents, l'heterogeneïtat espacial dins la reserva és molt grossa encara; tant a nivell de transsecte (alta dispersió (EE) al lloc o Zona 1) com entre zones o llocs (el lloc 2 mostra menys de la meitat de biomassa que el lloc 1). Aquest fet provoca que els errors dels paràmetres de qualsevol model que pretengui predir la biomassa en funció del nivell de protecció, del temps i de la covariable de profunditat, siguin molt grossos i no significatius (els pendents no es diferencien de zero). Tot i així, sí que es veuen diferències significatives de la biomassa pel que fa al temps (TPY, $p < 0,05$) independentment de l'estat de protecció (Figura 3.7. i Taula 3.16). En particular, el lleuger increment de biomassa observada als controls també té a veure amb aquestes conclusions.

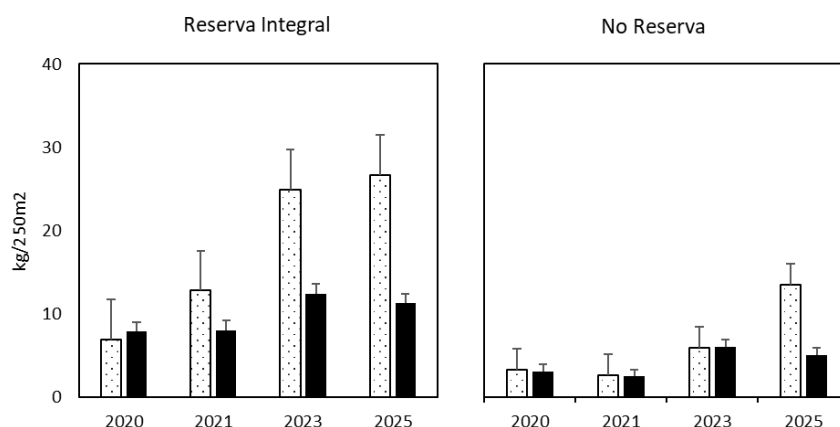


Figura 3.7. Evolució temporal de la biomassa mitjana ($\pm EE$) de peixos demersals (kg/250 m²) a dues zones/llocs profunds (18-28 m) dins la RI i dins la NR. Zona 1 (puntejat) i Zona 2 (negre).

Taula 3.16. Resultats dels models lineals d'interacció històrica (LME1) i del 2025 (LME1_LY) entre el nivell de protecció (fPROT) i el temps (TPY), i la fondària mitjana (PROFM) sobre la biomassa total (Log10(x+1)) d'espècies vulnerables demersals, amb els diferents llocs d'estudi (fSITE) com a factor aleatori que afecta l'ordenada a l'origen en aigües profundes. Efectes fixes: β = coeficient de relació, EEM= Error Estàndard de la mitjana, IC= Interval de confiança, p= p-valor. Efectes aleatoris: σ^2 (variància residual), N= nivells pel factor SITE, Observacions= mida de la mostra total. En **negreta** els valors significatius amb $p < 0,05$.

	LME1				LME1_LY			
	β	EEM	IC	p	β	EEM	IC	p
Efectes fixos								
Intercept	0,81	0,22	0,38 – 1,25	<0,05	2,04	0,28	1,48 – 2,60	<0,05
RI	0,60	0,41	-1,11 – 2,31	0,28	0,68	0,39	-0,91 – 2,26	0,23
TPY	0,18	0,06	0,07 – 0,29	<0,05				
RI·TPY	0,03	0,09	-0,14 – 0,21	0,73				

Efectes aleatoris

σ^2	0,59	0,55
N	4 SITE	4 SITE
Observacions	79	16

La composició del gruix de la biomassa segueix un patró paral·lel al que s'ha observat en les aigües superficials, amb una dominància d'espàrids del gènere *Diplodus* a les zones control, especialment *D. vulgaris* amb una representació superior als ¾ a la RI i de 2/3 a la NR. Les espècies *S. umbra* i *E. marginatus* són gairebé absents (Fig. 3.8). La biomassa mitjana per a cada espècie es pot observar a les taules 3.17 i 3.18.

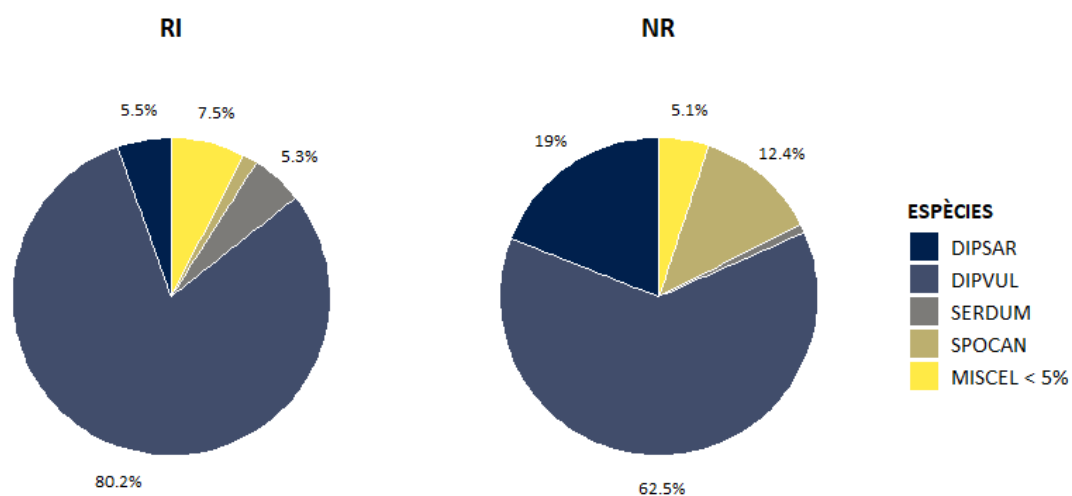


Figura 3.8. Composició específica (%) de la biomassa acumulada d'espècies demersals en les aigües profundes (18-28 m) de l'àrea de màxima protecció (RI) i als controls no protegits (NR). Dades de 2023. La clau de la llegenda es correspon amb les tres primeres lletres del gènere i espècie (DIPVUL= *Diplodus vulgaris*). El grup MISCEL<5% és un grup constant d'espècies que en conjunt no han assolit mai un percentatge >5%: *Diplodus puntazzo*, *Mycteroperca rubra*, *Epinephelus costae*, *Epinephelus marginatus*, *Scorpaena porcus*, *Sciaena umbra*, *Sparisoma cretense*, *Conger conger*, *Labrus viridis*, *Labrus merula*, *Phycis phycis* i *Pomadasys incisus*.

Taula 3.17. Biomassa mitjana $\pm$ error estàndard (kg/250 m²) de les espècies vulnerables a la pesca censades dins l'àrea de màxima protecció o reserva integral (RI) de la reserva marina de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago en les campanyes del mes d'octubre de 2020, 2021, 2023 i 2025. Aigües superficials (5- 15 m).

	Reserva Integral															
	Zona 1								Zona 2							
	2020		2021		2023		2025		2020		2021		2023		2025	
	N = 8		N = 8		N = 4		N = 4		N = 8		N = 8		N = 4		N = 4	
	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE
<i>Sphyraena viridensis</i>	0,1	0,1	0,3	0,3	1,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	1,8	0,8	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	4,5	2,6	0,0	0,0	1,8	0,2
<i>Dentex dentex</i>	0,5	0,5	0,0	0,0	1,9	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,7	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	0,3	0,1
<i>Diplodus sargus</i>	0,1	0,0	0,3	0,1	1,1	0,5	1,6	0,8	0,1	0,1	0,5	0,4	1,0	0,1	1,3	0,5
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,6	0,6	4,9	3,5	5,1	3,8	8,8	5,8	1,0	0,8	0,9	0,4	5,9	1,6	3,3	0,9
<i>Spondylusoma cantharus</i>	0,5	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0
<i>Conger conger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	2,7	0,7	1,3	0,6	0,0	0,0	0,9	0,6	5,1	3,4	1,2	0,6	0,2	0,2	0,5	0,2
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,3	0,3	0,1	0,1	2,4	1,5	3,1	2,0	0,8	0,8	0,1	0,1	0,3	0,3	0,5	0,5
<i>Myxeroperca rubra</i>	0,4	0,4	0,5	0,5	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
<i>Labrus merula</i>	0,5	0,3	0,0	0,0	0,4	0,2	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,4	0,1	0,9	0,7
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Muraena helena</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,7	0,4	0,5	0,5	0,0	0,0	0,2	0,2	0,3	0,2	0,9	0,5
<i>Phycis phycis</i>	0,2	0,2	0,0	0,0	1,0	0,6	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sciaena umbra</i>	0,3	0,3	3,5	3,0	12,2	8,9	4,6	3,8	0,3	0,3	0,2	0,2	1,4	0,5	1,4	1,4
<i>Scorpaena porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0

Taula 3.18. Biomassa mitjana $\pm$ error estàndard (kg/250 m²) de les espècies vulnerables a la pesca censades dins l'àrea de no reserva integral (NR) de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago en les campanyes del mes d'octubre de 2020, 2021, 2023 i 2025. Aigües superficials (5- 15 m).

	No Reserva															
	Zona 1								Zona 2							
	2020		2021		2023		2025		2020		2021		2023		2025	
	N = 8		N = 8		N = 4		N = 4		N = 8		N = 8		N = 4		N = 4	
	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE	$\bar{X}$	EE
<i>Sphyræna viridensis</i>	7,4	7,3	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Seriola dumerili</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,5	0,0	0,0	1,1	1,0	0,3	0,3	0,1	0,1	0,4	0,4
<i>Dentex dentex</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Diplodus puntazzo</i>	0,3	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,2	0,2
<i>Diplodus sargus</i>	0,6	0,2	0,4	0,3	1,5	0,6	5,9	4,1	0,3	0,1	0,4	0,1	2,4	1,3	0,5	0,2
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,1	0,6	0,9	0,4	1,4	0,8	4,4	1,5	0,3	0,2	1,4	0,6	1,6	0,6	1,9	0,7
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	0,4	0,1	0,3	0,2	0,4	0,2	1,1	0,5	0,9	0,5	0,2	0,1	0,7	0,5	0,4	0,3
<i>Conger conger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0
<i>Epinephelus costae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Epinephelus marginatus</i>	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Mycteroperca rubra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus merula</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Labrus viridis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Muraena helena</i>	0,2	0,2	0,5	0,3	0,9	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,0	0,0	0,6	0,5	1,0	1,0
<i>Phycis phycis</i>	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6
<i>Sciaena umbra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>Scorpaena porcus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Scorpaena scrofa</i>	0,2	0,2	0,0	0,0	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

3.4. La biomassa d'espècies d'alt nivell tròfic (NT>3,5)

- Estrat superficial (5- 15 m)

L'indicador B_NT>3,5 mostra una lleugera minva en termes generals amb 5,6 kg/250 m² respecte els 6,4 kg/250 m². En particular, la Zona 1 acumula quasi el doble de biomassa (6,7 kg/250 m²) respecte el primer any de l'estudi (3,4 kg/250 m²). A la Zona 2 de la RI augmenta quasi 2kg/250 m² el 2025 respecte la campanya anterior. A la RP els canvis son mínims, que presenta increments discrets de fins a 3kg/250 m², així com quasi 2kg/250 m² a la NR (Fig. 3.9).

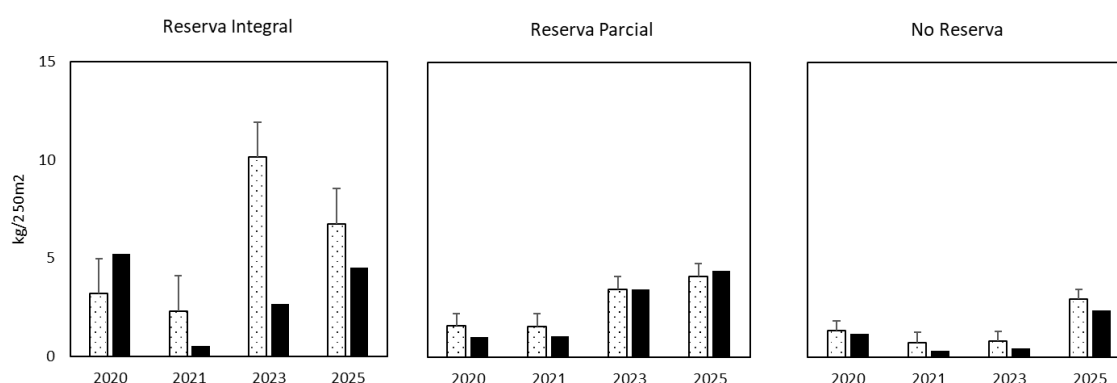


Figura 3.9. Evolució temporal de la biomassa mitjana ($\pm EE$) de peixos demersals d'alt nivell tròfic (kg/250 m²) a dues zones/llocs dins cadascun dels tres nivells de protecció considerats a l'estrat superficial: RI, RP, NR. Zona 1 (puntejat) i Zona 2 (negre).

L'anàlisi de la taula 3.19 conclou que per a l'estrat superficial, tant a major profunditat, com al llarg de les campanyes (TPY), augmenta la biomassa d'aquestes espècies de forma significativa, sense, de moment, un efecte significatiu de la protecció. Tot i així, a la RI la mitjana de la biomassa del 2025 és la més gran en tota la sèrie històrica, essent una millora nominal, principalment per l'augment de la B_NB a la Zona 2 (Taula 3.19). En general, i dins la part protegida, hi ha més biomassa d'espècies d'alt nivell tròfic el 2025 respecte el 2020, ara bé, la seva distribució a l'espai és massa heterogènia per tal que els valors mitjans siguin indicadors significatius de l'efecte reserva.

Taula 3.19. Resultats dels models lineals d'interacció històrica (LME1) i del 2025 (LME2_LY) entre el nivell de protecció (fPROT) i el temps (TPY), i la fondària mitjana (PROFM) sobre la biomassa d'alt nivell tròfic (Log10(x+1)) d'espècies vulnerables demersals, amb els diferents llocs d'estudi (fSITE) com a factor aleatori que afecta l'ordenada a l'origen en aigües superficials. Efectes fixes: β = coeficient de relació, EEM= Error Estàndard de la mitjana, IC= Interval de confiança, p= p-valor. Efectes aleatoris: σ^2 (variància residual), N= nivells pel factor SITE, Observacions= mida de la mostra total. En **negreta** els valors significatius amb $p < 0,05$.

	LME1				LME2_LY			
	β	EEM	IC	p	β	EEM	IC	p
Efectes fixos								
Intercept	-1,05	0,25	-1,54 – -0,56	<0,05	-1,26	0,55	-2,32 – -0,19	<0,05

RI	0,60	0,29	-0,29 – 1,49	0,13	-0,64	0,33	-1,65 – 0,37	0,15
RP	0,31	0,21	-0,35 – 0,97	0,24	0,16	0,18	-0,39 – 0,70	0,45
TPY	0,11	0,03	0,06 – 0,17	<0,05				
PROFM	0,12	0,02	0,08 – 0,17	<0,05	0,24	0,05	0,14 – 0,34	<0,05
RI·TPY	-0,08	0,07	-0,21 – 0,05	0,25				
RP·TPY	0,01	0,05	-0,08 – 0,11	0,78				
Efectes aleatoris								
σ^2	0,47				0,39			
N	6 SITE				6 SITE			
Observacions	156				32			

- Estrat profund (18- 28m)

A les aigües profundes de la RI es veu un resultat positiu a la Zona 1, amb un increment de quasi x3 vegades la biomassa original i un resultat final de 13,36 kg/250 m², mentre que la Zona 2 minva respecte del primer any d'estudi, per sota dels 5 kg/250 m² (Fig. 3.10). Les zones control mostren el millor resultat fins ara entre llocs i anys, sempre per sota dels 3 kg/250 m². En aquest estrat, la variació de la B_NT>3,5 té lloc a través dels anys (TPY) i no pel factor de protecció. Per tant no es pot concloure un efecte reserva per aquestes espècies fins a l'actualitat.

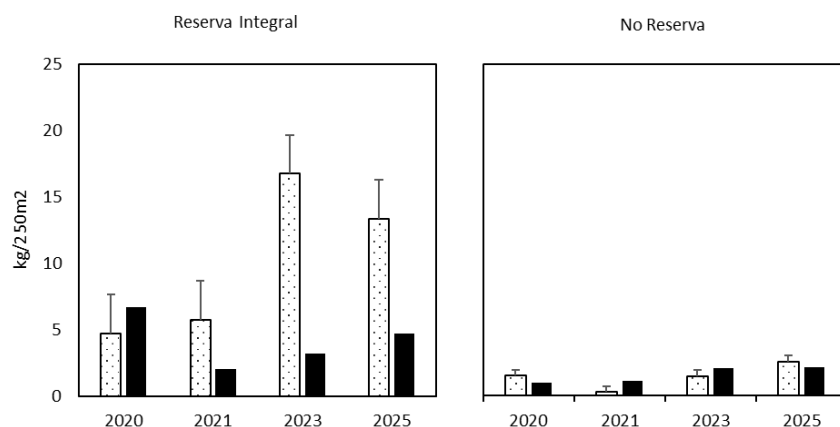


Figura 3.10. Evolució temporal de la biomassa mitjana ($\pm$ EE) de peixos demersals d'alt nivell tròfic (kg/250 m²) a dues zones/llocs profunds (18-28 m) dins la RI i dins la NR. Zona 1 (puntejat) i Zona 2 (negre).

Taula 3.20. Resultats dels models lineals d'interacció històrica (LME1) i del 2025 (LME1_LY) entre el nivell de protecció (fPROT) i el temps (TPY), i la fondària mitjana (PROFM) sobre la biomassa d'alt nivell tròfic (Log10(x+1)) d'espècies vulnerables demersals, amb els diferents llocs d'estudi (fSITE) com a factor aleatori que afecta l'ordenada a l'origen en aigües profundes. Efectes fixes: β = coeficient de relació, EEM= Error Estàndard de la mitjana, IC= Intervals de confiança, p= p-valor. Efectes aleatoris: σ^2 (variància residual), N= nivells pel factor SITE, Observacions= mida de la mostra total. En negreta els valors significatius amb $p < 0,05$.

	LME1				LME1_LY			
	β	EEM	IC	p	β	EE M	IC	p
Efectes fixos								
Intercept	0,35	0,20	-0,04 – 0,74	0,08	1,05	0,22	0,59 – 1,51	<0,05
RI	0,68	0,38	-0,91 – 2,28	0,21	1,02	0,35	-0,38 – 2,41	0,09
TPY	0,10	0,05	0,00 – 0,19	<0,05				
RI·TPY	0,05	0,08	-0,11 – 0,21	0,54				
Efectes aleatoris								
σ^2	0,61				0,48			
N	4 SITE				4 SITE			
Observacions	79				16			

3.5. La distribució de talles de les espècies més freqüents i abundants

- Estrat superficial (5-10m)

Poques espècies han mostrat un nombre d'individus suficient ($N \geq 30$) en cadascun dels 9 casos tractats quan combinem els quatre anys d'estudi amb els 3 nivells de protecció (integrant les dades de les dues zones dins cada nivell). A la taula 3.21 es mostren aspectes descriptius de la variable talla per a les espècies més freqüents en els diferents anys.

Hi ha 3 espècies: *D. sargus*, *D. vulgaris* i *S. umbra* presenten un patró creixent en el darrer any de campanya (2025) incloent les zones control no protegides, on fins l'any 2023 l'estabilitat o fins i tot la minva de la talla mitjana n'ha estat la pauta exceptuant als controls. *Labrus merula* és l'única d'aquestes espècies que no mostra cap tendència definida, amb una talla mitjana d'entre 25 i 30 cm tant a RI com a la RP i a la NR al llarg dels anys.

D'acord amb els resultats, les espècies amb talles més abundants de l'estrat superficial són el sard *D. sargus*, la variada *D. vulgaris*, i l'escorball *S. umbra*.

En el cas del sard, la figura 3.11 ens mostra una distribució de talles totalment esbiaixada cap a la dreta pel que fa a la RI i la RP amb talles modals de 22 i 26 cm respectivament, i d'una moda per sobre de la de primera talla de maduresa ($L_M = 21$; Mouine et al, 2007) enfront de les talles de juvenils (6 cm) que es corresponen amb joves de l'any (0+) (Gordoa i Moli, 1997; Cuadros-Casado, 2016) a les zones no protegides, on, a més a més, les classes de talla grossa són escasses. A la taula 3.22 es pot observar com la subpoblació protegida no es diferencia de forma significativa ($p > 0,05$) entre la RI i la RP ni tampoc entre la RI i la NR. En canvi la RP sí és significativament diferent enfront les zones no protegides, possiblement degut a un desplaçament de les talles juvenils cap a la RP, heterogeneïtzant les mides.

Taula 3.21. Estadística descriptiva, amb el nombre d'individus observat (N), les talles mitjanes (cm), desviació estàndard (DE), valors mínims i màxims dins cada nivell de protecció en els quatre anys de seguiment a l'estrat superficial: 2020, 2021, 2023 i 2025.

	2020					2021					2023					2025				
	N	Mitj.	DE	min.	Màx.	N	Mitj.	DE	min.	Màx.	N	Mitj.	DE	min.	Màx.	N	Mitj.	DE	min.	Màx.
<i>D. puntazzo</i>																				
RI	12	18,8	4,0	13,0	26,0	2	17,0	1,4	16,0	18,0	13	26,7	2,0	22,0	29,0	6	25,3	1,6	24	28
RP	7	20,3	5,9	15,0	29,0	16	14,4	5,9	10,0	30,0	5	26,8	2,8	23,0	30,0	5	23,6	2,6	20	26
NR	15	20,8	4,8	14,0	28,0	5	19,6	5,0	16,0	28,0	5	21,6	5,0	13,0	26,0	6	18	5,1	10	24
<i>D. sargus</i>																				
RI	49	18,3	3,9	14,0	38,0	41	18,3	1,8	16,0	26,0	48	25,7	2,9	20,0	33,0	12	24	5,7	16	34
RP	51	15,8	3,9	8,0	26,0	83	13,6	4,4	4,0	30,0	61	23,2	5,5	8,0	30,0	63	25,2	5,2	14	40
NR	71	18,2	6,3	4,0	28,0	45	14,7	5,4	4,0	28,0	100	14,7	7,8	4,0	30,0	37	19,2	6	2	34
<i>D. vulgaris</i>																				
RI	273	15,9	3,2	8,0	35,0	673	15,2	2,4	8,0	22,0	385	18,0	3,7	6,0	26,0	504	19,6	2,1	14	22
RP	193	14,9	2,3	8,0	20,0	304	14,2	3,5	6,0	24,0	311	19,0	4,2	6,0	28,0	386	19,4	3	12	36
NR	215	18,0	4,6	2,0	24,0	276	15,6	3,4	4,0	26,0	322	16,3	4,2	4,0	27,0	219	19,1	2,7	4	22
<i>S. umbra</i>																				
RI	7	30,4	6,7	26,0	45,0	1	30,0	-	30,0	30,0	51	35,8	4,5	18,0	46,0	45	33,9	6,1	20	46
RP	1	14,0	-	14,0	14,0	21	25,8	1,5	20,0	28,0	30	34,5	5,2	14,0	40,0	23	37	6,4	26	50
NR	32	28,1	6,0	18,0	43,0	12	24,4	5,0	16,0	30,0	5	24,4	8,2	12,0	34,0	37	29,3	4,1	20	36
<i>L. merula</i>																				
RI	18	30,7	6,2	20,0	40,0	10	25,6	5,1	16,0	32,0	7	32,7	2,5	30,0	37,0	6	31,3	6	22	40
RP	30	30,5	6,5	16,0	40,0	19	24,1	7,0	10,0	32,0	13	28,8	4,7	18,0	34,0	15	26,1	4,4	20	34
NR	21	25,4	4,3	16,0	32,0	7	25,4	3,0	20,0	30,0	6	27,2	3,1	24,0	32,0	11	26	8,9	16	40
<i>E. marginatus</i>																				
RI	1	45,0	-	45,0	45,0	4	36,0	4,3	30,0	40,0	5	40,8	12,1	28,0	60,0	6	40,7	15,3	26	70
RP	4	39,0	13,3	20,0	50,0	5	27,2	12,5	14,0	46,0	14	32,7	9,3	12,0	44,0	15	36,8	9,1	26	52
NR	2	39,5	7,8	34,0	45,0	2	31,0	9,9	24,0	38,0	7	27,3	10,8	12,0	42,0	11	33,3	4,9	24	42
<i>E. costae</i>																				

RI	15	38,7	13,2	18,0	70,0	7	43,4	9,4	30,0	60,0	1	38,0	-	38,0	38,0	7	33,7	7,2	22	42
RP	0	-	-	-	-	1	20,0		20,0	20,0	0	-	-	-	-	1	24	-	24	24
NR	2	15,0	1,4	14,0	16,0	3	27,0	10,8	18,0	39,0	1	36,0	-	36,0	36,0	2	41	1,4	40	42
<i>M. rubra</i>																				
RI	10	45,3	7,4	28,0	50,0	1	50,0	-	50,0	50,0	2	48,5	2,1	47,0	50,0	3	38,7	1,2	38	40
RP	0	-	-	-	-	1	50,0	-	50,0	50,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NR	0	-	-	-	-	2	35,0	7,1	30,0	40,0	0	-	-	-	-	3	35,3	6,4	28	40

La figura 3.11 presenta el resultat d'una evolució temporal i les característiques de l'hàbitat que, sobretot, a la RI i la RP, afavoreix els individus grossos. La combinació de protecció i hàbitat donen un resultat molt positiu a la RI i la RP, amb una subpoblació de sards on el 60% i 81% respectivament poden ser reproductors en front de tan sols un 36% a les zones control.

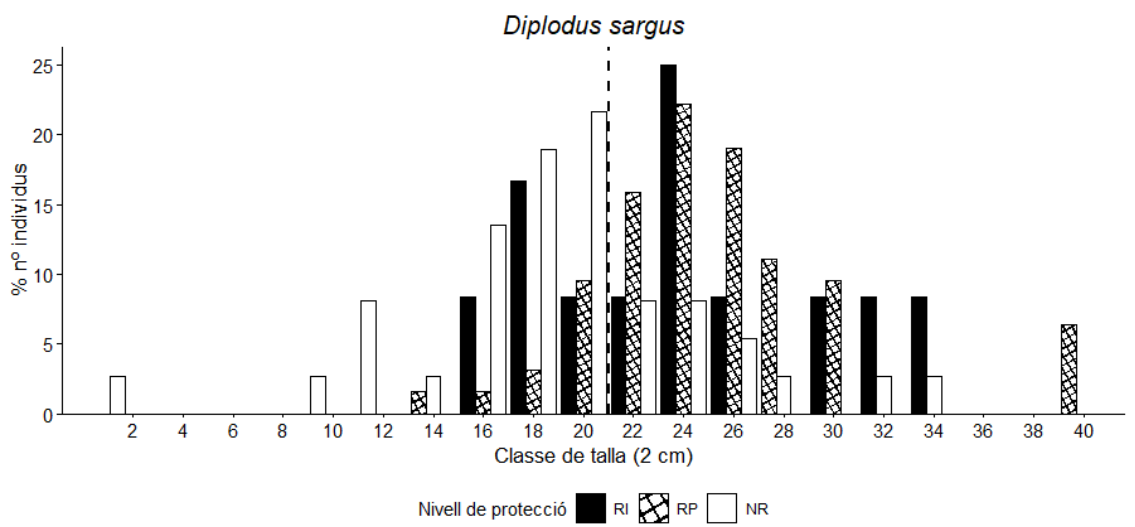


Figura 3.11. Distribució percentual de les diferents classes de talla (2 cm) del sard *Diplodus sargus* entre els 3 nivells de protecció (RI-RP-NR) a l'estrat superficial (5-15m) en la darrera campanya de 2025. La línia discontinua representa la primera talla de maduresa.

Aquestes distribucions actuals (2025) dins la reserva marina difereixen de forma significativa de la distribució de talles de les zones no protegides, i seguint el valor de la mitjana es pot establir la relació $RP > NR$ ($p < 0,05$) (Taula 3.22).

Taula 3.22. Comparació de les distribucions de talles de *D. sargus*, *D. vulgaris* i *S. umbra* mitjançant el test de Kolmogorov-Smirnov. Els resultats en negreta indiquen diferències significatives per a $p < 0,05$. Dades d'octubre de 2025 per a RI, RP i NR a l'estrat superficial.

Espècie	Interacció (1*2)	N ₁	DE ₁	N ₂	DE ₂	D	p valor
<i>D. sargus</i>							
	RI*RP	12	5,72	63	5,20	0,19	0,87
	RI*NR	12	5,72	37	5,95	0,37	0,17
	RP*NR	63	5,20	37	5,95	0,54	<0,05
<i>D. vulgaris</i>							
	RI*RP	504	2,08	386	3,03	0,10	0,04
	RI*NR	504	2,08	219	2,7	0,07	0,47
	RP*NR	386	3,03	219	2,7	0,06	0,68

S. umbra

RI*RP	45	6,07	23	6,38	6,38	0,68
RI*NR	45	6,07	37	4,12	4,12	<0,05
RP*NR	23	6,38	37	4,12	4,12	<0,05

La variada *D. vulgaris* també mostra una tendència creixent per a la seva talla mitjana durant els tres anys d'estudi (Fig. 3.12), assolint-se les majors talles el 2025 dins la RI ($19,6 \pm 2,1$ cm) i dins la RP ($19,4 \pm 3,0$ cm), en front de la NR ($19,1 \pm 2,7$ cm).

Pel que fa a l'actual campanya del 2025, el biaix gràfic entre nivells de protecció no és tan accentuat com en el cas anterior del sard, en part degut als requeriments menys estrictes de la variada per al reclutament (Garcia-Rubies, 1997). Per tant, les diferències entre classes de talla no són del tot significatives per a les dues zones de protecció, amb sols diferències significatives entre la RI i la RP ($N > 300$) i a favor de la RI, on trobem la major freqüència de classes de talla grossa (>18 cm) (Fig. 3.12). Tot i així, a la gràfica 3.12 i d'acord amb les mitjanes de la taula 3.21 es descriu una jerarquia de talles que ve descrita per: RI>RP>NR; és a dir, la subpoblació de l'àrea integral inclou les talles més grans de peixos que a la reserva parcial i, alhora, són més grossos que a les zones control.

Segons l'estudi de Mouine et al. (2012), que estableix els 17 cm com a talla de primera maduresa sexual per a *D. vulgaris*, la subpoblació de la RI conté un 86,2% de reproductors, per un 75,5% dins la RP i un 77,9% a fora de la reserva marina.

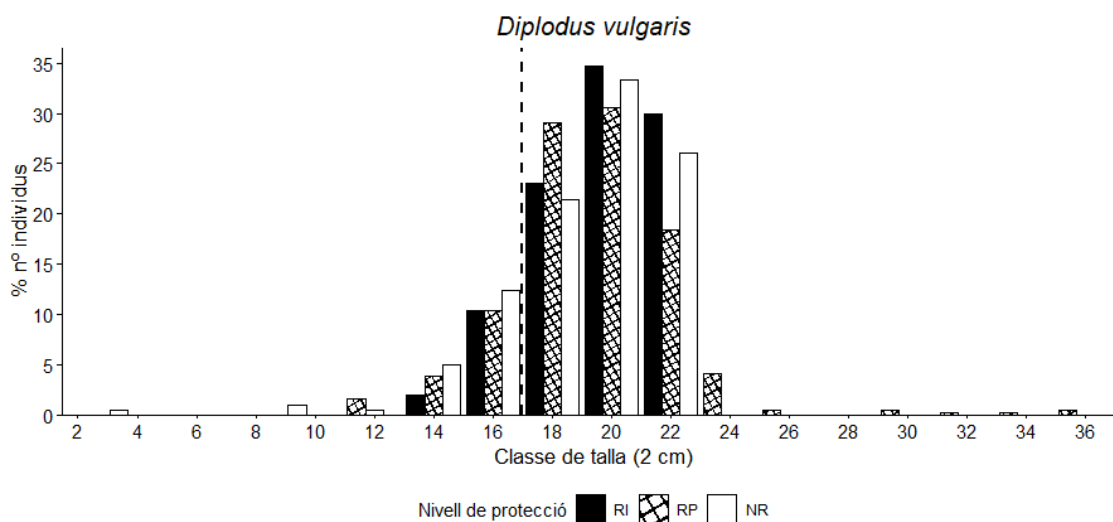


Figura 3.12. Distribució percentual de les diferents classes de talla (2 cm) de la variada *Diplodus vulgaris* entre els 3 nivells de protecció (RI-RP-NR) a l'estrat superficial (5-15m) en la darrera campanya de 2025. La línia discontinua representa la primera talla de maduresa.

Pel que fa a la espècie *S. umbra*, l'evolució de la talla mitjana al 2025 és creixent a la RP i a la NR, amb unes mitjanes de $37,0 \pm 6,4$ cm i de $29,3 \pm 4,1$ cm respectivament, per una mitjana de $33,9 \pm 6,1$ cm a la RI, superior al primer any de la sèrie ($30,4 \pm 6,7$ cm, Fig. 3.9). Dels 60 exemplars censats a la RP i la NR, la majoria estan per damunt de la talla de primera maduresa sexual (Fig. 3.13); concretament un 79% de la població a la RI, i un 87% a la RP; seguint el llindar de 30 cm que estableixen Grau et al. (2009) per als escorballs femella (i amb una talla inferior als mascles). Pel que fa a les talles entre nivells de protecció, a la taula 3.22 es mostren els resultats de *S. umbra* amb diferències significatives entre els controls i les dues zones protegides (RI i RP, $p > 0,05$), expressant-se com a $(RI=RP) > NR$.

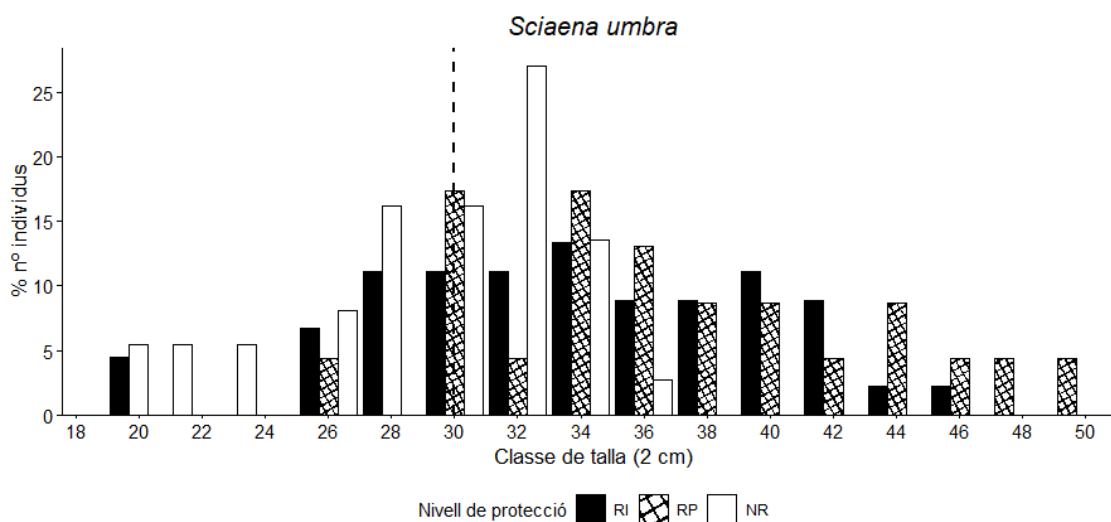


Figura 3.13. Distribució percentual de les diferents classes de talla (2 cm) de l'escorball *Sciaena umbra* entre els 3 nivells de protecció (RI-RP-NR) a l'estrat superficial (5-15m) en la darrera campanya de 2025. La línia discontinua representa la primera talla de maduresa.

- Estrat profund (18- 28m)

D. sargus i *D. vulgaris* presenten una $N \geq 30$, i només a la RI en el cas de *S. umbra*. Amb l'excepció d'*E. costae*, la majoria d'espècies mostren tendències d'increment de talla mitjana dins la reserva integral (Taula 3.23 i Fig. 3. 14).

En el cas de *D. sargus* i *D. vulgaris*, es denota la importància de zones no protegides que serveixen de control. *D. sargus* mostra un increment de talla tant a la RI com a la NR, però quan es comparen les distribucions de talla de la darrera campanya entre la RI i la NR, s'aprecia com la subpoblació de sards del cap Nunó i de ses Margalides és d'individus més grossos. Entre nivells de protecció les mides són molt similars, amb una mitjana de $26,6 \pm 6,3$ cm i de $26,7 \pm 7,9$ cm a la RI i la NR respectivament (Taula 3.24 i Fig. 3.14). La proporció de sards amb talla superior a la L_M de 21 cm és elevada en ambdues àrees; del 78% a la NR i un 80% a la RI.

Taula 3.23. Estadística descriptiva, amb el nombre d'individus observat (N), les talles mitjanes (cm), desviació estàndard (DE), valors mínims i màxims dins cada nivell de protecció en els quatre anys de seguiment a l'estrat profund: 2020, 2021, 2023 i 2025.

	2020					2021					2023					2025				
	N	Mitj.	DE	min.	Màx.	N	Mitj.	DE	min.	Màx.	N	Mitj.	DE	min.	Màx.	N	Mitj.	DE	min.	Màx.
D. puntazzo																				
RI	5	18,8	2,3	16	22	6	20	3,3	16	24	9	23,2	2,8	20	30	8	23,5	3,7	20	30
NR	6	23,7	3,7	20	30	1	26		26	26	7	26,3	6,6	14	35	10	25,6	7,1	16	42
D. sargus																				
RI	10	15,8	3,7	12	20	47	19	5	14	34	35	23,9	2,6	18	28	29	26,6	6,3	16	41
NR	36	18,1	2,7	8	22	74	16,7	2,4	10	20	47	26,3	3,3	18	36	60	26,7	7,9	10	40
D. vulgaris																				
RI	171	15,6	2,3	8	20	548	17	3,7	6	30	417	18,4	3,5	0	26	426	19,2	2,5	12	36
NR	83	16,2	2	10	20	300	15,5	2,4	8	23	86	20,3	3,8	14	28	197	19,9	3,1	12	32
S. umbra																				
RI	4	34	8	30	46	92	29,4	1,9	26	35	74	37,8	3,3	28	44	43	34,7	3,4	28	40
NR	1	24	-	24	24	0	-	-	-	-	1	34	-	34	34	7	31,1	7,7	20	42
E. marginatus																				
RI	2	49	9,9	42	56	2	39	1,4	38	40	3	57,3	14,2	42	70	5	50	18,2	36	80
NR	0	-	-	-	-	8	28	0	28	28	0	-	-	-	-	2	26	11,3	18	34
E. costae																				
RI	14	44,9	9,9	20	60	13	40,7	5,3	28	48	1	38	-	38	38	12	30,5	10,7	20	60
NR	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-
L. merula																				
RI	11	26,7	7,4	16	40	7	26,9	1,6	24	28	8	29,5	4,1	24	35	6	36,3	11,2	26	54
NR		3	25,3	1,2	24	26	1	26	-	26	26	1	22	-	22	22	3	22,7	2,3	20
S. cantharus																				
RI	26	16,8	1,7	14	20	1	40	-	40	40	4	23,3	3,4	20	28	8	22	4,9	20	34
NR	82	15	3,5	12	30	38	18,4	3,7	10	24	19	23,9	5,3	14	30	39	20,8	3,3	12	28

Taula 3.24. Comparació de les distribucions de talles de *D. sargus*, *D. vulgaris* i *S. umbra* mitjançant el test de Kolmogorov-Smirnov. Els resultats en vermell indiquen diferències significatives per a $p < 0,05$. Dades d'octubre de 2025 per a RI i NR a l'estrat profund.

Espècie	Interacció	N ₁	DE ₁	N ₂	DE ₂	D	p valor
<i>D. sargus</i>	RI*NR	29	6,33	60	7,89	0,20	0,44
<i>D. vulgaris</i>	RI*NR	426	2,49	197	3,08	0,12	0,03
<i>S. umbra</i>	RI*NR	43	3,43	7	7,733	0,41	0,27

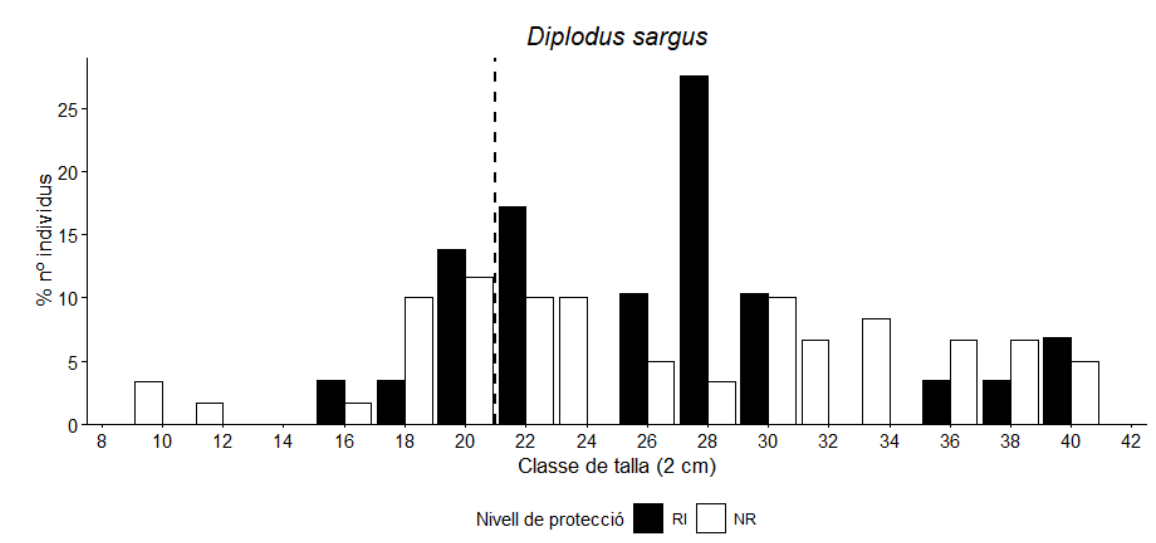


Figura 3.14. Distribució percentual de les diferents classes de talla (2 cm) del sard *Diplodus sargus* entre els 3 nivells de protecció (RI-NR) a l'estrat profund (18-28 m) en la darrera campanya de 2025. La línia discontinua representa la primera talla de maduresa.

En el cas de la variada *D. vulgaris*, ja sigui per la proximitat d'aigües més profundes o per la escassetat d'hàbitats adients per a l'assentament, mostra una distribució de talles significativament diferent a favor de les zones control (Taula 3.24). La talla mitjana a la RI ha estat de $19,2 \pm 2,5$ cm en front dels $19,9 \pm 3,1$ cm a la NR i, en conjunt, les classes de talla grossa (≥ 22 cm) són més freqüents a la RI (Taula 3.23 i Fig. 3.14). La proporció de variades amb talla superior o igual a L_M és del 82,4% a la RI i del 83,5% a la NR.

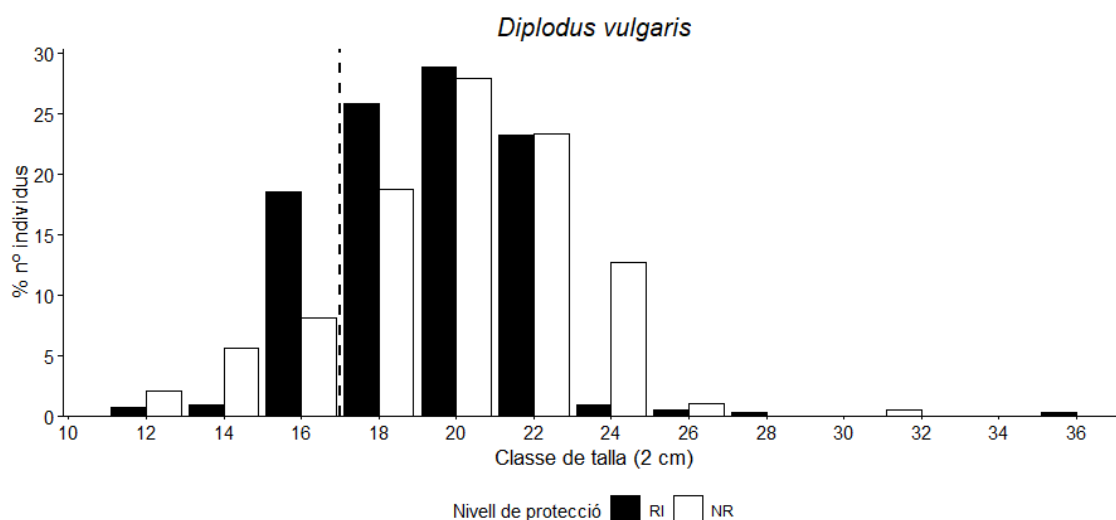


Figura 3.15. Distribució percentual de les diferents classes de talla (2 cm) de la variada *Diplodus vulgaris* entre els 2 nivells de protecció (RI-NR) a l'estrat profund (18-28 m) en la darrera campanya de 2025. La línia discontinua representa la primera talla de maduresa.

Finalment, s'han enregistrat un total de 43 exemplars de *S. umbra* a la RI, i de 7 exemplars a les zones control (Taula 3.23). A la figura 3.16 es pot observar com el 81% dels individus d'aquesta espècie es poden considerar reproductors dins la RI, amb una talla mitjana de $34,7 \pm 3,4$ cm i una moda situada entre els 34 i 38 cm.

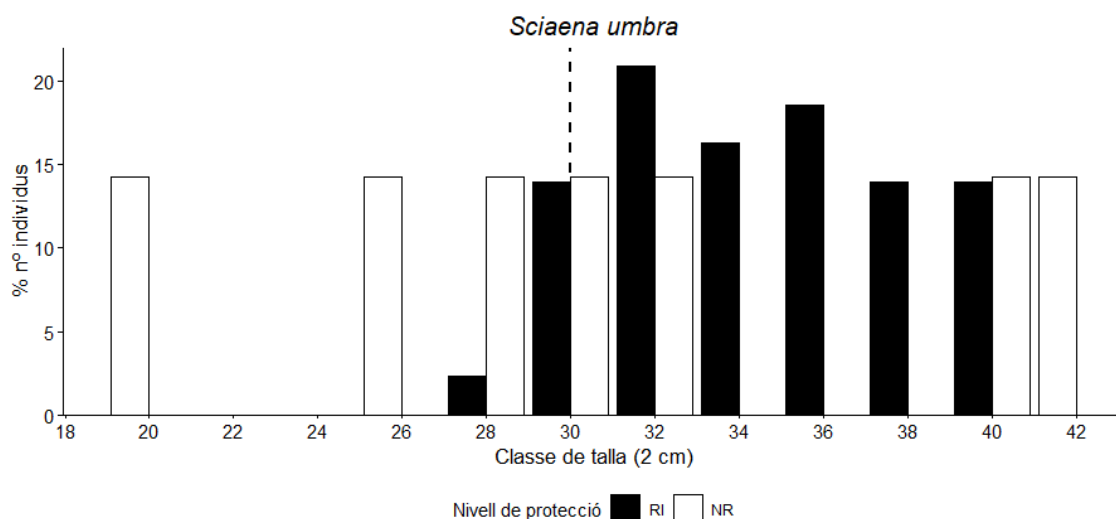


Figura 3.16. Distribució percentual de les diferents classes de talla (2 cm) de l'escorball *Sciaena umbra* entre els 2 nivells de protecció (RI-NR) a l'estrat profund (18-28 m) en la darrera campanya de 2025. La línia discontinua representa la primera talla de maduresa.

4. Discussió

El diagnòstic general de les dades de la darrera campanya del 2025 a la Reserva Marina de la Costa Nord-Est d'Eivissa-Tagomago (RMNEET) mostren uns resultats positius. Les anàlisis estadístiques mostren un increment de la diversitat d'espècies d'interès pesquer al llarg del temps independentment de l'estat de protecció; un increment de la densitat no significativa a la Reserva integral en aigües superficials; un increment de la biomassa mitjana d'espècies demersals a la Reserva integral en aigües superficials al 2025 i una tendència temporal creixent de la biomassa d'espècies demersals independentment de l'estat de protecció en l'estrat profund; una tendència creixent temporal de la biomassa mitjana d'espècies d'alt nivell tròfic sense efecte de l'estat de protecció; i una distribució de talles on la majoria d'espècies mostren una tendència creixent.

La riquesa d'espècies s'ha incrementat amb el temps d'ençà la primera campanya l'any 2020 però sense efectes significatius entre nivells de protecció. Tot i així, a les zones de protecció total i parcial s'ha registrat un nombre d'espècies molt similar a l'any 2023, mentre que a les zones sense protecció s'ha registrat el pic més alt de la sèrie històrica. Aquesta homogeneïtzació a l'alça, malgrat ser positiva, no ha resultat significativa. En qualsevol cas, i tenint en compte el darrer any, hi ha hagut un increment de fins un 30% més respecte el primer.

La densitat de peixos ha anat en augment però de manera molt heterogènia entre zones, essent el major la Zona 1 de màxima protecció en aigües superficials i profundes. L'evolució és positiva en ambdós estrats d'acord a les mitjanes resultants, amb increments d'un 56% i d'un 58% de les zones de màxima protecció superficials i profundes respectivament, i increments de un 47% a les zones de parcial protecció en aigües superficials. A les zones control, es trenca la continuïtat d'anys anteriors amb valors que no superaven els 25 ind./250 m² (30 ind./250 m² i 41 ind./250 m² en aigües superficials i profundes respectivament).

La biomassa d'espècies demersals a l'estrat superficial presenta uns valors positius molt homogenis a nivell de zona dins la Reserva parcial, essent actualment 10,5 kg/250 m², un valor per sobre del llindar dels 4-5 kg/250 m² característic de les zones rocoses obertes a la pesca del litoral balear (Coll, 2022). Pel que fa a la resta de la reserva marina, i seguint la tendència en augment observada al 2023, la Reserva integral ha estat superior a l'estrat superficial enfront de la resta de zones protegides i control, però amb una marcada heterogeneïtat espacial (zones 1 y 2). En particular, la Zona 1, se situa actualment en 25,7 kg/250 m², valor representatiu de punts calents o *hotspots* descrits en AMP amb més de 10 anys de protecció (Sala et al., 2012; Coll et al., 2020; Rojo et al., 2021b) i fins i tot equiparant-se amb valors d'AMP corresponents a major profunditat (Coll et al., 2020). A la Zona 1 de la Reserva integral, fins a 13 espècies mostren una major biomassa el 2025 respecte el 2020: *D. dentex*, *D. puntazzo*, *D. sargus*, *D. vulgaris*, *S. cantharus*, *S. cretense*, *S. dumerili*, *E. marginatus*, *M. rubra*, *L. Viridis*, *M. helena*, *S. umbra*, *S. porcus*, *S. scrofa* i *P. Phycis*. En canvi, a la Zona 2 (també protegida) només 5 espècies mostren un augment de biomassa: *D. vulgaris*, *E. marginatus*, *S. dumerili*, *S. umbra* i *S. scrofa*.

A l'estrat profund mostra una tendència positiva de forma significativa pel que fa al temps i de manera independent del factor protecció, degut a la heterogeneïtat a nivell espacial. Alhora, l'augment de la biomassa a la Zona 1 dels controls al 2025 (13,5 kg/250 m²), corrobora aquests resultats respecte anys anteriors (3,2 kg/250 m²). Els resultats de l'estrat profund mostren una tendència positiva de forma significativa pel que fa al temps (i de manera independent al factor protecció degut a la diversificació espacial). Alhora, i de la mateixa manera que a l'estrat superficial, la Zona 1 mostra una biomassa major respecte la Zona 2, essent 26,7 kg/ 250 m² enfront dels 11,2 kg/ 250 m² respectivament. Aquest patró desigual s'assembla també a AMP de major antiguitat, com s'ha registrat al Parc Nacional de Cabrera 30 anys després d'establir l'estat de protecció (Coll et al., 2020) o a la Reserva Marina de les Illes Malgrats amb 18 anys de protecció (Morey et al., 2020; Villasevil et al., 2024). A la Zona 1 dels controls al 2025 (13,5 kg/250 m²) hi ha hagut un augment de la biomassa respecte anys anteriors (3,2 kg/250 m²). En aquest sentit, la dispersió de les dades per transsecte i per zona, impedeix en termes estadístics, concloure que la biomassa de la Reserva integral sigui major que la resta de zones. Tot i així cal tenir una perspectiva més àmplia, considerant també el context general de valors bruts, on els resultats mostren que les zones protegides, tenen una major biomassa de peixos que a les zones sense protecció, assolint els pics més alts de la sèrie històrica aquest 2025.

La biomassa d'alt nivell tròfic, mostra un augment temporal de forma significativa, sense de moment, un efecte significatiu de la protecció. Malgrat la minva de la biomassa d'alt nivell tròfic respecte l'any 2023, la mitjana de la biomassa segueix sent superior als valors inicials del tram històric, fins un 26,8% a la Reserva integral i quasi bé un 70% més que al 2020. Tot i així, com ja s'ha esmentat anteriorment la heterogeneïtat espacial al llarg de les estacions dificulta establir conclusions significatives respecte les diferències entre nivells de protecció. És important senyalar alhora la baixa contribució, especialment a l'estrat profund (tant de la biomassa com de l'abundància) de l'anfós *E. marginatus*, espècie distintiva de l'efecte reserva a la mar Mediterrània (Zabala et al., 1997a,b; Sala, 2004; Harmelin-Vivien et al., 2008; Morey et al., 2020). Una revisió de la base de dades de la Xarxa Balear d'AMP per a l'evolució de l'anfós ens indica que estacions profundes i on els exemplars de major talla tenen el seu hàbitat òptim (Reñones et al., 2012), i en AMP amb el mateix temps de protecció que el cas que ens ocupa (de 0 a 5 anys), s'observa que la recuperació de l'espècie és lenta, amb valors d'entre 5 i 6 kg/m² al cap de 5 anys. Si s'inclouen les dades dels 3 darrers anys (exceptuant el 2025) a la Reserva integral de la RMNEET, la projecció situa la biomassa als voltants dels 3 kg/250m². Aquest valor coincideix amb el registrat al 2025 amb una mitjana de 3,1 kg/250m² (taula 3.18). Per tant, malgrat l'evolució sigui lenta, l'hàbitat de la zona de màxima protecció ha de permetre una recuperació més notable de l'anfós en els propers anys, tal i com s'ha comprovat en altres AMP.

Pel que fa a les talles mitjanes, podem considerar els resultats com a positius l'augment de les talles per a les dues espècies de *Diplodus sp.* i l'escorball *S. umbra* en l'estrat superficial. La composició estructural de talles dins la RMNEET d'aquestes espècies, es manté saludable assolint percentatges de població reproductora superiors al 60%, llindar que no s'ha assolit per a les poblacions de fora de la reserva.

Destacar que aquest valor és un 10% més que a la campanya anterior (Coll et al., 2023). A les aigües profundes també augmenten les talles mitjanes de *D. vulgaris*, el *D. sargus* i *S. umbra*, amb percentatges de individus reproductors sempre superiors al 80% dins la reserva integral. Aquest és un dels objectius bàsics de les reserves marines enteses com a eines de gestió pesquera, mantenir poblacions importants de reproductors, ja sigui per la natural dispersió d'ous i larves, o per un simple principi de precaució (Plan Development Team, 1990; Bohnsack, 1993; FAO, 2003, 2011; Hilborn et al., 2004; Pérez-Ruzafa et al., 2008; entre molts d'altres).

Els set anys acumulats de protecció, tant integral com parcial, han generat una dinàmica positiva de creixement en els recursos pesquers de la reserva marina. Així i tot, el procés es troba lluny de ser ideal: les particularitats de l'hàbitat; especialment a la Reserva integral; els temps necessaris per a la saturació de biomassa documentats en altres àrees marines protegides de la Mediterrània (Garcia-Rubies et al., 2013; Rojo et al., 2021a) i la baixa representació de grans depredadors apicals (com els grans serrànids) indiquen que l'ecosistema ictiològic es troba encara lluny de la maduresa. Aquesta fase avançada de la successió ecològica és, precisament, l'objectiu òptim del règim de protecció conformat el 2018 (Sandin i Sala, 2012; Coll et al., 2020).

En aquest context, cal subratllar les troballes de l'equip de la Universitat de Múrcia per a la RMNEET i la reserva de la Punta de sa Creu a Formentera (García-Charton et al., 2021), les quals determinen que l'èxit d'aquests espais depèn directament d'un desplegament de vigilància intensiu, atès que l'experiència a la Mediterrània demostra que els nivells d'inspecció intermedis no garanteixen l'efectivitat de les mesures de gestió.

5. Referències bibliogràfiques

BELL, J. D., G. J. S. CRAIK, D. A. POLLARD i B. C. RUSSELL. 1985. Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater. *Coral Reefs*, 4: 41-44.

BOHNSACK, J.A. 1993. Marine Reserves. They enhance fisheries, reduce conflicts and protect resources. *Oceanus*. Fall 1993. pag: 63 71.

BOX, 2017. Proposta per a la creació d'una reserva marina d'interès pesquer a la costa nord-est d'Eivissa (Tagomago). Informe tècnic del Consell d'Eivissa. Departament de Medi Ambient, Medi Rural i Marí. 157 pàg.

BROOKS, M. E., KRISTENSEN, K., VAN BENTHEM, K. J., MAGNUSSON, A., BERG, C. W., NIELSEN, A., SKAUG, J. H., MÄCHLER, M., BOLKER, B. M. (2017). glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling.

CADDY, J.F. 2008. The importance of "cover" in the life histories of demersal and benthic marine resources: a neglected issue in fisheries assessment and management. *Bulletin of Marine Science*, 83: 7-52.

COLL, J. 2022. The performance of partially protected zones. Examples from the Balearic Islands. En: Congreso sobre Áreas Marinas Protegidas (AMPs) del Mediterráneo Occidental/Western Mediterranean MPA Conference. Palma 27-29 de Octubre de 2022. Pág: 28-34. Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació del Govern de les Illes Balears.

COLL J., A. GARCIA-RUBIES, G. MOREY and A. M. GRAU. 2012. The carrying capacity and the effects of protection level in three MPAs in the Balearic Islands (NW Mediterranean). *Scientia Marina*, 76(4): 809-826.

COLL J., A. GARCIA-RUBIES, G. MOREY, O. REÑONES, D. ÁLVAREZ-BERASTEGUI, O. NAVARRO i A. M. GRAU. 2013. Using no-take marine reserves as a tool for evaluating rocky-reef fish resources in the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 70(3): 578-590.

COLL J., O. NAVARRO, M. ARPA-VILA, G. MOREY i J. PALMER. 2023. La reserva marina de la costa nord-est d'Eivissa-Tagomago (RMNEET). Seguiment de les poblacions de peixos d'interès pesquer sobre hàbitats rocosos. Informe tècnic per a la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears. Tragsatec. 61 pàgines.

COLL J., O. REÑONES, J. MORANTA, D. ÁLVAREZ-BERASTEGUI i L. CARDONA. 2020. Els peixos dels fons durs infralitorals de Cabrera. Efectes de 25 anys de protecció. In: Grau, A.M., J. J. Fornós, G. Mateu, P. Oliver i B. Terrassa. Arxipèlag de Cabrera: Història Natural. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 30: 243-277.

COLL J., O. REÑONES, J. MORANTA, G. MOREY, D. ÁLVAREZ-BERASTEGUI i M. ARPA. 2022. Seguiment de les comunitats marines d'Espais Naturals Protegits de les Illes Balears. Cens de poblacions de peixos (PN

Cabrera). Informe tècnic per a la Direcció General d'Espais Naturals i Biodiversitat del Govern de les Illes Balears. Tragsatec. Abril de 2022. 132 pàgines.

CUADROS-CASADO, I. A. 2016. Settlement and post-settlement processes of Mediterranean littoral fishes: influence of seascape attributes and environmental conditions at different spatial scales. PhD Thesis. 259 pp. UIB.

FAO, 2003. The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations and outlook. FAO Fisheries Technical Paper, nº 443. Rome, FAO. 71 pp

FAO, 2011. Fisheries management. 4. Marine protected areas and fisheries. FAO Technical Guidelines For Responsible Fisheries. NO 4, Suppl. 4. Rome, FAO. 198 p.

FREON, P i L. DAGORN. Review of fish associative behaviour: toward a generalisation of the meeting point hypothesis. Rev Fish Biol Fisher 2000; 10: 183–207.

FROESE, R i D. PAULY. 2023. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.

GARCIA-CHARTON, J. A., I. A. CUADROS-CASADO, V. ORENES, A. ORTOLANO, J. M. PEREÑÍGUEZ, M. A. POZO i M. TRUJILLO. 2021. Censos de peces vulnerables en las reservas marinas de la costa nordeste de Ibiza-Tagomago (Ibiza) y de la Punta de Sa Creu (Formentera). Informe Técnico para la Direcció general de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears. Universidad de Murcia. 92 páginas.

GARCÍA-CHARTON, J.A., A. PÉREZ-RUZAFA, P. SÁNCHEZ-JEREZ, J.T. BAYLE-SEMPERE, O. REÑONES and D. MORENO. 2004. Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages. Marine Biology, 144: 161-182.

GARCIA-RUBIES, A. 1997. Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre substrat rocós a la Mediterrània Occidental: efectes de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

GARCIA-RUBIES, A., B. HEREU i M. ZABALA. 2013. Long-term recovery patterns and limited spillover of large predatory fish in a Mediterranean MPA. PlosOne, 8(9), e73922.

GORDOA, A & B. MOLÍ. 1997. Age and growth of the sparids *Diplodus vulgaris*, *D. sargus* and *D. annularis* in adult populations and the differences in their juvenile growth patterns in the north-western Mediterranean sea. Fisheries Research, 33: 123-129.

GRAU, A., M. LINDE and A. M. GRAU. 2009. Reproductive biology of the vulnerable species *Sciaena umbra* Linnaeus, 1758 (Pisces: Sciaenidae). Scientia Marina, 73 (1): 67-81.

GREENE L. E., ALEVIZON W. S. 1989. Comparative accuracies of visual assesment methods for coral reef fishes. Bull. Mar. Sci. 44: 899 912.

GUIDETTI, G. 2002. The importance of experimental design in detecting the effects of protection measures on fish in Mediterranean MPAs. *Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 12: 619–634.

GUIDETTI, P., P. BAIATA, E. BALLESTEROS, A. DI FRANCO, B. HEREU, E. MACPHERSON, F. MICHELI, A. PAIS, P. PANZALIS, A. A. ROSEMBERG, M. ZABALA & E. SALA. 2014. Large-scale assessment of Mediterranean marine protected areas effects on fish assemblages. *PLOS ONE*, 9(4) e91841.

HARMELIN, J-G. 1987. Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de port Cros, France). *P.S.Z.N.I: Marine Ecology*, 8: 263-284.

HARMELIN-VIVIEN. M., L. LE DIRÉACH, J. BAYLE-SEMPERE, E. CHARBONNEL, J. A. GARCÍA-CHARTON, D. ODDY, A. PÉREZ-RUZAFA, O. REÑONES, P. SÁNCHEZ-JEREZ and C. VALLE. 2008. Gradients of abundance and biomass across reserve boundaries in six Mediterranean marine protected areas: evidence of spillover?. *Biological Conservation*. 141: 1829-1839.

HILBORN, R., K. STOKES, J-J MAGUIRE, T. SMITH, L. W. BOTSFORD, M. MANGEL, J. ORENSANZ, A. PARMA, J. RICE, J. BELL, K. L. COCHRANE, S. GARCIA, S. HALL, G.P. KIRKWOOD, K. SAINSBURY, G. STEFFANSSON & C. WALTERS. 2004. When can marine reserves improve fisheries management? *Ocean & Coastal Management*, 47: 197-205.

LUCKHURST B. E I K. LUCKHURST. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *MAR. BIOL.* 49: 317-323.

MACPHERSON, E. 1998. Ontogenetic shifts in habitat use and aggregation in juvenile sparid fishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 220: 127-150.

MOREY, G., COLL, J., NAVARRO, O., VERGER F i M. POZO. 2020. Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós. Juliol de 2020. Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears – Tragsatec. 134 pàgines.

MOREY, G., J. MORANTA., E. MASSUTI, A. GRAU, M. LINDE, F. RIERA & B. MORALES-NIN. 2003. Weight-length relationship of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62: 89-96.

MOUINE, N., P. FRANCOUR, M-H. KTARI i N. CHAKROUN-MARZOUK. 2007. The reproductive biology of *Diplodus sargus* in the Gulf of Tunis (central Mediterranean). *Scientia Marina*, 71: 461-469.

MOUINE, N., P. FRANCOUR, M-H. KTARI i N. CHAKROUN-MARZOUK. 2012. Reproductive biology of four *Diplodus* species *Diplodus vulgaris*, *D. annularis*, *D. sargus sargus* and *D. puntazo* (Sparidae) in the Gulf of Tunis (central Mediterranean). *Journal of the Marine Biological association of the United Kingdom*, 92: 623-631.

ORDINES, F., J. MORANTA, M. PALMER, A. LERYCKE, A. SUAU, B. MORALES-NIN, y A. M. GRAU. 2005. Variations in a shallow rocky reef fish community at different spatial scales in the western Mediterranean Sea. *Mar. Ecol.Prog. Ser.*, 304: 221-233.

PÉREZ-RUZAFA, A; C. MARCOS, J. A. GARCIA-CHARTON y F. SALAS. 2008. European marine protected areas as tools for fisheries management and conservation. *Journal for Nature Conservation*, 16: 187-192.

PINHEIRO, J., D. BATES, S. DEBROY, D. SARKAR, R CORE TEAM. 2021. *_nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models_*. R package version 3.1-153, <URL: <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>>.

PLAN DEVELOPMENT TEAM. 1990. The potential of Marine Fishery Reserves for reef fish management in the U.S Southern Atlantic. NOAA Technical memorandum. NMFS SEFC 261: 1- 40.

REÑONES, O., D. ÁLVAREZ. J. COLL, G. MOREY, O. NAVARRO, L. RUEDA, A. GRAU, B. STOBART, D. DÍAZ, A. BOX, S. DEUDERO, A. M. GRAU y R. GOÑI. 2012. Identificación del patrón de movimientos y factores ambientales que determinan la distribución espacial del mero *Epinephelus marginatus* en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera: aplicaciones para su conservación. *Proyectos de Investigación en Parques Nacionales, 2008-2011*. Pág: 407-430. Organismo Autónomo de Parques Nacionales (Ed.). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

ROJO, I. IRIGOYEN, A.J., CUADROS, A., CALÓ, A., PEREÑÍGUEZ, J.M., HERNÁNDEZANDREU, R., FÉLIX-HACKRADT, F.C., CARREÑO, F., HACKRADT, C.W. i GARCÍACHARTON, J.A. 2021b. Detection of protection benefits for predatory fishes depends on censos methodology. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2021:1-16.

ROJO, I., J. D. ANADON, J i ANTONIO GARCIA-CHARTON. 2021a. Exceptionally high but still growing predatory reef fish biomass after 23 years of protection in a Marine Protected Area. *PLOS ONE* | <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246335>.

SALA, E. 2004. The past and present topology and structure of Mediterranean subtidal rocky-shore food webs. *Ecosystems*, 7: 333-340.

SALA, E., E. BALLESTEROS, P. DENDRINOS, A. DI FRANCO, F. FERRETTI, D. FOLEY, S. FRASCHETTI et al. 2012. The structure of Mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. *Plos One* 7(2): e32742. doi: 10.1371/journal.pone.0032742.

SANDIN, S. A i E. SALA. 2012. Using successional theory to measure marine ecosystem health. *Evolutionary Ecology*, 26: 435-448.

STOBART, B., D. ÁLVAREZ-BERASTEGUI and R. GOÑI. 2012. Effect of habitat patchiness on the catch rates of a Mediterranean coastal bottom long-line fishery. *Fisheries Research*, 129: 110-118.

VILLASEVIL, M., COLL, J., MOREY, G., NAVARRO, O., PALMER, J., ARPA, M., 2024. Les reserves marines de l'illa del Toro i les illes Malgrats. Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós en el

període 2005-2024. Direcció General de Pesca i Medi Marí/Govern de les Illes Balears – TRAGSATEC. 93 pàgines.

ZABALA, M., GARCIA RUBIES, A., LOUISY, P., SALA, E. 1997b. Spawning behaviour of the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci.Mar*, 61: 65 77.

ZABALA,M, LOUSY, P, GARCIA RUBIES, A & GRACIA, V. 1997a. Socio behavioural context of reproduction in the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci. Mar.*, 61: 79 89.

ZUUR, A. F., E. N. IENO, N. J. WALKER, A. A. SAVELIEV i G. M. SMITH. 2009. Mixed effects models and extensions in ecology with R. Springer Science+Business Media, LLC. 574 pàgs.