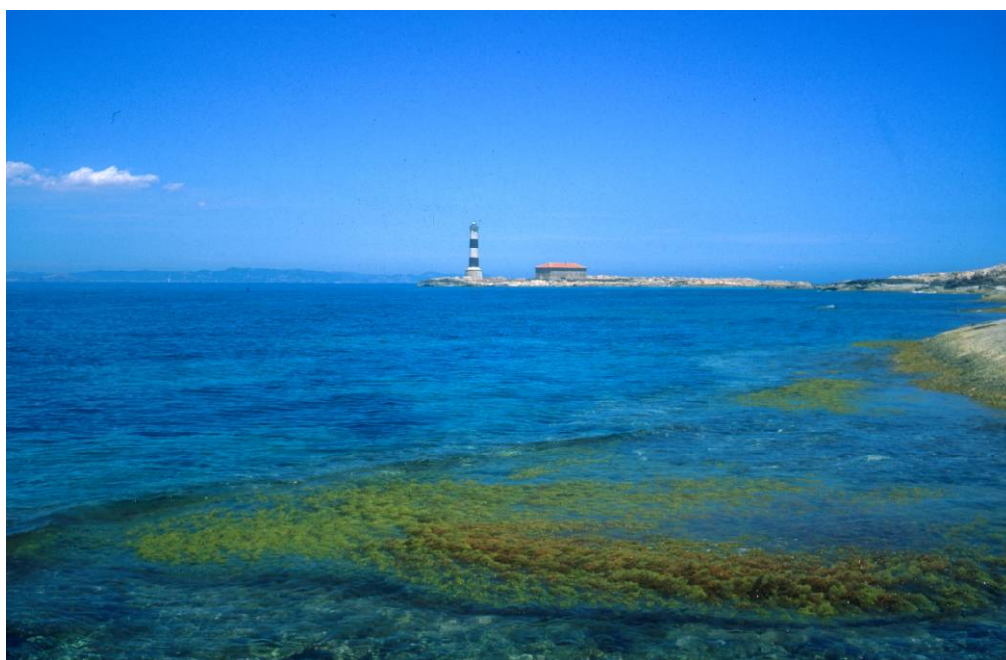




GOVERN DE LES ILLES BALEARS

Conselleria de Medi Ambient

**IMPLEMENTACIÓ DE LA DIRECTIVA MARC DE L'AIGUA A
LES ILLES BALEARS: AVALUACIÓ DE LA QUALITAT
AMBIENTAL DE LES MASSES D'AIGUA COSTANERES
UTILITZANT LES MACROALGUES I ELS INVERTEBRATS
BENTÒNICS COM A BIOINDICADORS (Maig 2005 - Març 2007)**



INFORME FINAL

**AGÈNCIA BALEAR DE L'AIGUA I DE LA QUALITAT AMBIENTAL
DIRECCIÓ GENERAL DE RECURSOS HÍDRICS**



Centre d'Estudis Avançats de Blanes



Consejo
Superior de
Investigaciones
Científicas

Director del Projecte: Alfredo Barón Périz
Direcció General Recursos Hídrics

Coordinador: Fernando Orozco Conti
Foa Ambiental s.l.

Director Científic: Dr. Enric Ballesteros
Centre d'Estudis Avançats de Blanes
(CSIC)

Personal contractat:

Raquel Arévalo, Neus Fernández, Virginia García, Paula López i Marc Terradas.

Col.laboradors:

María García, Esther Jordana, Marta Sales, Maria Paola Satta, Susana Pinedo, Xavier Torras i Boris Weitzmann.

ÍNDEX

ÍNDEX.....	1
INTRODUCCIÓ	1
CAPÍTOL 1: AVALUACIÓ DE LA QUALITAT AMBIENTAL UTILITZANT ELS ORGANISMES DE FONS TOUS COM A INDICADORS.	3
INTRODUCCIÓ	3
METODOLOGIA	4
1. Recollida de mostres.....	4
2. Anàlisi de dades.....	13
2.1 Anàlisi de paràmetres físico-químics	13
2.2 Anàlisi de paràmetres biològics	14
RESULTATS.....	21
1. Resultats paràmetres físico-químics.....	21
2.1 Dades d'abundància	30
2.2 Dades de biomassa	51
2.3 Resultats de l'aplicació de l'índex MEDOCC	59
DISCUSSIÓ.....	71
CONCLUSIONS	74
BIBLIOGRAFIA	75
CAPÍTOL 2: AVALUACIÓ DE LA QUALITAT AMBIENTAL UTILITZANT LES MACROALGUES COM A INDICADORS.....	77
INTRODUCCIÓ	77
METODOLOGIA	77
1. Prospecció visual.....	77
2. Tractament de dades.....	79
RESULTATS.....	85
1. Comunitats litorals.....	85
2. Estat ecològic del litoral balear	165
DISCUSSIÓ.....	175
CONCLUSIONS	177
CAPÍTOL 3: AVALUACIÓ DE LA QUALITAT AMBIENTAL UTILITZANT LES COMUNITATS ALGALS DE SUBSTRAT ROCÓS COM A INDICADORS.....	179
INTRODUCCIÓ	179
METODOLOGIA	180

1. Recollida de mostres.....	180
2. Anàlisi de dades.....	189
RESULTATS.....	189
DISCUSSIÓ.....	196
CONCLUSIONS	197
BIBLIOGRAFIA	197
CONCLUSIONS FINALS.....	199
ANNEX I: COL·LECCIÓ FOTOGRÀFICA MACROINVERTEBRATS BALEARS	
ANNEX II: FITXA INFRALITORAL DE FONS TOUS	
ANNEX III: RECOPIACIÓ DE LES METODOLOGIES I APLICACIÓ DELS DIFERENTS ÍNDEX DE QUALITAT AMBIENTAL DE LA LITERATURA SOBRE FONS TOUS	
ANNEX IV: A NEW METHODOLOGY BASED ON LITTORAL COMMUNITY CARTOGRAPHY DOMINATED BY MACROALGAE FOR THE IMPLEMENTATION OF THE EUROPEAN WATER FRAMEWORK DIRECTIVE	
ANNEX V: COL·LECCIÓ FOTOGRÀFICA ALGUES BALEARS	
ANNEX VI: ROCKY-SHORE COMMUNITIES AS INDICATORS OF WATER QUALITY: A CAUSE STUDY IN THE NORTHWESTERN MEDITERRANEAN	

INTRODUCCIÓ

INTRODUCCIÓ

La Directiva Marc de l'Aigua (DMA) 2000/60/CE és l'eina actual de la Comunitat Econòmica Europea que ha de garantir la qualitat de les aigües continentals, tant superficials com subterrànies, i de les aigües costaneres dels països membres. Els objectius principals d'aquesta Directiva són el de prevenir o reduir el deteriorament de l'aigua i dels ecosistemes associats, promoure un ús sostenible d'aquest recurs, i contribuir a pal·liar els efectes d'inundacions i sequeres. La DMA estableix que per a l'any 2015, totes les masses d'aigua no modificades dels països membres de la CEE han d'assolir una bona qualitat ambiental.

A nivell de l'Estat Espanyol, cada comunitat autònoma és la responsable d'aplicar aquesta Directiva, i el Govern de les Illes Balears, per les competències que té transferides en matèria medioambiental, és qui ha de desenvolupar la implementació de la DMA en la seva autonomia. En l'àmbit de les aigües costaneres, després d'un primer treball on es sectoritzava la costa de les diferents illes en masses d'aigua atenent a les diferents tipologies i pressions antròpiques, calia la caracterització d'aquestes masses d'aigua segons la seva qualitat ambiental, utilitzant els elements biològics com indicadors. El recentment constituït Institut Balear de l'Aigua i del Litoral (IBAL) va encarregar al Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC) mitjançant el Conveni de col·laboració "Implementación de la Directiva Marco del Agua en Baleares: evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua costeras utilizando las macroalgas y los invertebrados bentónicos como bioindicadores. Junio 2005 – Marzo 2007" la caracterització de les masses d'aigua utilitzant (i) els macroinvertebrats que viuen sobre els fons sedimentaris, i (ii) les macroalgues presents sobre els fons rocosos com a indicadors de l'estat ecològic. A continuació presentem l'informe final d'aquest Conveni, on consta el resum de les activitats realitzades durant els anys 2005, 2006 i inicis de 2007, així com els resultats obtinguts, que inclou:

1) Una avaluació de la qualitat i vulnerabilitat de la zona infralitoral utilitzant les comunitats bentòniques dels fons tous com a indicadors de la qualitat ambiental, així com la caracterització de diferents paràmetres fisicoquímics i la seva relació amb aquestes comunitats, seguint els requeriments de la DMA (Capítol 1).

2) Una avaluació de la qualitat i vulnerabilitat de la zona litoral en base a l'aplicació del mètode d'observació en continu de l'estat de les comunitats bentòniques litorals en la costa balear (prospecció visual) seguint els requeriments de la DMA (Capítol 2).

3) Mostreig de les comunitats d'algues litorals (Capítol 3).

CAPÍTOL 1: Avaluació de la qualitat ambiental utilitzant els organismes de fons tous com a indicadors

CAPÍTOL 1: AVALUACIÓ DE LA QUALITAT AMBIENTAL UTILITZANT ELS ORGANISMES DE FONS TOUS COM A INDICADORS.

INTRODUCCIÓ

Els fons sedimentaris submergits proporcionen una gran varietat d'hàbitats per a molts organismes. Entre els factors que determinen el poblament dels fons tous es troben: la mobilitat del substrat, la mida de les partícules del sediment, la porositat, la quantitat de matèria orgànica, l'oxigenació dels sediment, o la quantitat de metalls pesats. A més, altres factors biòtics (competència i depredació) determinen la composició de les comunitats de fons tous. Els fons sorrencs i fangosos estan desproveïts de l'espectacularitat i la diversitat que es desenvolupa sobre substrat dur ja que la mobilitat del substrat condiciona l'absència o l'escassa presència d'organismes sèssils i redueix enormement les possibilitats de crear estructures complexes. Però la mateixa naturalesa tova del substrat permet l'existència d'organismes que s'hi enterren excavant galeries i que viuen entre els grans de sorra.

Els gradients mediambientals naturals, juntament amb les influències antropogèniques, prenen un paper important en la composició i en l'estructuració de les comunitats bentòniques que viuen al sediment. És per aquesta raó que l'estudi de les comunitats bentòniques pot ser una eina important per avaluar els canvis que tenen lloc als ecosistemes deguts a alteracions de tipus antròpiques.

L'estudi de la qualitat de l'aigua utilitzant els organismes bentònics com a indicadors requereix l'ús d'una metodologia que permeti distingir entre diferents nivells de qualitat ecològica per poder classificar les masses d'aigua. Les principals característiques que fan que el bentos sigui una bona mesura de la qualitat ambiental són: (1) la natura sedentària i la longevitat de les espècies bentòniques fa que puguin reflectir les condicions locals integrades al llarg del temps, tant de la columna d'aigua com de la columna sedimentària; (2) la localització de les comunitats es situa directament al fons del sediment on els contaminants s'acumulen i on es poden donar lloc processos d'hipòxia; (3) les comunitats bentòniques estan formades per organismes que exhibeixen diferents graus de sensibilitat i/o resistència a les pertorbacions segons les capacitats i adaptacions fisiològiques dels organismes als canvis.

METODOLOGIA

1. Recollida de mostres

El nombre de masses d'aigua (MA) definides pel Govern Balear ha estat de 31, però atès a la sectorització realitzada com a conseqüència de la discontinuïtat d'algunes de les masses d'aigua, s'han tingut finalment en compte 36. L'any 2005 es va realitzar el mostreig dels fons tous durant els mesos de juny i juliol. Per a cada MA, es van seleccionar dues estacions amb dues rèpliques per estació. El mostreig es va realitzar amb una draga van Veen d'una superfície de 600 cm². Les mostres es van extreure en un rang de fondàries compreses entre 7 i 12 metres, després es van filtrar amb una xarxa de 500 µm i es van conservar fixant-les amb formol (aigua de mar al 10% amb Rosa de Bengala, colorant que facilita la visualització dels organismes). La identificació dels grups faunístics s'ha realitzat intentant arribar a nivell d'espècie, sempre que ha estat possible (annex I). La quantificació de l'abundància s'ha realitzat mesurant el nombre total d'individus trobats per a cada espècie, i la biomassa, mesurant el pes sec de cadascuna de les espècies després de 24 hores a l'estufa a 70 C°.

A causa de la dificultat de trobar àrees prou grans amb substrat sedimentari, en algunes de les estacions no s'han replicat els punts de mostreig. D'altra banda, i només en el cas de Menorca, en ME-3 i ME-2, s'han mostrejat dos punts addicionals per la seva singularitat. Aquests punts es situen al port de Maó i a la badia de Fornells respectivament. A Cabrera (MA-12), per la seva mida i pertinença al Parc Nacional, s'ha ampliat el mostreig fins a tres estacions. A Mallorca, a la MA-3B s'ha mostrejat un punt extra (MA38). A l'illa de Formentera, a la massa FO-10, per condicions climatològiques adverses, s'ha realitzat un sol mostreig a l'estació FO18; la mostra de l'estació FO17 ha estat recol·lectada a 19 metres de fondària i amb una sola rèplica. Només dues estacions, que es preveïen mostrejar, no van poder ser mostrejades, per falta de fons tous a la zona i a causa d'un fort temporal i mala mar.

Així, doncs, el nombre total d'estacions mostrejades a les Balears ha estat de 76 (Taula 1.1). D'aquestes, 22 pertanyen a Eivissa, 36 a Mallorca i 18 a Menorca.

La situació geogràfica de les estacions estudiades es presenta a les figures 1.1 per les illes d'Eivissa-Formentera, 1.2 per l'illa de Mallorca i 1.3 per l'illa de Menorca.

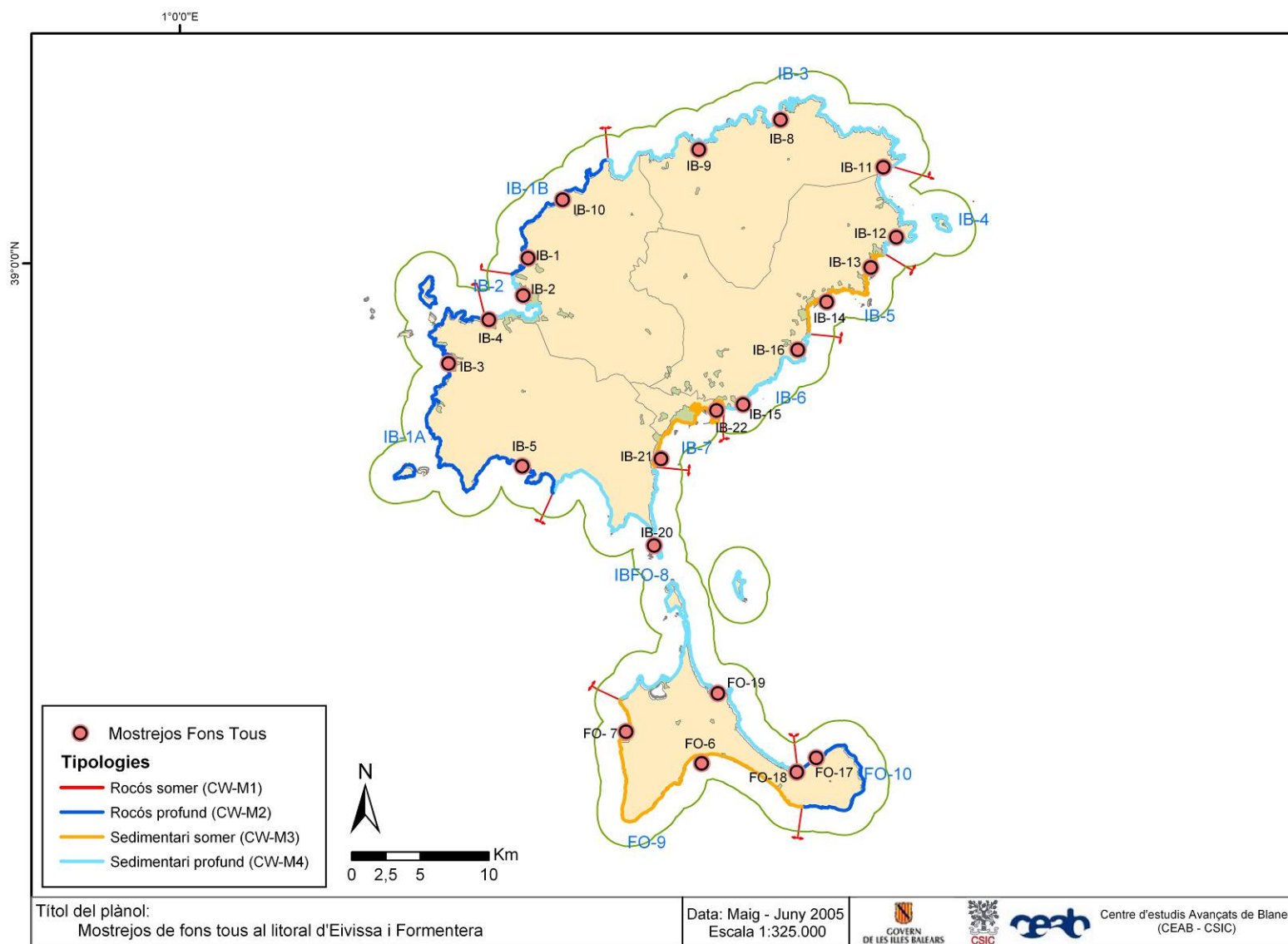


Figura 1.1. Situació de les masses d'aigua i de les estacions mostrejades a Eivissa i Formentera per a l'estudi de la qualitat ambiental i vulnerabilitat de la zona infralitoral de fons tous per a l'any 2005.

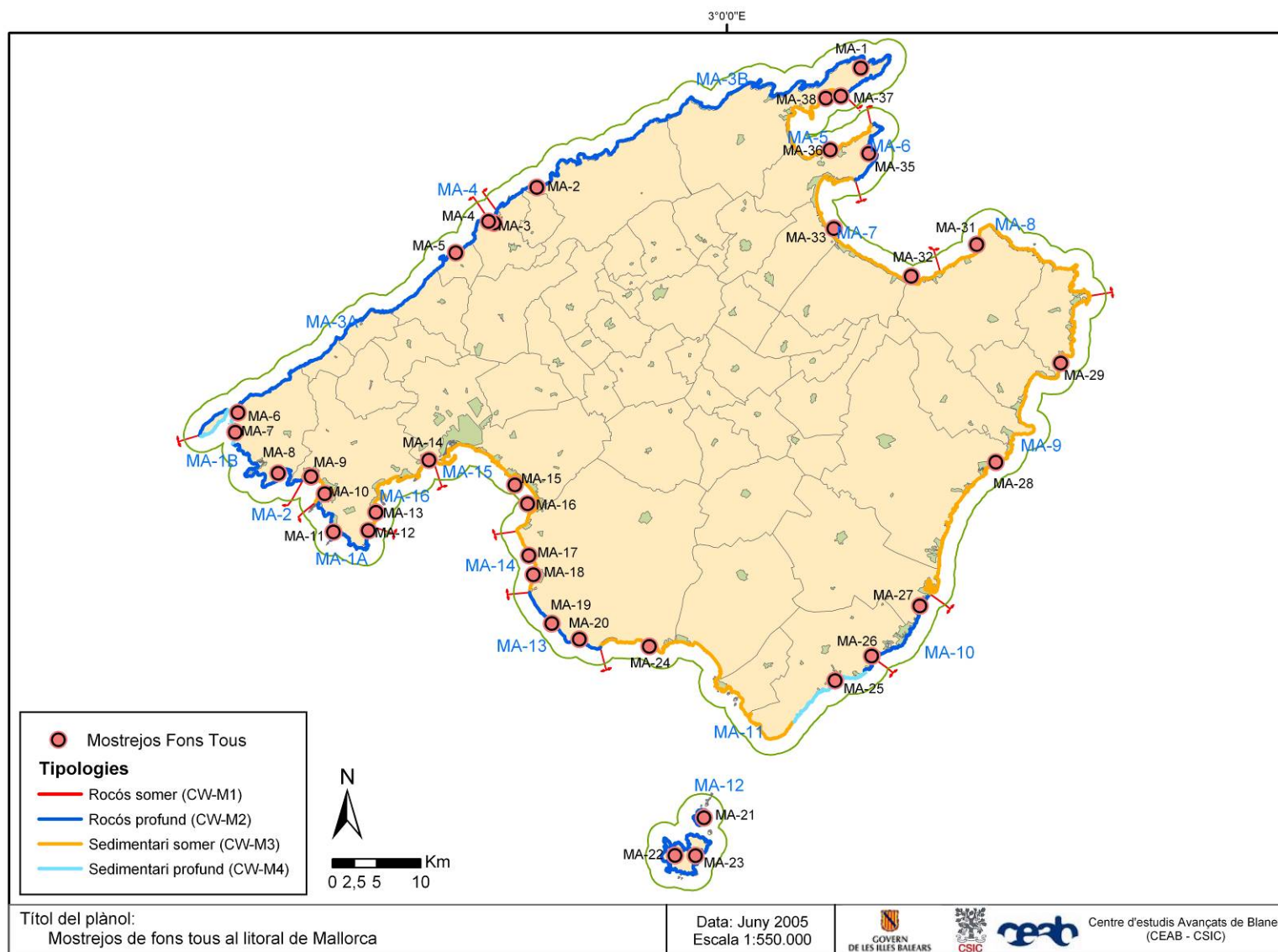


Figura 1.2. Situació de les masses d'aigua i de les estacions mostrejades a Mallorca per a l'estudi de la qualitat ambiental i vulnerabilitat de la zona infralitoral de fons tous per a l'any 2005.

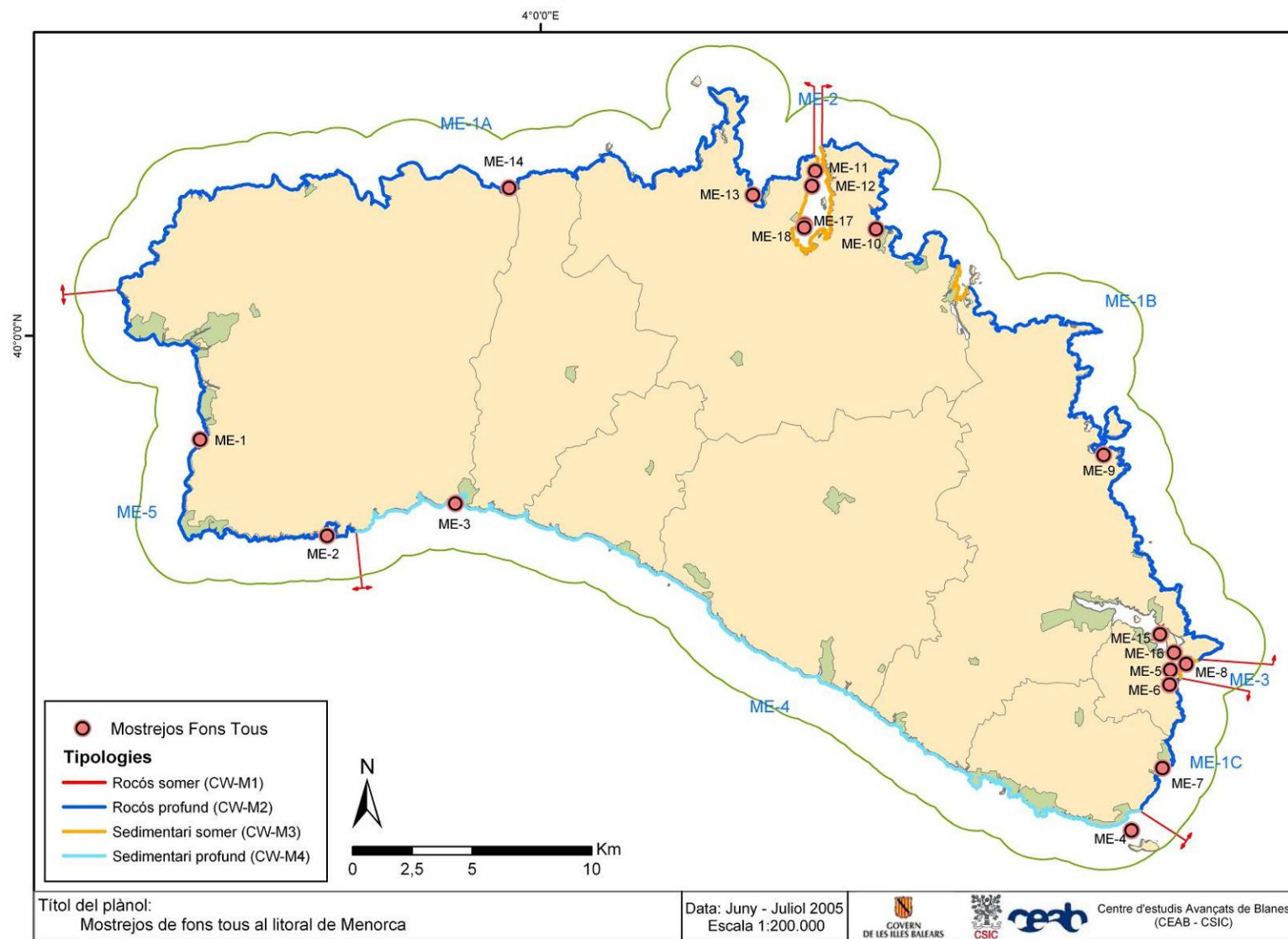


Figura 1.3. Situació de les masses d'aigua i de les estacions mostrejades a Menorca per a l'estudi de la qualitat ambiental i vulnerabilitat de la zona infralitoral de fons tous per a l'any 2005.

Taula 1.1. Relació de les estacions de fons tous mostrejades durant l'any 2005 (Illa, MA, número de l'estació i nom de l'estació).

Illa	MA	Estació	Indret
Eivissa	IB-1B	IB1	Cala Salada
Eivissa	IB-2	IB2	Caló des Moro
Eivissa	IB-1A	IB3	Cala Tarida
Eivissa	IB-2	IB4	Es Port des Torrent
Eivissa	IB-1A	IB5	Sa Caixota
Formentera	FO-9	FO6	Platja de Migjorn
Formentera	FO-9	FO7	Cala Saona
Eivissa	IB-3	IB8	Xarraca (Xuçlà)
Eivissa	IB-3	IB9	Port de Sant Miquel
Eivissa	IB-1B	IB10	Ses Balandres
Eivissa	IB-4	IB11	Cala de Sant Vicent
Eivissa	IB-4	IB12	Cala Boix
Eivissa	IB-5	IB13	Cala Nova
Eivissa	IB-5	IB14	Ses Roquetes
Eivissa	IB-6	IB15	Cala Roja (nord)
Eivissa	IB-6	IB16	Cala Llonga
Formentera	FO-10	FO17	Punta de sa Palmera
Formentera	FO-10	FO18	Racó de sa Pujada
Formentera	IBFO-8	FO19	Es Pujols - Punta Prima
Eivissa	IBFO-8	IB20	Freu Petit - Illa des Penjats (nord)
Eivissa	IB-7	IB21	Platja d'en Bossa
Eivissa	IB-7	IB22	Talamanca
Mallorca	MA-3B	MA1	Formentor – Cala Figuera
Mallorca	MA-3B	MA2	Sa Taleca
Mallorca	MA-4	MA3	Platja Sóller
Mallorca	MA-4	MA4	Cap Gros
Mallorca	MA-3A	MA5	Cala Deià
Mallorca	MA-3A	MA6	Cala en Basset
Mallorca	MA-1B	MA7	Sant Elm
Mallorca	MA-1B	MA8	Camp de mar - Cala en Cranc
Mallorca	MA-2	MA9	Peguera Palmira
Mallorca	MA-2	MA10	Platja de Sta. Ponça
Mallorca	MA-1A	MA11	Es Banc d'Eivissa – Urb. del Toro
Mallorca	MA-1A	MA12	Badia de Palma - S' Illot del Sec
Mallorca	MA-16	MA13	Badia de Palma - Cala Vinyes
Mallorca	MA-16	MA14	Badia de Palma - Marivent
Mallorca	MA-15	MA15	Badia de Palma - C. M. St. Antoni
Mallorca	MA-15	MA16	Badia de Palma - C. M. s' Arenal
Mallorca	MA-14	MA17	Badia de Palma - Es Devallador
Mallorca	MA-14	MA18	Badia de Palma - Sa Fossa
Mallorca	MA-13	MA19	Cap Roig (nord)
Mallorca	MA-13	MA20	Cotimplà
Cabrera	MA-12	MA21	Conillera - Es Blanquer
Cabrera	MA-12	MA22	Cabrera - Port de Cabrera
Cabrera	MA-12	MA23	Cabrera - L'Olla
Mallorca	MA-11	MA24	Cova des Coloms
Mallorca	MA-11	MA25	Cala Llombards
Mallorca	MA-10	MA26	Cala Mondragó
Mallorca	MA-10	MA27	Cala Estreta

Illa	MA	Estació	Indret
Mallorca	MA-9	MA28	Cala Petita
Mallorca	MA-9	MA29	Canyamel
Mallorca	MA-8	MA31	Betlem - Es Caló
Mallorca	MA-7	MA32	Badia d' Alcúdia - Platja de sa Cànova
Mallorca	MA-7	MA33	Badia d'Alcúdia - Platja de Muro
Mallorca	MA-6	MA35	Badia d'Alcúdia - Coll Baix
Mallorca	MA-5	MA36	Badia de Pollença - Urb. del Mal Pas
Mallorca	MA-5	MA37	Cala Formentor
Mallorca	MA-3B	MA38	Racó d'en Rafael Bei - Hotel Formentor
Menorca	ME-5	ME1	S' Aigua Dolça
Menorca	ME-5	ME2	Arenal de Son Saura
Menorca	ME-4	ME3	Cala Santa Galdana
Menorca	ME-4	ME4	Illa de l'Aire
Menorca	ME-3	ME5	Port de Maó - Castell de Sant Felip
Menorca	ME-1C	ME6	Port de Maó - Cala Sant Esteve
Menorca	ME-1C	ME7	S' Algar
Menorca	ME-3	ME8	Port de Maó - Cala es Clot
Menorca	ME-1B	ME9	Es Grau
Menorca	ME-1B	ME10	Arenal de Son Saura - Cala Pudent
Menorca	ME-2	ME11	Badia de Fornells (entrada)
Menorca	ME-2	ME12	Port de Fornells
Menorca	ME-1A	ME13	Arenal de Tirant
Menorca	ME-1A	ME14	Cala Pilar
Menorca	ME-3	ME15	Port de Maó - Illa Plana
Menorca	ME-3	ME16	Canal Illa del Llatzeret
Menorca	ME-2	ME17	Ses Salines (nord)
Menorca	ME-2	ME18	Ses Salines (sud)

Per a cada localitat s'han omplert les fitxes dissenyades per a aquest estudi on s'especifiquen les característiques geogràfiques de l'indret, el nom, la situació amb coordenades, la fondària, el tipus de sediment (mida mitjana de gra), la distància a la població més propera, la distància a l'emissari més proper del que es té constància, la quantitat de matèria orgànica en el sediment, i un llistat quantificat (abundància i biomassa) de les espècies de la comunitat i dels metalls en el sediment (zenc, coure, plom, mercuri, vanadi, cadmi i alumini) (annex II).

2. Anàlisi de dades

2.1 Anàlisi de paràmetres físico-químics

De cadascuna de les mostres recollides per estudiar les comunitats bentòniques, es van prendre submostres de sediment en recipients de plàstic per a l'anàlisi de la matèria orgànica, l'anàlisi granulomètrica i els metalls pesants. Les mostres es van mantenir al congelador (-20°C) fins al moment d'ésser processades.

El contingut de matèria orgànica de les mostres de sediment sec ha estat estimat mitjançant la mesura de la pèrdua de pes en sotmetre les mostres a 450°C durant 5 hores.

Per a la realització de l'anàlisi granulomètrica, les mostres es van descongelar i tractar amb aigua oxigenada (peròxid d'hidrogen al 6%) durant 48-72 hores per tal d'eliminar les restes de matèria orgànica. Després es van dipositar a l'estufa a 60°C durant dos dies aproximadament. Finalment, es van tamisar i categoritzar segons l'escala Wentworth. El sediment es va passar per set tamisadors de diferent mida: 1 mm, 0,75 mm, 0,5 mm, 0,35 mm, 0,25 mm, 0,12 mm i 0,06 mm, quedant agrupats en 8 categories de mida de gra. Després, es va calcular el percentatge de pes de cada categoria respecte al pes total de la mostra i la mida medi de gra com a variable que permet caracteritzar un sediment.

Per a l'anàlisi de metalls, les mostres es van descongelar i liofilitzar. Per a cada mostra es van pesar quantitats de 0,1g aproximadament de sediment liofilitzat i triturat, i es van digerir en recipients de tefló en una solució d'àcid nítric concentrat i de peròxid d'hidrogen (reactius Suprapur Merck®) a l'estufa a 90°C durant 24 h. Tot aquest procés també es va realitzar en un total de 42 blancs. La solució de sediments digerida es va diluir amb aigua Mili-Q i es va guardar a la nevera en tubs de polietilè. La concentració de metalls a la solució es va determinar mitjançant un espectrofotòmetre d'inducció de plasma acoblat (ICP-MS) als Serveis Científico-Tècnics de la Universitat de Barcelona. Els valors s'expressen en micrograms de metall per gram de sediment sec ($\mu\text{g g}^{-1}$), excepte per a l'alumini que s'expressen en mg g^{-1} .

S'han analitzat les concentracions de zenc, (Zn), coure (Cu), plom (Pb), vanadi (V), cadmi (Cd) i mercuri (Hg) en el sediment com a metalls contaminants. També s'ha analitzat el contingut d'alumini (Al); aquest element present en concentracions elevades de forma natural, proporciona informació sobre les característiques litogèniques del sediment.

A la taula 1.2 es mostren les variables considerades com a principals determinants de l'estat de les comunitats dels fons tous infralitorals i les seves unitats de mesura.

Taula 1.2. Variables ambientals estudiades al sediment.

Variable	Mesura
M. orgànica	%
Tamany mig de gra	μm
Fins	%
Zn	$\mu\text{g/g}$
Cu	$\mu\text{g/g}$
Pb	$\mu\text{g/g}$
V	$\mu\text{g/g}$
Cd	$\mu\text{g/g}$
Hg	$\mu\text{g/g}$
Al	mg/g

Per tal d'avaluar les concentracions de metalls obtingudes a la costa balear, s'han utilitzat com a valors de referència els establerts per Long et al. (1995). Aquests autors van recopilar dades químiques i biològiques a partir de les quals van determinar dos valors de referència: l'ERL (Effects Range Low) i l'ERM (Effects Range Median). Aquests dos valors delimiten tres rangs de valors, amb efectes diferents sobre els organismes: (1) valors que siguin inferiors a ERL i, per tant les condicions són normals, sense efectes apreciables sobre els organismes habitualment; (2) valors que estiguin entre ERL i ERM, la qual cosa significa que ja hi ha un impacte sobre els organismes molt probable; (3) valors superiors a ERM, la qual cosa significa que els organismes estan fortament pertorbats per les concentracions de metalls.

Per tal de trobar una relació entre les diferents variables físico-químiques estudiades i evitar així repeticions en les anàlisis posteriors, s'ha realitzat una anàlisi de correlacions (regressió de Pearson) entre les diferents variables.

2.2 Anàlisi de paràmetres biològics

S'han utilitzat dues aproximacions per intentar avaluar l'estat ecològic de les aigües costaneres de les Illes Balears utilitzant la macrofauna com a indicador: (1) les anàlisis multivariants i (2) l'índex MEDOCC.

2.2.1 Anàlisi multivariant

Les anàlisis d'ordenació es realitzen amb les matrius d'espècies-abundància i espècies-biomassa després de quantificar les espècies de les mostres analitzades. S'han utilitzat DCAs ("Detrended Correspondence Analysis") realitzats amb el programa CANOCO, i MDSs (ordenació multidimensional no mètrica) realitzats amb el programa PRIMER.

Per eliminar la influència de tàxons rars en les anàlisis d'ordenació (que poden sesgar molt els resultats) s'han eliminat els tàxons que apareixien en menys del 2% de les estacions. Entre aquestes espècies, algunes tot i ser poc freqüents, representen un percentatge relatiu d'abundància a determinades estacions molt elevat, i per tant, caracteritzen la comunitat de les estacions on es troben. Aquestes espècies han estat incloses de nou en l'anàlisi.

2.2.2 Aplicació de l'índex MEDOCC

En els darrers anys, degut a la implementació de la Directiva Marc de l'Aigua, s'han proposat diversos índexs per avaluar la qualitat ambiental de les aigües costaneres basats en l'estudi de les comunitats bentòniques de fons tous.

S'ha realitzat una recerca bibliogràfica sobre els índexs de qualitat ambiental desenvolupats per a l'estudi de la qualitat ambiental (veure l'annex III) (AMBI i BENTIX). Com ambdós índexs no donaven resultats satisfactoris quan s'aplicaven a l'anàlisi de les masses d'aigüa de la Mediterrània Occidental, s'ha desenvolupat per l'equip del CEAB-CSIC un nou índex de qualitat ambiental, l'índex MEDOCC (Índex del Mediterrani Occidental).

El desenvolupament de l'índex MEDOCC es basa en l'índex AMBI, creat per investigadors del grup de recerca liderats per A. Borja, de l'empresa AZTI, ubicada al País Basc (Borja *et al.* 2000) (índex explicat i aplicat a l'annex III). La base teòrica sobre la que es desenvolupa aquest índex és la capacitat que tenen les comunitats de respondre a les variacions, induïdes per l'home, a les condicions ambientals, i més concretament, a l'enriquiment de matèria orgànica en els sediments.

Cal esmentar que aquest índex només s'ha aplicat a les estacions de sediments fins. És important destacar que les sorres gruixudes no han estat considerades per cap país membre de la Comunitat Europea en l'estudi de la qualitat ambiental del litoral, al considerar que estacions associades a un elevat hidrodinamisme no reflecteixen les condicions de les aigües que les banyen. Per tant, l'aplicació d'aquest índex en aquest cas no proporciona uns resultats fiables.

Gràcies a l'experiència dels investigadors del CEAB-CSIC que han treballat un gran volum de dades en el litoral català durant els últims anys i, actualment a Balears, s'ha pogut desenvolupar un índex adaptat a les dades del litoral mediterrani. És a dir, el nou índex MEDOCC ha estat desenvolupat utilitzant dades de Catalunya i Balears.

Atenent a aquest índex les espècies es classifiquen segons la seva sensibilitat/tolerància a les pertorbacions, i més concretament a l'enriquiment orgànic. La classificació de les espècies en els grups ecològics establerts en el càlcul d'AMBI és de cinc grups (grup I, II, III, IV i V). Segons el nostre criteri, i la difícil distinció entre els grups IV i V (espècies oportunistes de segon ordre i de primer ordre, respectivament), per al desenvolupament de l'índex MEDOCC, les espècies de la macrofauna bentònica es divideixen en quatre grups. D'aquesta manera els grups IV i V s'engloben en un únic grup i la resta es mantenen igual. Aquests grups, segons la seva sensibilitat a un gradient de pertorbació, són:

- GI. Espècies molt sensibles a l'enriquiment orgànic i només presents en condicions no pertorbades.
- GII. Espècies indiferents a l'enriquiment orgànic. Sempre es troben en densitats molt baixes.
- GIII. Espècies tolerants a l'enriquiment de matèria orgànica. Augmenten la densitat amb l'enriquiment en matèria orgànica.
- GIV. Espècies oportunistes.

Un altre punt de divergència entre els dos índexs, fa referència a l'assignació del grau de sensibilitat/tolerància de les espècies. En determinats casos, s'han donat valoracions diferents respecte a les que proposa AMBI per a una mateixa espècie. A la taula 1.3 es presenta el llistat d'espècies amb l'assignació dels grups ecològics establerts segons el grau de tolerància/sensibilitat de les espècies (grup I, II, III, IV) segons el criteri dels experts del CEAB i la categoria assignada pels autors bascos. Només es relacionen aquelles espècies amb una qualificació diferent. Per a la resta d'espècies es pot consultar la taula d'AMBI (disponible a la plana web: <http://www.azti.es>). També es presenten a la taula les espècies que a l'AMBI no tenien categoria assignada. En total s'ha assignat una categoria diferent al 12% de les espècies, la resta tenen la mateixa valoració que en l'AMBI.

Taula 1.3. Assignació del grup ecològic per a les espècies en les que es discrepa de la valoració donada per AMBI i per a les espècies sense valoració segons AMBI (NA: valoració no assignada).

Espècies	Grup ecològic MEDOCC	Grup ecològic AMBI
<i>Acanthocardia tuberculata</i>	2	1
<i>Ampelisca typica</i>	2	1
<i>Ampharete</i> sp.	2	1
AMPHARETIDAE	2	-
<i>Amphipholis squamata</i>	2	1
<i>Amphiura chiajei</i>	3	2
<i>Anthura gracilis</i>	2	1
<i>Apseudes latreillei</i>	2	3
<i>Aricidea catherinae</i>	2	1
<i>Aricidea suecica</i>	2	1
<i>Bodotria pulchella</i>	1	2
<i>Caecum</i> sp.	1	-
<i>Capitellethus</i> sp.	4	-
<i>Cardium</i> sp.	2	3
<i>Corbula gibba</i>	3	4
<i>Corophium runcicorne</i>	2	3
<i>Cylichna cylindracea</i>	1	2
<i>Chone longiseta</i>	1	2
<i>Diastilis rugosa</i>	2	1
<i>Euclymene collaris</i>	3	1
<i>Eurydice</i> sp.	1	-
<i>Exogone naidina</i>	3	2
<i>Exogone verugera</i>	3	2
<i>Fabriciella tonerella</i>	4	2
<i>Galathea ocellata</i>	2	3
<i>Glans</i> sp.	1	-
<i>Glycera oxycephala</i>	1	2
<i>Goniadella galaica</i>	3	2
<i>Gouldia minima</i>	2	1
<i>Iphinoe trispinosa</i>	2	1
<i>Loripes lacteus</i>	3	1
<i>Lumbrineris latreilli</i>	3	2
<i>Magelona mirabilis</i>	2	1
<i>Marphysa</i> sp.	3	2
<i>Mastobranchius</i> sp.	3	-
<i>Micronephthys maryae</i>	3	2
<i>Pariambus typicus</i>	2	3
<i>Parvicardium ovale</i>	2	1
<i>Parvicardium exiguum</i>	2	1
<i>Parvicardium juvenil</i>	2	1
<i>Pectinaria koreni</i>	2	4
<i>Phtisica marina</i>	2	1
<i>Phyllodoce mucosa</i>	2	3
<i>Plagiocardium papillosum</i>	2	1
<i>Prionospio caspersi</i>	2	4
<i>Pseudolirius kroyeri</i>	3	2

Espècies	Grup ecològic MEDOCC	Grup ecològic AMBI
<i>Retusa truncatula</i>	1	2
<i>Retusa umbilicata</i>	1	2
<i>Scolaricia typica</i>	2	1
<i>Scolecopsis squamata</i>	2	3
<i>Scoloplos armiger</i>	1	3
<i>Sigalion mathildae</i>	1	2
<i>Sigalion squamosus</i>	1	2
<i>Spiochaetopterus solitarius</i>	2	3
<i>Tellina pulchella</i>	2	1

El càlcul de l'índex s'obté a partir d'una fórmula basada en els percentatges de l'abundància de cada grup ecològic.

$$\text{MEDOCC} = \{(0 \times \% \text{GI}) + (2 \times \% \text{GII}) + (4 \times \% \text{GIII}) + (6 \times \% \text{GIV})\} / 100$$

on, GI, GII, GIII i GIV són els diferents grups ecològics als que s'assignen les espècies d'una comunitat segons el grau de tolerància/sensibilitat a l'enriquiment orgànic. Amb aquesta fórmula s'obté un valor continu comprès entre 0 i 6. De la mateixa manera que en el cas d'AMBI, per a valors baixos de MEDOCC la qualitat ambiental és bona i a mesura que el valor augmenta la qualitat ambiental empitjora. Aquesta metodologia permet calcular els valors d'EQR i EcoQ, tal i com determina la DMA.

Alhora de definir els límits en la classificació dels estats ecològics ("boundaries"), ens hem basat en els resultats obtinguts a partir de la distribució de la freqüència relativa dels quatre grups ecològics en funció del valor de l'índex MEDOCC (Figura 1.4). Segons aquesta distribució i basant-nos en la teoria ecològica desenvolupada per nombrosos autors (Grall & Glémarec, 1997; Glémarec & Hily, 1981; Hily, 1984; Majeed, 1987; Borja et al., 2000) que descriuen la successió de les comunitats en un gradient de pertorbació, s'han definit els límits que separen cada categoria ecològica.

L'estat ecològic Molt bo (High en anglès) està determinat per un percentatge d'espècies del grup ecològic I més elevat del 40%. L'estat ecològic Bo (Good), es caracteritza, sobretot, per un percentatge d'entre el 20 i el 50% d'espècies tolerants. Es dona un estat ecològic Mediocre (Moderate) quan apareixen aproximadament un 50% d'espècies tolerants i menys d'un 40% d'espècies oportunistes. Els estats ecològics Deficient (Poor) i Dolent (Bad), es caracteritzen per la dominància d'espècies oportunistes (més elevat del 45% i 80%, respectivament).

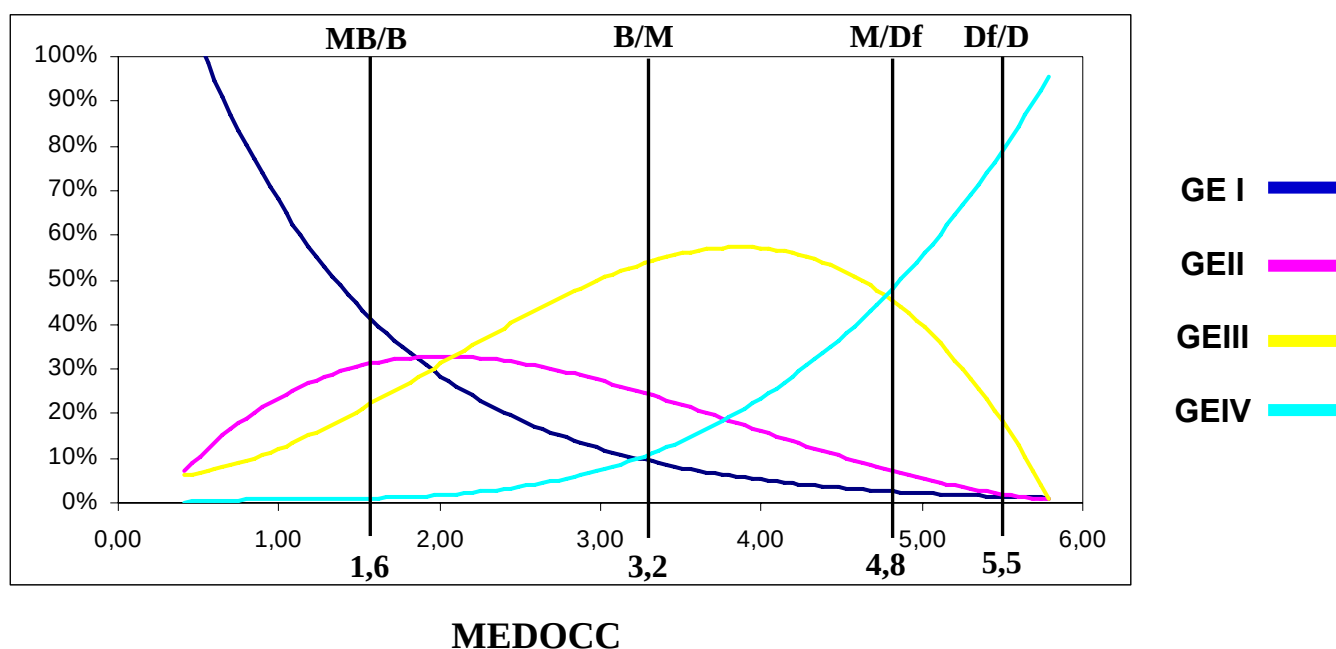


Figura 1.4. Distribució de la freqüència relativa dels quatre grups ecològics en funció del valor de l'índex MEDOCC a partir de les dades de les estacions de Catalunya i Balears. Es representen els límits que separen cada categoria ecològica: Molt bo i Bo (MB/B), Bo i Mediocre (B/M), Mediocre i Deficient (M/Df) i Deficient i Dolent (Df/D).

Per tant, i tenint en compte la denominació dels grups ecològics per definir l'estat ecològic segons determina la DMA, aquests límits tot i que es basen en la mateixa teoria ecològica en la que es sustenta l'índex AMBI són diferents. Els límits de les categories proposades a l'escala del MEDOCC, i les correspondències en quant a l'estat ecològic segons la DMA de 1 a 0, es presenten a la taula 1.4.

Taula 1.4. Resum de les equivalències, entre l'estat ecològic, els valors de MEDOCC i els valors d'EQR.

Estat ecològic	MEDOCC (0-6)	Límits EQR (1-0)
Molt bo	$0,0 < \text{MEDOCC} < 1,6$	0,73
Bo	$1,6 < \text{MEDOCC} < 3,2$	0,47
Mediocre	$3,2 < \text{MEDOCC} < 4,8$	0,2
Deficient	$4,8 < \text{MEDOCC} < 5,5$	0,08
Dolent	$5,5 < \text{MEDOCC} < 6$	0

La manera d'avaluar la qualitat ambiental tal i com marca la DMA és mitjançant l'EQR (Ecological Quality Ratio; rang de valors entre 1-0 on 1 és Molt bo i 0 és Dolent), el qual es calcula comparant els valors de qualitat ambiental de l'àrea estudiada amb les condicions biològiques de les zones de referència, és a dir, aquells indrets amb un estat ecològic excel·lent com el que s'hauria d'esperar en condicions prístines. Aquest índex, per tant, relaciona l'estat ecològic real de la zona

estudiada amb l'estat ecològic potencial establert per les zones de referència. Les condicions de referència s'han obtingut considerant unes condicions virtuals que corresponen a la millor situació ecològica de totes les estacions observades en el conjunt de dades on dominen les espècies que pertanyen al GI (espècies sensibles) i GII (espècies indiferents). Després d'haver seleccionat aquesta estació s'han eliminat les espècies tolerants i oportunistes (grups III i IV, respectivament). L'estació virtual resultant es caracteritza per presentar un 90% d'espècies sensibles (GI) i un 10% d'espècies indiferents (GII), és a dir un valor MEDOCC igual a 0,2.

RESULTATS

1. Resultats paràmetres físico-químics

En primer lloc es presenten els resultats de les anàlisis granulomètriques i de la quantitat de matèria orgànica en el sediment per a cadascuna de les estacions (Taula 1.5).

Taula 1.5. Resultats de l' anàlisi granulomètrica: tamany mig (μm), percentatge de fins (% de sediment $<60\mu\text{m}$), categoria de sediment (GR- graves, MG -sorres molt gruixudes-, G -sorres gruixudes-, M -sorres mitjanes-, F -sorres fines-, MF -sorres molt fines-, i FA -fangs, matèria orgànica del sediment (%), i fondària (m) de les 76 estacions analitzades durant l'any 2005.

Estació	Indret	Mida de gra (μm)	Fins (%)	Categoria sedimentària	Matèria orgànica (%)	Fondària (m)
IB 1	Cala Salada	168	0,66	F	1,26	5
IB 2	Caló des Moro	336	0,04	M	2,16	8,1
IB 3	Cala Tarida	178	0,04	F	1,64	9,2
IB 4	Es Port des Torrent	258	0,06	M	1,7	9,2
IB 5	Sa Caixota	150	1	F	1,06	8,7
FO 6	Platja de Migjorn	519	0,01	G	1,69	9,9
FO 7	Cala Saona	200	0,02	F	1,4	10,5
IB 8	Xarraca (Xuclà)	207	0,11	F	1,12	10,8
IB 9	Port de Sant Miquel	127	1,6	F	0,99	9,3
IB 10	Ses Balandres	172	0,15	F	1,01	10,4
IB 11	Cala de Sant Vicent	89	2,95	MF	1,01	9,5
IB 12	Cala Boix	162	0,63	F	1,14	7,6
IB 13	Cala Nova	204	0,05	F	1,22	9,5
IB 14	Ses Roquetes	166	1,02	F	1,61	9,7
IB 15	Cala Roja (nord)	184	0,21	F	1,1	9,2
IB 16	Cala Llonga	122	1,58	F	1,11	10,2
FO 17	Punta de sa Palmera	912	0,01	MG	1,49	19,1
FO 18	Racó de sa Pujada	339	0,02	M	1,66	9
FO 19	Es Pujols - Punta Prima	191	0,03	F	1,57	10
IB 20	Freu Petit - Illa des Penjats (nord)	367	0,01	M	2,23	10,1
IB 21	Platja d'en Bossa	1162	0,04	MG	2,08	10,2
IB 22	Talamanca	508	0,15	G	1,45	6,1
MA 1	Formentor - Cala Figuera	273	0,11	M	1,64	10,7
MA 2	Sa Taleca	202	0,27	F	1,6	9,6
MA 3	Platja Sóller	126	7,39	F	2,12	8
MA 4	Cap Gros	168	1,52	F	1,85	10,5
MA 5	Cala Deià	229	0,11	F	1,52	8,4
MA 6	Cala en Basset	1000	0,05	MG	1,88	7
MA 7	Sant Elm	164	1,62	F	1,68	7,7
MA 8	Camp de Mar - Cala en Cranc	67	45,3	MF	1,67	8,9
MA 9	Peguera Palmira	851	0,07	MG	1,46	10
MA 10	Platja de Sta. Ponça	92	4,06	MF	1,3	8,4
MA 11	Es Banc d'Eivissa - Urb.del Toro	285	0,1	M	1,43	14,8
MA 12	Badia de Palma - Ca l'Aixada	356	0,22	M	2,01	10,3
MA 13	Badia de Palma - Cala Vinyes	157	0,61	F	1,52	8,8
MA 14	Badia de Palma - Marivent	150	0,84	F	1,41	8,8

Estació	Indret	Mida de gra (µm)	Fins (%)	Categoria sedimentària	Matèria orgànica (%)	Fondària (m)
MA 15	Badia de Palma - C. M. St. Antoni	87	1,03	MF	1,37	8,4
MA 16	Badia de Palma - C. M. S' Arenal	74	4	MF	1,57	9
MA 17	Badia de Palma - Es Devallador	269	0,07	M	1,56	9,5
MA 18	Badia de Palma - Sa Fossa	385	0,02	M	1,49	7,8
MA 19	Cap Roig (nord)	257	0,07	M	2,03	8,6
MA 20	Cotimplà	382	0,28	M	2,26	10,8
MA 21	Conillera - Es Blanquer	741	0,03	G	0,76	7,2
MA 22	Cabrera - Port de Cabrera	344	8,19	M	2,67	8,5
MA 23	Cabrera - L'Olla	160	0,63	F	0,97	9,8
MA 24	Cova des Coloms	249	0,04	F	1,34	9
MA 25	Cala Llombards	170	0,49	F	1,14	9,3
MA 26	Cala Mondragó	120	3,64	F	1,96	10,1
MA 27	Cala Estreta	363	0,01	M	1,61	9,2
MA 28	Cala Petita	211	0,06	F	1,83	9,7
MA 29	Canyamel	164	0,53	F	2,02	10,2
MA 31	Betlem - Es Caló	1027	0,02	GR	1,58	13,1
MA 32	Badia d'Alcúdia - Platja de sa Cànova	162	0,51	F	2,4	10,5
MA 33	Badia d'Alcúdia - Platja de Muro	133	3,63	F	2,4	9,5
MA 35	Badia d'Alcúdia - Coll Baix	241	0,03	F	0,92	9,2
MA 36	Badia de Pollença - Coll Baix	185	0,07	F	0,88	8,9
MA 37	Cala Formentor	872	0,24	MG	1,85	12,4
MA 38	Racó d'en Rafael Bei - Hotel Formentor	496	0,56	M	2,37	12,9
ME 1	S' Aigua Dolça	282	0,03	M	1,03	10,5
ME 2	Arenal de Son Saura	166	0,26	F	1,07	9,6
ME 3	Cala Santa Galdana	186	0,31	F	0,93	10,4
ME 4	Illa de l'Aire	367	0,06	M	1,57	8,3
ME 5	Port de Maó - Castell de Sant Felip	299	0,33	M	0,85	8,8
ME 6	Port de Maó Cala - Sant Esteve	235	1,31	F	1,23	11,9
ME 7	S' Algar	325	0,15	M	1,28	5,5
ME 8	Port de Maó - Cala es Clot	256	0,53	M	1,2	11
ME 9	Es Grau	221	0,36	F	1,01	11,6
ME 10	Arenal de Son Saura - Cala Pudent	207	0,13	F	1,5	9,4
ME 11	Badia de Fornells (entrada)	324	0,07	M	0,7	10,6
ME 12	Port de Fornells	211	1,72	F	2,31	5,4
ME 13	Arenal de Tirant	589	0,02	G	1,09	8,7
ME 14	Cala Pilar	422	0,01	M	0,74	9,4
ME 15	Port de Maó - Illa Plana	180	15,9	F	3,91	10,7
ME 16	Port de Maó - Canal Illa del Llatzeret	119	22,2	MF	8,54	6,1
ME 17	Ses Salines (nord)	60	54,8	FA	14,43	11,4
ME 18	Ses Salines (sud)	207	21,3	F	6,82	8,7

De les 76 estacions mostrejades a les Illes Balears durant l'any 2005, la meitat pertanyen a la categoria de sorres fines (38 estacions), però han estat també força abundants les estacions de sorres mitjanes (21 estacions). Segueixen les estacions de sorres molt fines (6 estacions), sorres gruixudes (4

estacions) i sorres molt gruixudes (5 estacions) i són quasi inexistent les graves (una estació a Mallorca, Es Caló, MA31) i els fangs (una estació a Ses Salines a Menorca, ME17).

A Eivissa i Formentera es troben principalment estacions de sorra fina, 13 de les 22 estacions (el 59% de les estacions). A Mallorca trobem que un 47% de les estacions són de sorres fines i un 29% són sorres mitjanes. A Menorca les sorres fines i mitjanes representen un 44% i un 38%, respectivament. Amb aquestes dades es pot veure que no hi ha una diferència pronunciada de les característiques del sediment entre les diferents illes; i que al voltant del 44-59% de les estacions mostrejades han estat sorres fines.

Si tenim en compte la concentració de matèria orgànica, els valors es situen entre un valor mínim de 0,70% a l'entrada de la badia de Fornells (estació ME11) i un valor màxim de 14,43% a la zona de ses Salines, a l'interior de la badia de Fornells (estació ME17). Un total de 17 estacions han presentat valors alts de matèria orgànica (superiors a un 2%). Els valors més elevats són els trobats a Menorca en dues zones concretes: a l'interior de la badia de Fornells i al port de Maó. Dins de la badia de Fornells (ses Salines nord) l'estació ME17 presenta els valors més elevats de matèria orgànica (14,43%), seguida de l'estació ME18 (ses Salines sud) que presenta un 6,82% de matèria orgànica al sediment. Al port de Maó trobem les estacions ME15 amb un 3,91% i l'estació ME16 amb un 8,54% de matèria orgànica al sediment. La resta de valors superiors al 2% no són tan elevats i estan compresos entre 2,01% i 2,67%. Hi ha 21 estacions que presenten valors de matèria orgànica compresos entre l'1,5 i el 2%, de les quals 7 pertanyen a Eivissa i Formentera, 13 a Mallorca i una a Menorca (Illa de l'Aire amb 1,57%). Aquesta elevada concentració de matèria orgànica pot indicar un confinament dels sediments (sedimentació del material en suspensió de la columna d'aigua), un aport excessiu de matèria orgànica a la zona costanera o acumulació de detritus (restes de macroalgues o de *Posidonia oceanica*).

Taula 1.6. Concentració de metalls en el sediment ($\mu\text{g/g}$ per al zinc, coure, plom, vanadi, cadmi, mercuri, i mg/g per a l'alumini) de les estacions corresponents al litoral balear (2005).

Estació	Indret	Zn ($\mu\text{g/g}$)	Cu ($\mu\text{g/g}$)	Pb ($\mu\text{g/g}$)	V ($\mu\text{g/g}$)	Cd ($\mu\text{g/g}$)	Hg ($\mu\text{g/g}$)	Al (mg/g)
IB 1	Cala Salada	6,15	0,91	3,71	5,15	0,13	0,04	1,78
IB 2	Caló des Moro	3,72	0,62	3,23	5,38	0,07	0,04	1,5
IB 3	Cala Tarida	4,26	0,38	4,26	5,23	0,09	0,04	1,47
IB 4	Es Port des Torrent	4,93	0,47	3,75	5,18	0,11	0,06	1,54
IB 5	Sa Caixota	12,1	1,29	4,53	13,56	0,12	0,03	2,64
FO 6	Platja de Migjorn	3,19	0,57	2,96	4,05	0,09	0,03	0,86
FO 7	Cala Saona	3,07	0,46	2,71	3,58	0,1	0,02	1,25
IB 8	Xarraca (Xuclà)	7	1,08	2,74	4,84	0,11	0,02	1,64

Estació	Indret	Zn (µg/g)	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	V (µg/g)	Cd (µg/g)	Hg (µg/g)	Al (mg/g)
IB 9	Port de Sant Miquel	8,41	1,74	4,47	12,86	0,07	0,01	2,77
IB 10	Ses Balandres	13,92	1,9	3,41	6,47	0,16	0,02	2,35
IB 11	Cala de Sant Vicent	11,14	1,86	3,84	10,17	0,23	0,01	2,28
IB 12	Cala Boix	7,47	0,76	4,29	8,29	0,08	0,02	2,01
IB 13	Cala Nova	6,63	0,91	6	6,5	0,08	0,02	2,11
IB 14	Ses Roquetes	20,68	2,02	77,01	13,71	0,3	0,15	3,62
IB 15	Cala Roja (nord)	8,4	1,5	3,58	7,52	0,13	0,01	2,13
IB 16	Cala Llonga	7,82	1,2	5,59	7,62	0,12	0,02	2,77
FO 17	Punta de sa Palmera	2,52	0,78	1,72	4,83	0,08	0,03	0,54
FO 18	Racó de sa Pujada	2,56	0,35	1,86	2,54	0,06	0,02	0,68
FO 19	Es Pujols - Punta Prima	2,9	1,79	2,46	2,97	0,13	0	1,14
IB 20	Freu Petit - Illa des Penjats (nord)	4,21	0,48	5,85	5,83	0,04	0,03	1,15
IB 21	Platja d'en Bossa	6,71	1,5	6,32	7,67	0,12	0,02	1,96
IB 22	Talamanca	5,48	0,85	5,45	3,95	0,1	0,02	1,66
MA 1	Formentor - Cala Figuera	4,23	2,21	3,19	3,46	0,09	0,01	0,89
MA 2	Sa Taleca	25,67	6,39	5	44,6	0,07	-	9,38
MA 3	Platja Sóller	22,89	5,82	12,48	27,95	0,17	-	6,76
MA 4	Cap Gros	10,32	2,1	4,8	11,74	0,07	0,01	2,82
MA 5	Cala Deià	10,31	3,4	8,14	13,64	0,14	-	3,2
MA 6	Cala en Basset	7,56	1,24	3,78	11,68	0,08	0,02	1,88
MA 7	Sant Elm	9,18	1,52	5,18	4,99	0,1	0,05	1,66
MA 8	Camp de Mar - Cala en Cranc	9,41	1,61	4,41	5,07	0,09	0,04	2,09
MA 9	Peguera Palmira	5	1,48	2,61	4,76	0,11	0,04	1,51
MA 10	Platja de Sta. Ponça	7,24	2,31	3,5	4,81	0,11	0,03	1,8
MA 11	Es Banc d'Eivissa - Urb.del Toro	4,48	1,34	3,18	2,84	0,1	0,03	0,89
MA 12	Badia de Palma - Ca l'Aixada	6,21	1,13	5,12	5,76	0,12	0,03	1,17
MA 13	Badia de Palma - Cala Vinyes	5,92	1,12	3,46	4,37	0,13	0,03	1,08
MA 14	Badia de Palma - Marivent	5,83	1,28	3,49	5,12	0,09	0,04	1,4
MA 15	Badia de Palma - C. M. St. Antoni	6,54	1,5	5,67	5,25	0,08	0,03	1,45
MA16	Badia de Palma - C. M. s' Arenal	7,96	1,72	6,64	5,21	0,07	0,05	1,49
MA 17	Badia de Palma - Es Devallador	4,42	0,6	4,04	5,28	0,06	0,03	0,86
MA 18	Badia de Palma - Sa Fossa	4	0,77	3,52	4,04	0,52	0,06	0,64
MA 19	Cap Roig (nord)	4,59	1,49	3,59	3,68	0,24	0,03	0,54
MA 20	Cotimplà	4,02	1,9	3,52	2,32	0,15	0,03	0,52
MA 21	Conillera - Es Blanquer	10,83	3,78	3,2	7,23	0,24	0,02	3,13
MA 22	Cabrera - Port de Cabrera	7,61	1,98	6,44	4,16	0,07	0,02	1,55
MA 23	Cabrera - L'Olla	4,79	0,58	2,27	6,69	0,07	0,02	2,36
MA 24	Cova des Coloms	3,12	0,84	2,59	2,89	0,06	0,03	0,96
MA 25	Cala Llombards	3,18	0,61	3,93	2,54	0,05	0,02	0,75
MA 26	Cala Mondragó	4,09	0,71	4,19	2,47	0,31	0,02	0,73
MA 27	Cala Estreta	4,52	0,9	4,49	4,23	0,08	0,02	1,04
MA 28	Cala Petita	2,87	0,68	3,47	2,56	0,05	0,02	0,69
MA 29	Canyamel	3,45	0,44	3,53	3,67	0,05	0,02	0,84
MA 31	Betlem - Es Caló	5,32	1,11	5,58	6,77	0,09	0,06	1,55
MA 32	Badia d'Alcúdia - Platja de sa Cànova	4,83	1,04	5,33	2,47	0,05	0,08	0,72
MA 33	Badia d'Alcúdia - Platja de Muro	4,02	2	4,1	1,97	0,03	0,04	0,69
MA 35	Badia d'Alcúdia - Coll Baix	5,9	1,01	1,85	5,68	0,09	0,02	1,64
MA 36	Badia de Pollença - Coll Baix	4,53	1,3	3,33	4,3	0,07	0,04	1,38
MA 37	Cala Formentor	3,53	0,68	3,32	4,52	0,05	0,04	1,05
MA 38	Racó d'en Rafael Bei - Hotel Formentor	10,8	2,99	4,29	14,94	0,09	0,04	2,82
ME 1	S' Aigua Dolça	2,36	1,26	3,7	2,2	0,05	0,02	0,61

Estació	Indret	Zn ($\mu\text{g/g}$)	Cu ($\mu\text{g/g}$)	Pb ($\mu\text{g/g}$)	V ($\mu\text{g/g}$)	Cd ($\mu\text{g/g}$)	Hg ($\mu\text{g/g}$)	Al (mg/g)
ME 2	Arenal de Son Saura	2,93	0,7	3,76	1,38	0,06	0,02	0,43
ME 3	Cala Santa Galdana	4,61	1,09	3,32	4,12	0,06	0,02	1,14
ME 4	Illa de l'Aire	3,84	0,32	5,96	1,01	0,08	0,02	0,29
ME 5	Port de Maó - Castell de Sant Felip	12,64	3,96	9,75	7,46	0,38	0,03	2,18
ME 6	Port de Maó Cala - Sant Esteve	11,55	3,48	18,37	6,78	0,22	0,05	2,21
ME 7	S' Algar	9,8	1,26	3,74	6,23	0,17	0,05	1,29
ME 8	Port de Maó - Cala es Clot	20,55	4,67	7,93	14,37	0,33	0,03	5,51
ME 9	Es Grau	22,46	1,82	6,3	16,35	0,03	0,05	6,25
ME 10	Arenal de Son Saura - Cala Pudent	4,07	0,27	4,55	2,78	0,04	0,03	0,61
ME 11	Badia de Fornells (entrada)	5,71	1,05	6,4	6,61	0,06	0,05	0,68
ME 12	Port de Fornells	15,19	5,97	14,25	8,7	0,06	0,04	2,24
ME 13	Arenal de Tirant	14,48	1,13	9,3	22,09	0,06	0,05	2,98
ME 14	Cala Pilar	6,51	0,67	3,96	10,59	0,03	0,04	2,31
ME 15	Port de Maó - Illa Plana	47,58	22,26	53,46	29,01	0,09	0,21	9,25
ME 16	Port de Maó - Canal Illa del Llatzeret	37,06	21,46	28,99	33,55	0,1	0,11	10,66
ME 17	Ses Salines (nord)	72,66	31,49	46,04	83,31	0,27	0,19	30,01
ME 18	Ses Salines (sud)	72,03	25,32	37,55	77,99	0,27	0,22	27,09

Els resultats de les anàlisis de la concentració de metalls en el sediment es presenten a la taula 1.6.

Les concentracions de zenc varien entre 2 i 73 $\mu\text{g g}^{-1}$ amb un valor promig de 10 $\mu\text{g g}^{-1}$. Els valors més elevats s'han enregistrat a Menorca a les estacions de dins de la Badia de Fornells (ME17 i ME18) i, en menor grau, a la badia de Maó a les estacions ME15 i ME16. Aquestes estacions, tot i presentar els valors més elevats de zenc, en cap cas superen el rang de valors que podrien provocar efectes nocius ($\text{ERL} > 150 \mu\text{g g}^{-1}$; Long et al., 1998). Els valors més baixos d'entre 2 i 3,5 $\mu\text{g g}^{-1}$ s'han enregistrat a Mallorca (Cova des Coloms MA24, Cala Llombards MA25, Cala Petita MA28, Canyamell MA29), a Menorca (S'Aigua Dolça ME1, Arenal de Son Saura ME2) i a les estacions de l'illa de Formentera.

Els continguts en coure varien entre 0 i 31 $\mu\text{g g}^{-1}$ amb un valor mitjà de 2,8 $\mu\text{g g}^{-1}$. Els valors més alts s'han trobat a Menorca, a la Badia de Fornells (ME17 i ME18) i al port de Maó (ME15 i ME16). En aquestes estacions, tot i tenir els valors més elevats, no superen el rang d'ERL de Long et al. (1998) ($\text{ERL} > 34 \mu\text{g g}^{-1}$). La resta d'estacions mantenen uns valors baixos.

Les concentracions de plom varien entre 1,7 $\mu\text{g g}^{-1}$ i 77 $\mu\text{g g}^{-1}$ amb un valor promig de 7,7 $\mu\text{g g}^{-1}$. Les estacions que superen el rang de valors d'ERL (47 $\mu\text{g g}^{-1}$) estan situades a Eivissa, a l'estació de Ses Roquetes (IB14) amb el valor màxim de 77 $\mu\text{g g}^{-1}$ i a Menorca, a l'estació ME15 del port de Maó amb 53,5 $\mu\text{g g}^{-1}$. En cap cas, però, sobrepassen el rang ERM (218 $\mu\text{g g}^{-1}$). Altres estacions amb valors més alts que la mitjana es troben a Menorca a l'estació del port de Maó (ME16) i les estacions de la badia de Fornells (ME17 i ME18); i en menor grau, a l'estació Cala Sant Esteve (ME6) i al port

de Fornells (ME12). A Mallorca, l'estació MA3 de Cala Galdana també destaca amb valors de $12 \mu\text{g g}^{-1}$. La resta d'estacions mantenen uns valors menors d'entre $1,7$ i $10 \mu\text{g g}^{-1}$, essent la Punta de Sa Palmera a Formentera (FO17), el Racó de Sa Pujada a Eivissa (FO18) i el Coll Baix, a la Badia d'Alcúdia a Mallorca (MA35) on es troben els valors més baixos.

Les concentracions de vanadi estan compreses entre 1 i $83 \mu\text{g g}^{-1}$ amb un valor promig de $9,7 \mu\text{g g}^{-1}$. Els valors més elevats corresponen a les estacions de Menorca, dins la Badia de Fornells (ME17 i ME18) i al port de Maó (ME15 i ME16) i també a Mallorca a Sa Taleca (MA2). Els valors més baixos s'han enregistrat a Menorca a l'Illa de l'Aire (ME4), a l'Arenal de Son Saura (ME2) i a Mallorca a la Platja de Muro (MA33). No es coneixen les concentracions que poden provocar efectes adversos.

Les concentracions de cadmi varien entre $0,03 \mu\text{g g}^{-1}$ i $0,52 \mu\text{g g}^{-1}$ amb un valor promig de $0,12 \mu\text{g g}^{-1}$. Els valors més elevats de cadmi es van registrar a Mallorca, a les estacions de Sa Fossa a la badia de Palma (MA18), Cap Roig (MA19), Conillera (MA21) i a Cala Mondragó (MA26). A Menorca a les estacions a la Badia de Fornells (ME17 i ME18), Cala Sant Esteve (ME6), Cala es Clor (ME8) i a Castell de Sant Felip (ME5); i a Eivissa, Cala de Sant Vicent (IB11) i a Ses Roquetes (IB14). En cap dels indrets es supera el rang ERL ($1,2 \mu\text{g g}^{-1}$). Els continguts més baixos de cadmi es van registrar a Menorca, a les estacions de Cala Pilar (ME14), Es Grau (ME9), i també a la Platja de Muro de Mallorca (MA33).

Els valors de la concentració de mercuri varien entre els valors més baixos del límit de detecció de l'aparell utilitzat per a l'anàlisi ($<0,015 \mu\text{g g}^{-1}$), i $0,22 \mu\text{g g}^{-1}$ amb un promig de $0,04 \mu\text{g g}^{-1}$. Quatre estacions tenen un valor de mercuri superior al valor ERL ($0,15 \mu\text{g g}^{-1}$) aquestes són les estacions de Menorca de la badia de Fornells (ME17 i ME18) i de l'interior del Port de Maó (ME15); i a Eivissa, l'estació de Ses Roquetes (IB14). Cal destacar també al port de Maó, l'estació del Canal Illa del Llatzeret, amb una concentració elevada de $0,11 \mu\text{g g}^{-1}$. En cap de les estacions s'enregistren concentracions superiors al valor ERM ($0,71 \mu\text{g g}^{-1}$). Els valors més baixos es van detectar sobretot a la zona oest de Mallorca, a l'estació de Cala Figuera (MA1), Sa Taleca (MA2), Platja Sóller (MA3), Cap Gros (MA4) i Cala Deià (MA5); a Eivissa, al Port de Sant Miquel (IB9), Cala de Sant Vicent (IB11), Cala Roja (IB15); i a Punta Prima (FO19) a Formentera.

Les concentracions d'alumini varien entre $0,2$ i 30 mg g^{-1} amb un valor promig de $2,8 \text{ mg g}^{-1}$. Els valors més elevats corresponen a les estacions de Menorca de la badia de Fornells (ME17 i ME18), en menor grau a la sortida del port de Maó (ME15 i ME16), a Mallorca a les estacions de Sa Taleca (MA2) i Platja Sóller (MA3), i a l'estació d'Es Grau a Menorca (MA9). Els valors més baixos

s'han enregistrat a les estacions de Mallorca a Cap Roig (MA19) i Cotimplà (MA20), a Menorca a l'Illa de l'Aire (ME4) i l'Arenal de Son Saura (ME2) i, finalment, a Punta de Sa Palmera a Formentera (FO17). Donat que no es descriuen efectes tòxics per a l'alumini no es tenen valors d'ERL i ERM.

Per tal de veure una possible relació entre els metalls s'ha realitzat una anàlisi de correlació Pearson. Els resultats d'aplicar aquesta correlació es presenten a la taula 1.7.

Taula 1.7. Correlacions de Pearson (R) entre la concentració de metalls al sediment (*p<0,05; **p<0,01).

Variable	Variable	Correlació	Significància
Zn	Cu	0,948	**
Zn	Pb	0,725	**
Zn	V	0,949	**
Zn	Cd	0,316	**
Zn	Hg	0,800	**
Zn	Al	0,962	**
Cu	Pb	0,685	**
Cu	V	0,884	**
Cu	Cd	0,262	*
Cu	Hg	0,795	**
Cu	Al	0,916	**
Pb	V	0,599	**
Pb	Cd	0,323	**
Pb	Hg	0,828	**
Pb	Al	0,611	**
V	Cd	0,256	*
V	Hg	0,679	**
V	Al	0,976	**
Cd	Hg	0,269	*
Cd	Al	0,288	*
Hg	Al	0,726	**

Aquests resultats indiquen que el zenc, coure, plom, vanadi, mercuri i alumini estan fortament correlacionats entre ells, amb coeficients de correlació majors de 0,611. En canvi el coeficient de correlació entre el cadmi i la resta de metalls és molt més baix ($r < 0,323$).

Per veure la distribució en l'espai factorial de les estacions en funció de les seves característiques físico-químiques s'ha realitzat una anàlisi MDS (non-linear multidimensional scaling) per als factors més representatius (Figura 1.5). Tal com està descrit a la bibliografia la mida de gra és inversament proporcional al percentatge de fins al sediment; per tant, només es representa aquesta última variable. De la mateixa manera, només es mostra el zenc com a representat del conjunt de metalls analitzats ja que com s'ha vist, tots presenten un elevat coeficient de correlació, a excepció del cadmi que es considera a part. Es representen, a més, el plom i el mercuri perquè en determinades estacions la seva concentració ha sobrepassat els valors d'ERL. La importància relativa de cada variable està representada per un cercle de diàmetre proporcional al valor de la variable considerada.

S'observa que les estacions es disposen en dues zones ben diferenciades del gràfic en funció de les variables físico-químiques; a la part esquerra es situen aquells indrets on s'ha detectat una major proporció de fins, una elevada acumulació de matèria orgànica i també una càrrega de metalls important, excepte pel cas del cadmi (ME15 i ME16 a l'interior de la badia de Maó, ME17 i ME18 a l'interior de la badia de Fornells, i IB14 a Ses Roquetes). Cal destacar l'estació MA8 (Cala en Cranc) que tot i presentar un elevat percentatge de fins en sediment, no s'observa una alta concentració de matèria orgànica ni de metalls pesants. Per altra banda, IB14 (Ses Roquetes) té elevades concentracions de metalls (sobretot plom i mercuri), en canvi, el percentatge de fins és molt baix. En l'ordenació de les estacions als MDS's, veiem que el comportament del cadmi segueix un patró diferenciat que no es correspon amb la resta de metalls representats (Hg, Zn, Pb).

La mesura de *stress* d'aquestes anàlisis és de 0,06. Segons la bibliografia, el resultat és significatiu per a valors de *stress* menors de 0,20, i es considera que valors de *stress* menors a 0,1 indiquen que l'ordenació bidimensional obtinguda és una bona mostra de la distribució multidimensional de les estacions a l'espai factorial. Per tant, podem dir que amb les variables físico-químiques s'obté una separació més o menys clara de les estacions en funció de la proporció de fins, de la matèria orgànica acumulada i també, en funció de la càrrega de metalls.

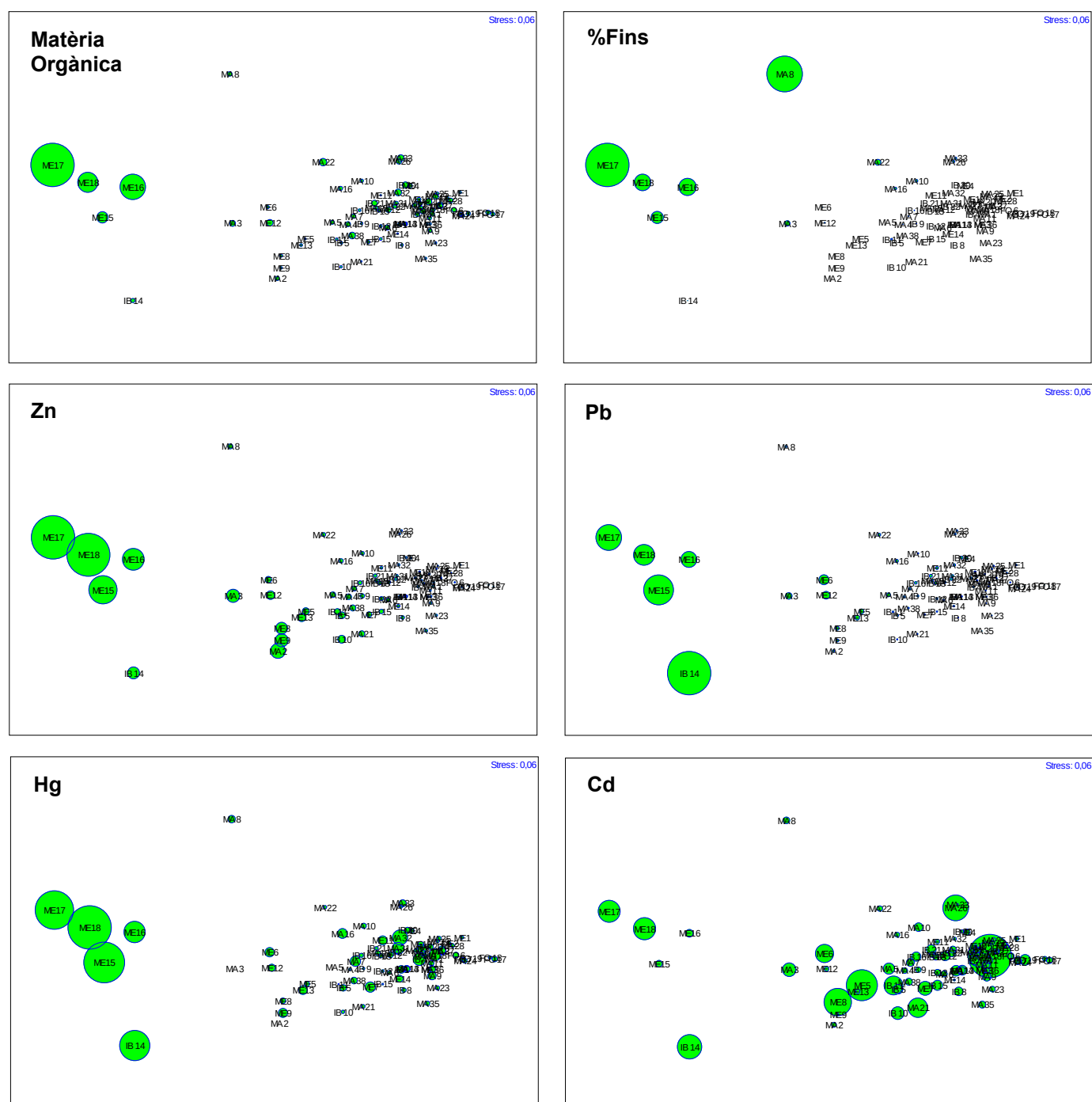


Figura 1.5. Representació de la distribució de les 76 estacions del litoral Balear en l'espai definit per la MDS segons els valors de les variables físico-químiques estudiades (matèria orgànica, percentatge de fins, Zn, Pb, Hg, Cd). La mida del cercle representa la importància de la variable assenyalada en el gràfic corresponent.

2. Resultats de l'estudi de la qualitat ambiental de la zona infralitoral

2.1 Dades d'abundància

Els grups d'organismes més abundants que s'han trobat a les mostres de fons tous han estat el poliquets amb 10967 individus repartits en 210 tàxons. Altres grups també importants han estat els mol·luscs i els crustacis, amb prop de 8000 individus (Taula 1.8).

Taula 1.8. Nombre de tàxons i d'individus per als grups de macroinvertebrats més importants i per a la totalitat dels tàxons identificats a les costes Balears.

Grup	Nºtàxons	Nº individus
Poliquets	210	10967
Mol.luscs	88	8150
Crustacis	163	7724
Altres	28	3513
Total	489	30354

A continuació es presenten els resultats de totes les anàlisis d'ordenació fetes a partir de la matriu de distàncies calculada amb els valors d'abundància faunística per cada estació.

A la figura 1.6 es presenten els resultats d'aplicar una DCA a les rèpliques de les mostres de cadascuna de les 76 estacions mostrejades al litoral balear. S'ha representat el pla definit pels eixos I i II, que expliquen el 4,7% i el 3,9% de la variància total, respectivament. S'han pintat en colors les estacions de les diferents illes, d'aquesta manera podem veure que no hi ha una tendència a l'agrupació de les estacions per illes.

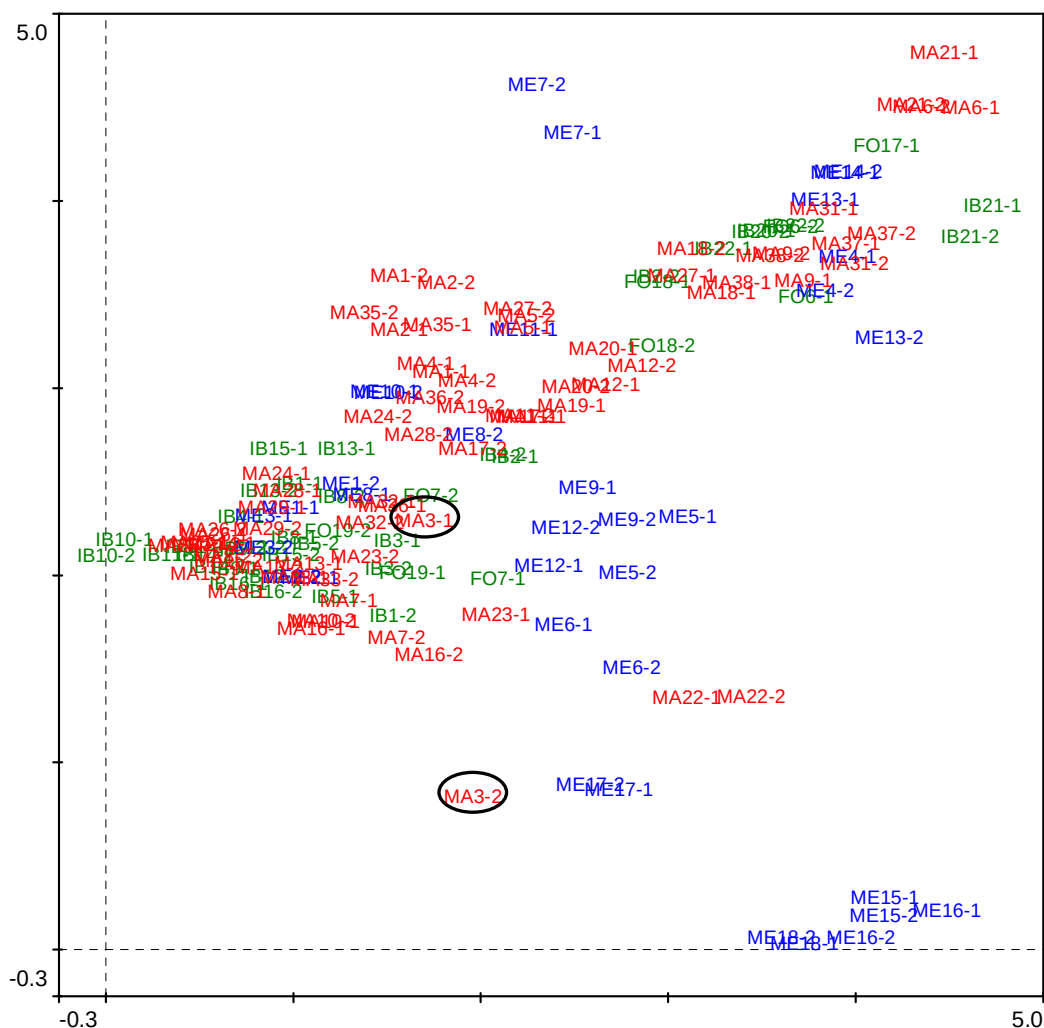


Figura 1.6. Representació de les rèpliques de les mostres en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA). Quantificació per a l'abundància. Els diferents colors representen les diferents illes: en vermell, Mallorca, en blau, Menorca i en verd, Eivissa-Formentera. El significat dels cercles s'explica al text.

Per altra banda observem que per a la majoria d'estacions les rèpliques es situen properes en l'espai factorial; això significa que la distribució anomenada “a taques” (distribució per contagi de les espècies en el medi) que determina que hi hagi diferències significatives entre les rèpliques d'una mateixa estació, no ha estat observada en la majoria dels casos. Tot i així, les rèpliques de l'estació MA3 (Platja Sóller) queden lleugerament separades a l'espai factorial (veure figura 1.6). Aquesta separació pot ser deguda a la diferent granulometria (MA3-1 són sorres fines i MA3-2 són sorres molt fines) i també a la diferent composició faunística. Tot i que ambdues rèpliques tenen entre un 8-20% de l'abundància de *Paradoneis armata* i un 20-14% de l'abundància de *Loripes lacteus*, també tenen espècies que no comparteixen, com *Spio decoratus* (22% de l'abundància) a l'estació MA3-1 i *Gammarella fucicola* i *Gammarus cf. insensibilis* (28% i 17% de l'abundància total, respectivament). Com que les rèpliques de la majoria d'estacions es situen properes s'ha decidit treballar amb les

mitjanes dels valors de cadascuna de les estacions i no amb les rèpliques per tal de simplificar els gràfics i la interpretació dels resultats.

A continuació s'ha realitzat una DCA amb les dades mitjanes de cadascuna de les 76 estacions. En l'ordenació, l'eix primer explica un 7,5% de la variància total mentre que el segon explica un 5,3%. La distribució en el pla factorial de les estacions, és molt similar a la que s'obtenia quan es treballava amb el conjunt de les rèpliques (Figura 1.7). Es representa l'ordenació de les estacions considerant el conjunt d'espècies i eliminant totes aquelles que apareixen en menys d'un 2% de les mostres per considerar que són espècies poc representatives de la comunitat. Es troben, però, espècies que tot i ser poc abundants, presenten un percentatge relatiu de l'abundància a determinades estacions molt elevat, i per tant, s'han inclòs de nou en l'anàlisi ja que caracteritzen la comunitat de les estacions on es troben. Aquestes espècies són: *Fabriziolla tonerella*, *Melita bulla*, *Polydora caeca*, *Marphysa* sp., *Gammarus* cf. *insensibilis*, *Syllis gerlachi*.

En aquesta anàlisi es poden veure dos grups d'estacions al llarg de l'eix I, a l'esquerra un grup format per aquelles estacions de sorres fines i a la dreta un altre grup format per estacions de sorres gruixudes. Per altra banda, cal assenyalar la presència de grups aïllats al llarg de l'eix II; es separa per una banda les estacions ME6, ME17, MA22, ME15, ME16, ME18, MA6, MA21 de les estacions ME7 i FO17, amb un grup intermig d'estacions caracteritzats per ser estacions de sorres gruixudes.

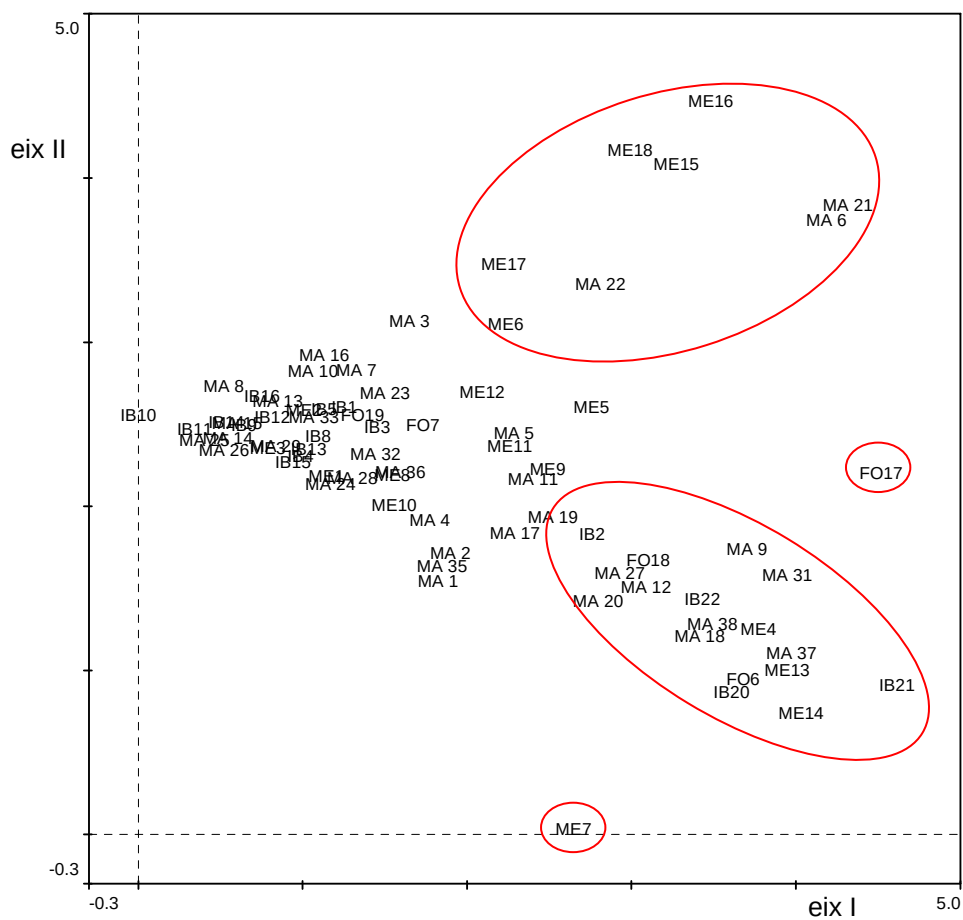
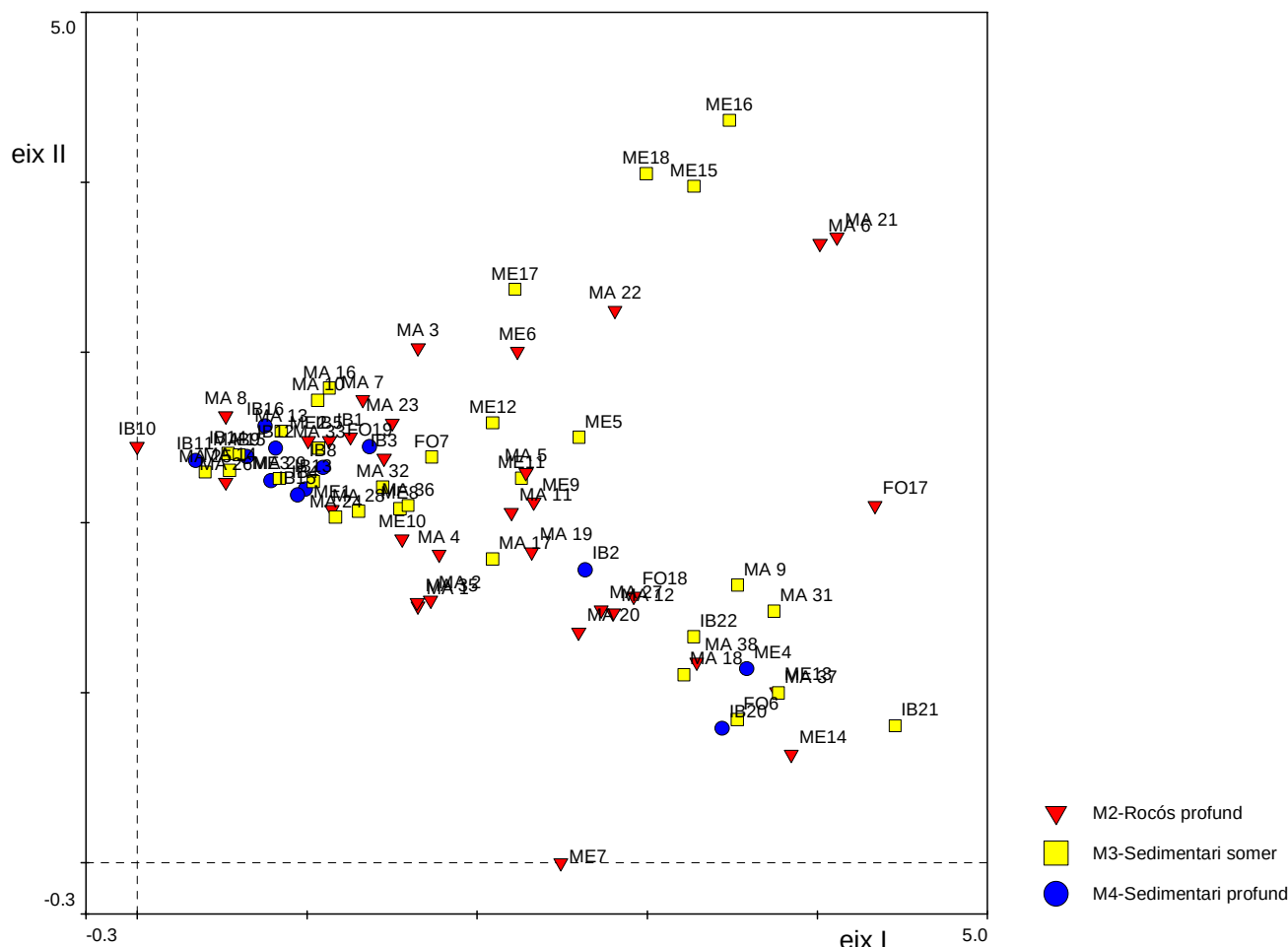


Figura 1.7. Representació del promig de les rèpliques en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA). Quantificació per a l'abundància, eliminant les espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres i afegint: *Fabriciolla tonerella*, *Melita bulla*, *Polydora caeca*, *Marphysa* sp., *Gammarus* cf. *insensibilis* i *Syllis gerlachi*.



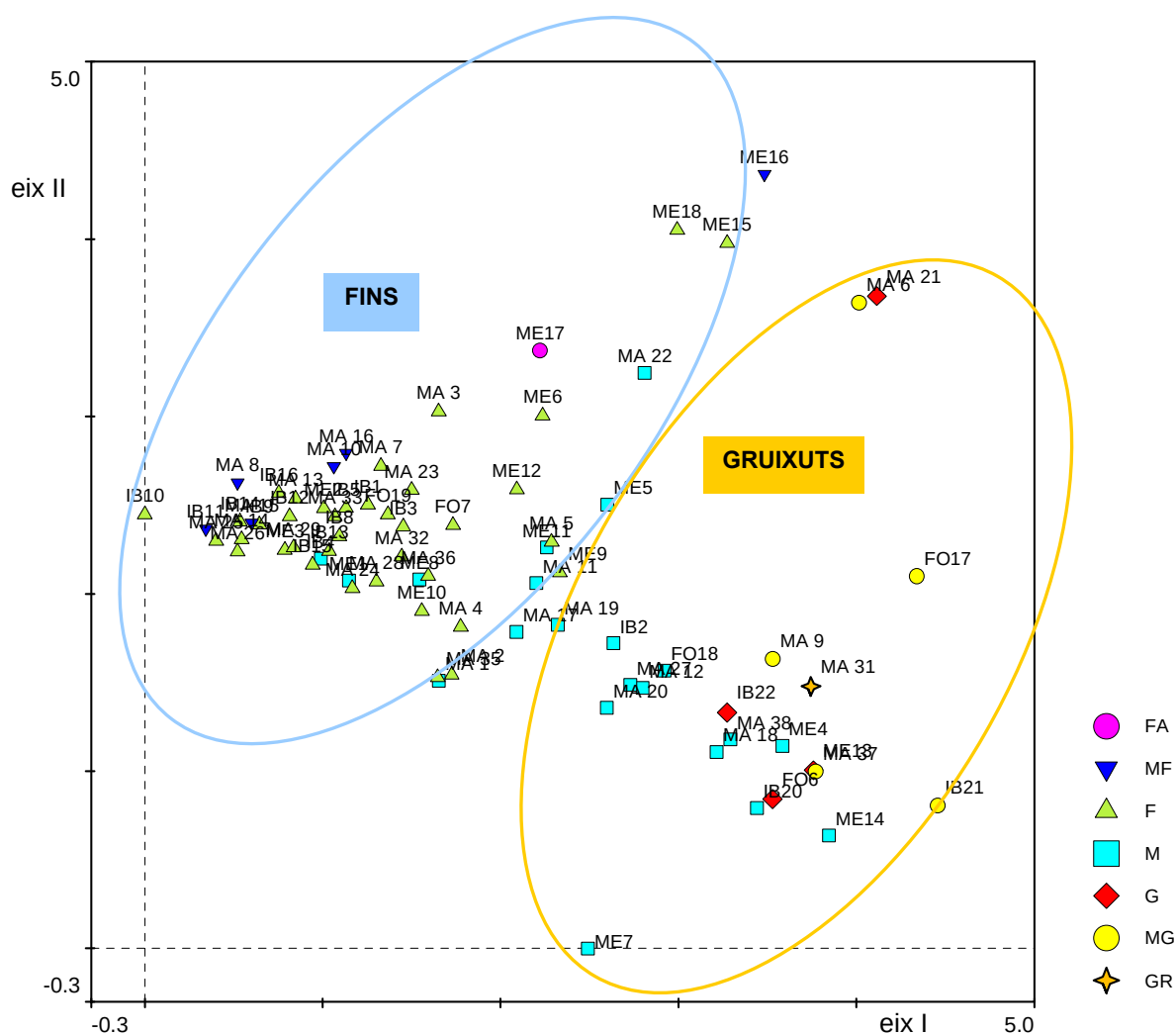


Figura 1.9. Representació de l'ordenació de les mostres en l'espai definit pels dos primers eixos principals després d'aplicar un DCA amb les espècies quantificades per la seva abundància mitjana (eliminant les espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres i afegint: *Fabriciolla tonerella*, *Melita bulla*, *Polydora caeca*, *Marphysa* sp., *Gammarus* cf. *insensibilis* i *Syllis gerlachi*) i les característiques granulomètriques de cadascuna de les estacions. FA: fangs; MF: sorres molt fines; F: sorres fines; M: sorres mitjanes; G: sorres gruixudes; MG: sorres molt gruixudes; GR: graves.

A la figura 1.9 que caracteritza les estacions vers la granulometria del sediment, es poden observar dues zones ben diferenciades, a la part esquerra aquelles estacions amb sediments fins (que inclouen fangs, sorres molt fines i fines), i a la part dreta aquelles estacions amb sediments gruixuts (que inclouen sorres mitjanes, gruixudes, molt gruixudes i graves). Veiem que hi ha un grup d'estacions que queden separades pels dos cercles; aquestes són estacions amb valors de gra mig en el límit entre sorres gruixudes i fines (MA1, MA11, MA17, ME1, ME5, ME8, IB4). L'estació MA22 es situa més propera al grup de sorres fines perquè presenta un percentatge de fins molt elevat (8% aproximadament) per a ser considerada de sorres mitjanes.

Podem concloure que el tamany de gra és un factor molt important en l'ordenació de les estacions a l'espai factorial, ja que condiciona als organismes que hi poden viure. Per tal de minimitzar

l'efecte de la granulometria sobre les comunitats de fons tous s'ha repetit l'anàlisi d'ordenació separant les estacions segons el tamany de gra mig. S'analitzen en primer lloc les estacions de sorres gruixudes i després s'analitzen les estacions de sorres fines.

A la figura 1.10 es mostra l'ordenació de les estacions en aplicar una DCA a les dades d'abundància mitjana del grup de 31 estacions de sorres gruixudes (incloent sorres mitjanes, gruixudes, molt gruixudes i graves) eliminant totes aquelles espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres. Igual que s'ha fet anteriorment s'inclouen aquelles espècies que tot i ser poc abundants, presenten un percentatge relatiu de l'abundància a determinades estacions molt elevat, i caracteritzen la comunitat de les estacions on es troben. Aquestes espècies són: *Melita bulla*, *Spiophanex bombyx* i *Mediomastus fragilis*. Els dos primers eixos absorbeixen un 10,5% i un 7% de la variància total, respectivament.

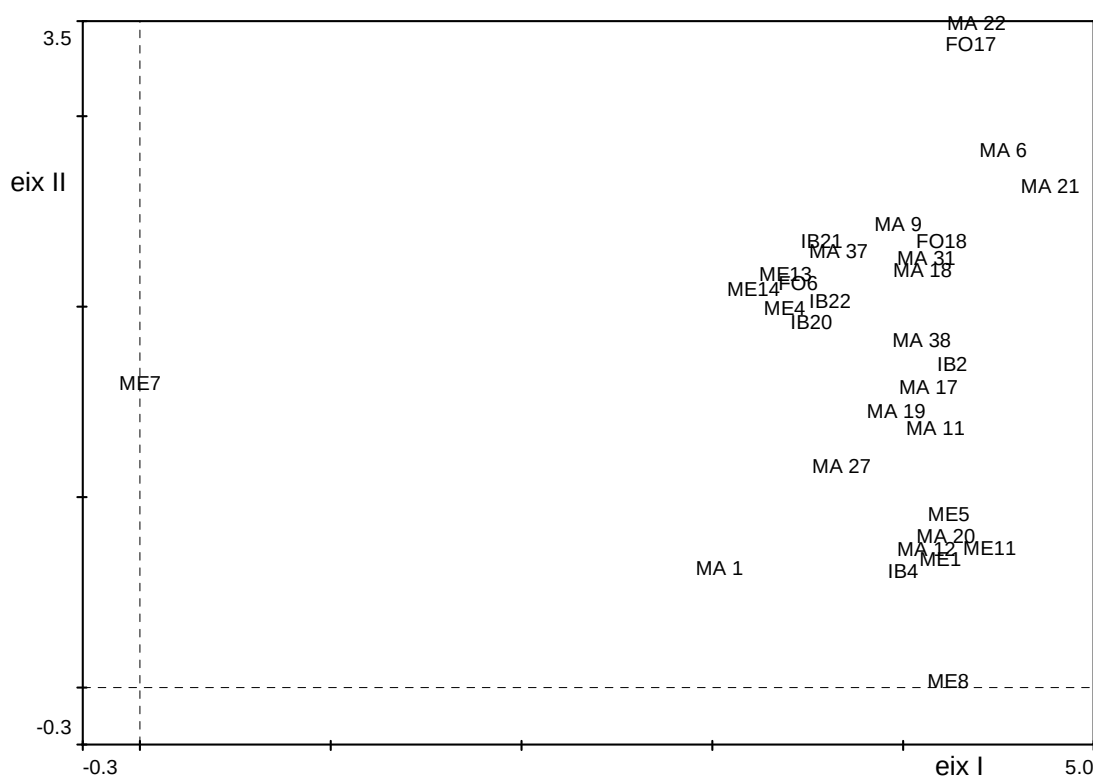


Figura 1.10. Representació de l'ordenació de les mostres de sorres gruixudes (mitjanes, gruixudes, molt gruixudes i graves) utilitzant l'abundància mitjana com a descriptor en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA) (eliminant les espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres i afegint: *Melita bulla*, *Spiophanex bombyx* i *Mediomastus fragilis*).

Amb aquesta representació s'observa una distribució en la que l'eix I discrimina l'estació ME7 de la resta, la qual cosa pot ser explicada perquè és l'única estació que presenta l'espècie *Mediomastus fragilis*, amb una abundància elevada (21% de l'abundància total de l'estació). Aquesta

anàlisi, però, no ens permet discernir un gradient clar de pertorbació entre el gruix d'estacions. És per això que s'ha repetit la DCA, però en aquest cas eliminant l'estació extrema (ME7), que per la seva diferent composició faunística pot emascarar el possible gradient de la resta d'estacions (figura 1.11).

Tot i que *Mediomastus fragilis* és una espècie tolerant, i donat, que la proporció d'espècies sensibles és molt més elevada (79% de l'abundància), podem dir que l'estació ME7 hauria de ser considerada com una estació no alterada.

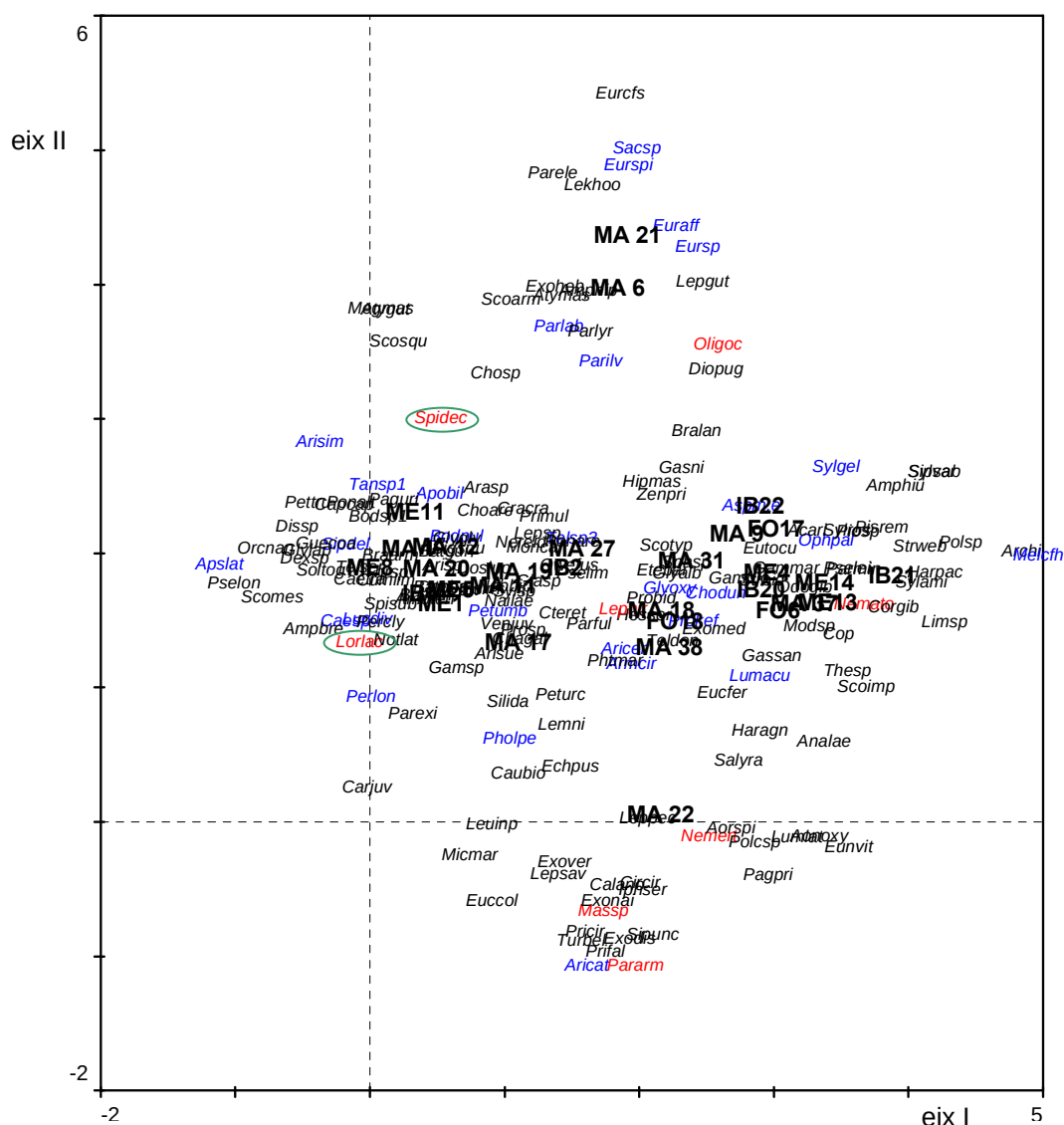


Figura 1.11. Representació de l'ordenació de les espècies i les mostres de sorres gruixudes (mitjanes, gruixudes, molt gruixudes i graves) en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA) utilitzant l'abundància mitjana com a descriptor (eliminant les espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres i afegint: *Melita bulla*, *Spiophanex bombyx* i *Mediomastus fragilis*). Excloent l'estació ME7. Es presenten amb color el codi de les espècies més abundants: en blau, les espècies associades a fons nets, i en vermell les espècies de fons alterats. Els codis es componen de les tres primeres lletres del gènere seguides de les tres primeres lletres de l'espècie (exemple: Capcap, *Capitella capitata*). La correspondència entre els codis i les espècies s'especifica a la taula 1.9. Les espècies encerclades representen espècies presents en poques estacions però amb abundàncies elevades.

Taula 1.9. Correspondència entre els codis i les espècies acolorides de les estacions de sorres gruixudes, per a la interpretació de la figura 1.11. Els codis es componen de les tres primeres lletres del gènere seguides de les tres primeres lletres de l'espècie (exemple: Capcap, *Capitella capitata*).

Codis	Espècies	Codis	Espècies
Apobil	<i>Aponuphis bilineata</i>	Nemato	NEMATODA
Apstat	<i>Apseudes latreillei</i>	Nemert	NEMERTEA
Aricat	<i>Aricidea catherinae</i>	Oligoc	OLIGOCHAETA
Aricer	<i>Aricidea cerruti</i>	Ophpal	<i>Ophiodroma pallidus</i>
Arisim	<i>Aricidea simonae</i>	Pararm	<i>Paradoneis armata</i>
Armcir	<i>Armandia cirrhosa</i>	Parilv	<i>Paradoneis ilvana</i>
Bodpul	<i>Bodotria pulchella</i>	Parlab	<i>Parapionosyllis labronica</i>
Caesp	<i>Caecum</i> sp.	Perlon	<i>Perioculodes longimanus</i>
Chodun	<i>Chone duneri</i>	Pholpe	<i>Photis longipes</i>
Euraff	<i>Eurydice affinis</i>	Prokef	<i>Protodorvillea kefersteini</i>
Eursp	<i>Eurydice</i> sp.	Petumb	<i>Retusa umbilicata</i>
Eurspi	<i>Eurydice spinigera</i>	Sacsp	<i>Saccocirrus</i> sp.
Glyoxy	<i>Glycera oxycephala</i>	Sipdel	<i>Siphonocetes dellavallei</i>
Lephir	<i>Leptocheirus pectinatus</i>	Spidec	<i>Spio decoratus</i>
Lorlac	<i>Loripes lacteus</i>	Spibom	<i>Spiophanes bombyx</i>
Lucdiv	<i>Lucinella divaricata</i>	Sylgel	<i>Syllis gerlachi</i>
Lumacu	<i>Lumbrinerides acuta</i>	Tansp1	<i>Tanaisidae</i> sp1.
Massp	<i>Mastobranchus</i> sp.	Telsp3	<i>Tellina</i> sp3
Medfra	<i>Mediomastus fragilis</i>		

En aquesta representació l'eix I explica un 10,5% de la variància total, i el segon un 7%. S'han acolorit aquelles espècies més importants (les que assoleixen el 80% de l'abundància total), en blau les espècies indicadores de bona qualitat i en vermell de dolenta. Podem dir que la majoria de les espècies que formen aquestes comunitats són espècies d'indrets nets (75,6%), front 24,3% d'espècies d'indrets alterats.

L'estació MA22 (Port de Cabrera) queda aïllada al marge inferior de l'eix II. Aquesta estació destaca perquè tot i presentar un sediment de tipus mitjà, presenta un percentatge de fins del 8,19% i un 2,67% de matèria orgànica, percentatges més alts fins i tot que les estacions pròpies de sorres fines. Atenent a la composició faunística podem veure que aquesta estació conté un elevat nombre d'espècies tolerants i/o oportunistes típiques d'indrets alterats, caracteritzats per un cert contingut de matèria orgànica en el sediment. La majoria d'espècies que formen la comunitat d'aquesta estació són espècies detritívores (*Nemertea*, *Paradoneis armata*, *Aricidea catherinae*, *Mastobranchus* sp., *Turbellaria*, *Cirratulus cirratus*,...).

Les estacions MA 6 i MA 21 resten al marge superior de l'eix II, separades de la resta pel fet que presenten una major abundància, respecte a la resta d'estacions, d'isòpodes del gènere *Eurydice* i *Lekanesphaera*, i Arqueanèlids del gènere *Saccocirrus*.

La resta d'estacions queden distribuïdes al llarg de eix I. Si ens fixem en la distribució de les espècies tolerants, a la figura 1.11, a excepció de *Loripes lacteus* a les estacions IB4, ME1, MA19 i MA20 i de *Spio decoratus* a l'estació MA19 (marcades amb un cercle verd) s'observa que la majoria d'espècies associades a indrets més alterats resten a la part dreta de la gràfica. Les estacions de l'extrem dret estan caracteritzades pel grup de Nematodes indicadors d'indrets amb cert grau de pertorbació; la zona intermitja està formada per espècies com *Protodorvillea kefersteini* i *Ophiodroma pallidus*, majoritàriament, espècies sensibles a la contaminació; igualment sensibles són les espècies situades a l'extrem esquerra, on *Siphonoecetes dellavallei* és l'espècie dominant.

Segons aquests resultats, l'eix I es relaciona amb el grau de pertorbació de les estacions. La major part de les espècies que trobem en les sorres gruixudes són carnívores o suspensívores (filtradores) que s'associen a sediments amb un alt grau d'hidrodinamisme (poques partícules fines al sediment) i per tant, poca matèria orgànica. En general, les sorres gruixudes haurien d'estar relacionades amb zones netes amb alt hidrodinamisme (poca sedimentació), de tal forma que si arriba matèria orgànica en suspensió a la zona costanera o bé, hi ha una alta concentració de nutrients que permet una alta producció, difícilment aquesta matèria sedimentaria a causa del moviment de les aigües. En qualsevol cas les sorres gruixudes no han estat considerades per cap país membre en l'estudi de la qualitat ambiental del litoral al considerar que degut a l'elevat hidrodinamisme no poden reflectir les condicions de les aigües que les banyen.

De fet, malgrat tot, es pot intuir una certa discriminació al mateix eix entre estacions de sorres mitjanes i de sorres gruixudes a la figura 1.12. Per una banda, a l'esquerra de l'eix es situen les estacions de sorres mitjanes i a la dreta el de sorres gruixudes, molt gruixudes i graves. És a dir, sembla que les estacions s'agrupen més per l'afinitat del sediment que pel grau de qualitat ambiental o de pertorbació de cada indret.

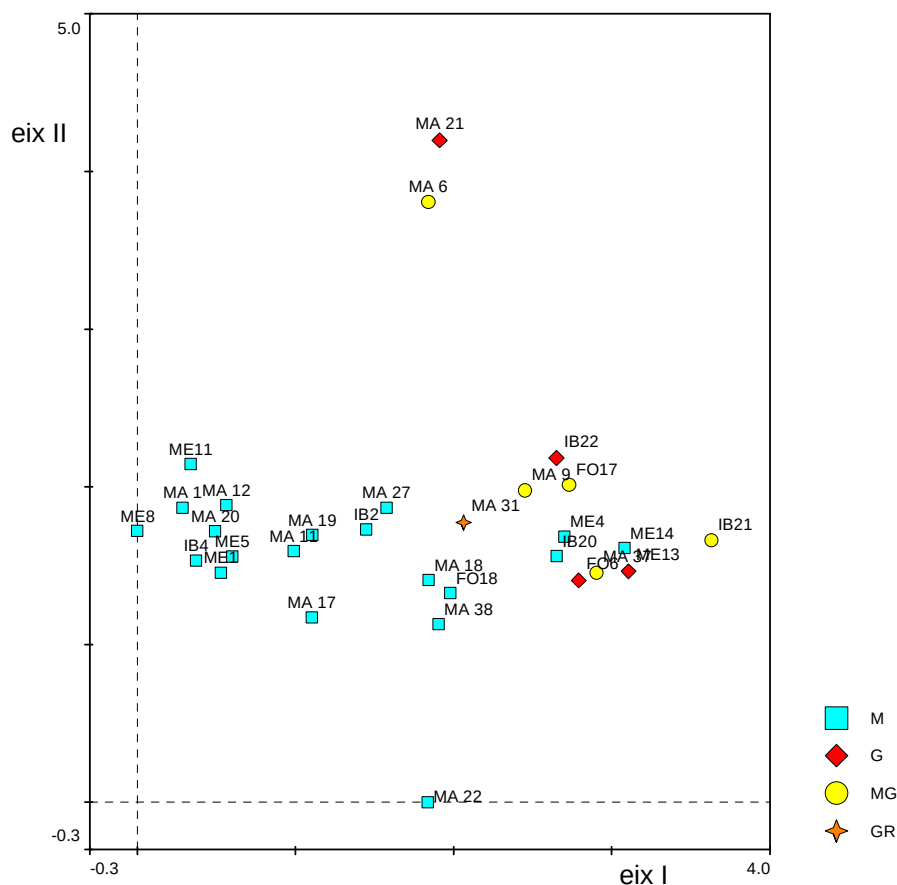


Figura 1.12. Representació de l'ordenació de les mostres de sorres gruixudes (mitjanes, gruixudes, molt gruixudes i graves) en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA) utilitzant l'abundància mitjana de les espècies com a descriptor i indicant les estacions segons el tamany de gra del sediment (eliminant les espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres i afegint: *Melita bulla*, *Spiophanex bombyx* i *Mediomastus fragilis*). Excloent l'estació ME7. M: sorres mitjanes; G: sorres gruixudes; MG: sorres molt gruixudes; GR: graves.

A la figura 1.13 es mostra la DCA de les abundàncies mitjanes de cadascuna de les 45 estacions de sorres fines (incloent fangs, sorres molt fines i fines) eliminant totes aquelles espècies que apareixen en menys d'un 2%. Igual que s'ha fet anteriorment s'inclouen aquelles espècies que tot i ser poc abundants, caracteritzen la comunitat de les estacions on es troben. Aquestes espècies són: *Fabriziolla tonerella*, *Parapionosyllis minuta*, *Gammarella fuccicola* i *Gammarus cf. insensibilis*. En l'ordenació, l'eix primer explica un 11,5% de la variància total mentre que el segon n'explica un 6,5%. A la figura 1.13 s'han pintat amb diferents colors les estacions de les diferents illes: Mallorca en vermell, Menorca en blau i Eivissa-Formentera en verd.

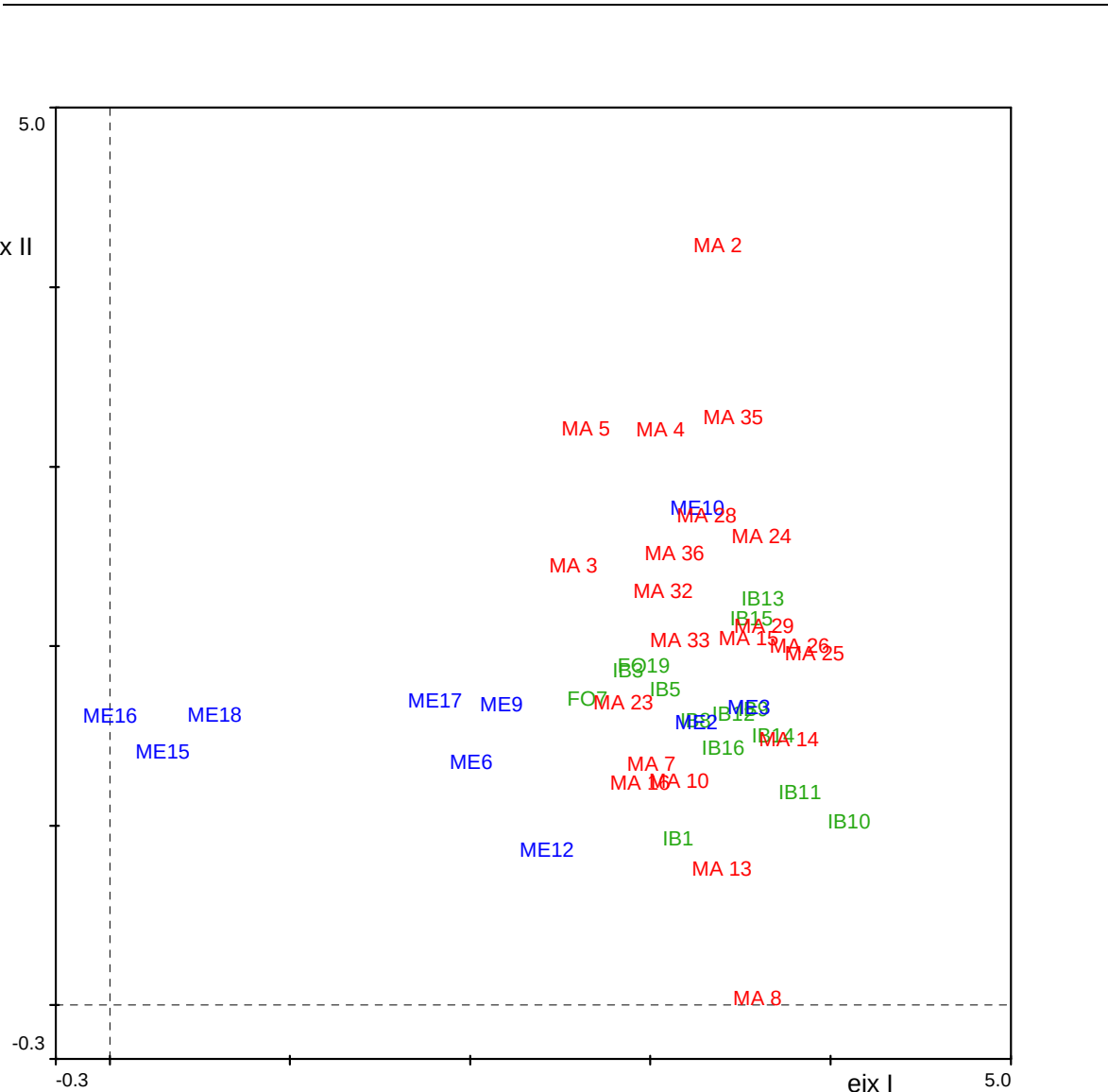
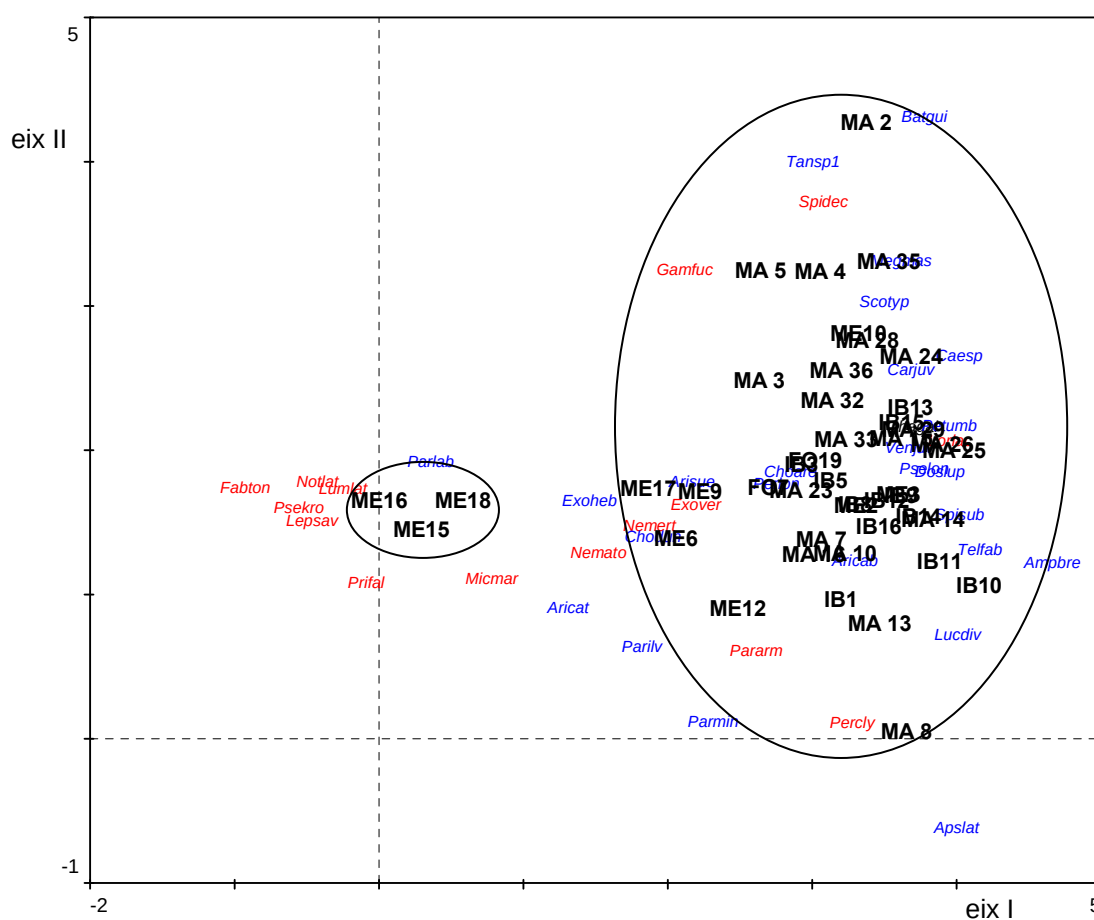


Figura 1.13. Representació de l'ordenació de les mostres de sorres fines (fangs, molt fines i fines) en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA) utilitzant l'abundància mitjana com a descriptor (eliminant les espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres i afegint: *Fabriciolla tonerella*, *Parapionosyllis minuta*, *Gammarella fuccicola* i *Gammarus* cf. *insensibilis*). Es presenten les estacions en diferents colors segons l'illa a la que pertanyin: Mallorca en vermell, Menorca en blau i Eivissa-Formentera en verd.

Amb aquesta representació podem veure com les estacions de Menorca es distribueixen al llarg de l'eix I, mentre que, les estacions de Mallorca es situen sobre l'eix II. Les estacions d'Eivissa-Formentera queden distribuïdes indiscriminadament en l'ordenació. L'eix I discrimina les estacions ME15, ME16 (Interior Port de Maó) i ME18 (Fornells, Ses Salines) situades a l'esquerra del gràfic, de la resta. Com aquestes estacions pertanyen a zones de badies, que són indrets tancats i confinats on s'acumula matèria orgànica i metalls pesats en el sediment, es pot dir que l'eix I discrimina per grau de confinament de les estacions.



Taula 1.10. Correspondència entre els codis i les espècies acolorides de les estacions de sorres fines, per a la interpretació de la figura 1.14. Els codis es componen de les tres primeres lletres del gènere seguides de les tres primeres lletres de l'espècie (exemple: Capcap, *Capitella capitata*).

Codis	Espècies	Codis	Espècies
Ampbre	<i>Ampelisca brevicornis</i>	Megmas	<i>Megaluropus massiliensis</i>
Apslat	<i>Apseudes latreillei</i>	Micmar	<i>Micronephthys maryae</i>
Aricab	<i>Aricidea capensis bansei</i>	Nemato	NEMATODA
Aricat	<i>Aricidea catherinae</i>	Nemert	NEMERTEA
Arisue	<i>Aricidea suecica</i>	Notlat	<i>Notomastus latericeus</i>
Batgui	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	Pararm	<i>Paradoneis armata</i>
Batpha	<i>Bathyporeia phaiophthalma</i>	Parilv	<i>Paradoneis ilvana</i>
Caesp	<i>Caecum</i> sp.	Parlab	<i>Parapionosyllis labronica</i>
Carjuv	<i>Cardium</i> juvenil	Parmin	<i>Parapionosyllis minuta</i>
Chagal	<i>Chamelea gallina</i>	Percly	<i>Peresiella clymenoides</i>
Choare	<i>Chone arenicola</i>	Perlon	<i>Perioculodes longimanus</i>
Chodun	<i>Chone duneri</i>	Prifal	<i>Prionospio fallax</i>
Doslup	<i>Dosinia lupinus</i>	Pselon	<i>Pseudocuma longicornis</i>
Exoheb	<i>Exogone hebes</i>	Psekro	<i>Pseudolirius kroyerii</i>
Exover	<i>Exogone verugera</i>	Petumb	<i>Retusa umbilicata</i>
Fabton	<i>Fabriciola tonerella</i>	Scotyp	<i>Scolaricia typica</i>
Gamfuc	<i>Gammarella fucicola</i>	Spidec	<i>Spio decoratus</i>
Lepsav	<i>Leptochelia savignyi</i>	Spisub	<i>Spisula subtruncata</i>
Lorlac	<i>Loripes lacteus</i>	Tansp1	<i>Tanaisidae</i> sp1.
Lucdiv	<i>Lucinella divaricata</i>	Telfab	<i>Tellina fabula</i>
Lumlat	<i>Lumbrineris latreilli</i>	Venjuv	Veneridae juvenils

Tanmateix, aquesta anàlisi no permet definir quina qualitat ambiental té la resta d'estacions que queden agrupades a la dreta de l'eix I. Per això s'ha realitzat la mateixa anàlisi eliminant les estacions ME15, ME16, ME18 (Figura 1.15) que, com s'ha dit anteriorment són zones de badies, amb unes característiques del sediment i d'aports de matèria orgànica diferents a les que defineixen els sediments d'aigües costaneres obertes, i per tant, haurien de ser considerades dintre de la categoria d'aigües de transició.

En aquesta nova DCA el primer eix explica un 8,9% de la variància total mentre que el segon n'explica un 6,3%. Si es representen les espècies més importants (les que assoleixen el 80% de l'abundància total) indicadors de bona qualitat en blau i de dolenta en vermell, s'observa que la distribució de les estacions a llarg de l'eix I a la figura 1.15 no està relacionat amb la qualitat ambiental. Cal destacar, però, que en eliminar de l'anàlisi les estacions ME 15, ME 16 i ME 18, s'elimina també un percentatge elevat (40%) de les espècies associades a fons alterats: *Pseudolirius*

Taula 1.11. Correspondència entre els codis i les espècies acolorides de les estacions amb sediments de sorres fines, per a la interpretació de la figura 1.15. Els codis es componen de les tres primeres lletres del gènere seguides de les tres primeres lletres de l'espècie (exemple: Capcap, *Capitella capitata*).

Codis	Espècies	Codis	Espècies
Ampbre	<i>Ampelisca brevicornis</i>	Micmar	<i>Micronephthys maryae</i>
Apslat	<i>Apseudes latreillei</i>	Nemato	NEMATODA
Aricab	<i>Aricidea capensis bansei</i>	Nemert	NEMERTEA
Arisue	<i>Aricidea suecica</i>	Pararm	<i>Paradoneis armata</i>
Batgui	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	Parilv	<i>Paradoneis ilvana</i>
Batpha	<i>Bathyporeia phaiophthalma</i>	Parmin	<i>Parapionosyllis minuta</i>
Caesp	<i>Caecum</i> sp.	Percly	<i>Peresiella clymenoides</i>
Carjuv	<i>Cardium juvenil</i>	Perlon	<i>Perioculodes longimanus</i>
Chagal	<i>Chamelea gallina</i>	Pselon	<i>Pseudocuma longicornis</i>
Choare	<i>Chone arenicola</i>	Petumb	<i>Retusa umbilicata</i>
Chodun	<i>Chone duneri</i>	Scotyp	<i>Scolaricia typica</i>
Exoheb	<i>Exogone hebes</i>	Spidec	<i>Spio decoratus</i>
Exover	<i>Exogone verugera</i>	Spisub	<i>Spisula subtruncata</i>
Gamfuc	<i>Gammarella fucicola</i>	Tansp1	<i>Tanaisidae</i> sp1.
Lorlac	<i>Loripes lacteus</i>	Telfab	<i>Tellina fabula</i>
Lucdiv	<i>Lucinella divaricata</i>	Venjuv	<i>Veneridae</i> juvenils
Megmas	<i>Megaluropus massiliensis</i>		

Amb aquestes anàlisis on apareixen totes les illes no es pot veure un gradient clar que ens permeti definir la qualitat ambiental que presenten les diferents estacions de sorres fines. En un intent de trobar aquest gradient s'han realitzat anàlisis considerant per separat les diferents illes: Mallorca, Menorca i Eivissa-Formentera.

La figura 1.16 representa l'ordenació de les estacions i espècies de sorres fines de l'illa de Mallorca a l'espai factorial definit pels dos primers eixos. L'eix I explica un 14,6% de la variància total i el segon un 8,3%.

caracteritzades per l'abundància d'espècies sensibles; d'aquesta manera, es pot dir que l'eix I discrimina les estacions segons la qualitat ambiental. A més, l'eix I sembla discriminar també segons el gra mig de sediment; a la part esquerra de l'eix es troben aquelles estacions amb un gra mig més baix, mentres a la zona dreta estan aquelles amb un valor més alt. Sabent que en les sorres de gra més gruixuts es dona una menor acumulació de partícules, esdevenint així zones més netes, podem dir que l'eix I relaciona la granulometria dels sediments amb la qualitat de les aigües. Podem veure, per tant, que les estacions de la zona sud de la illa de Mallorca amb sediments de sorres fines (MA7, MA8, MA10, MA13, MA14, MA15, MA16, MA24, MA25, MA26) són les que presenten un cert grau d'alteració en relació amb la resta de l'illa.

Taula 1.12. Correspondència entre els codis i les espècies acolorides de les estacions amb sediments de sorres fines de l'illa de Mallorca, per a la interpretació de la figura 1.16. Els codis es componen de les tres primeres lletres del gènere seguides de les tres primeres lletres de l'espècie (exemple: Capcap, *Capitella capitata*).

Codi	Espècie	Codi	Espècie
Apstat	<i>Apseudes latreillei</i>	Megmas	<i>Megaluropus massiliensis</i>
Aricab	<i>Aricidea capensis bansei</i>	Micmar	<i>Micronephthys maryae</i>
Batgui	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	Nemert	NEMERTEA
Bodpul	<i>Bodotria pulchella</i>	Nepasi	<i>Nephtys assimilis</i>
Caesp	<i>Caecum</i> sp.	Pararm	<i>Paradoneis armata</i>
Carjuv	<i>Cardium juvenil</i>	Parilv	<i>Paradoneis ilvana</i>
Chagal	<i>Chamelea gallina</i>	Perlon	<i>Perioculodes longimanus</i>
Choare	<i>Chone arenicola</i>	Pselon	<i>Pseudocuma longicornis</i>
Donsp	<i>Donax</i> sp	Spidec	<i>Spio decoratus</i>
Gamfuc	<i>Gammarella fucicola</i>	Spisub	<i>Spisula subtruncata</i>
Gamcfi	<i>Gammarus cf insensibilis</i>	Tansp1	<i>Tanaidae</i> sp1.
Iphser	<i>Iphinoe serrata</i>	Telfab	<i>Tellina fabula</i>
Lorlac	<i>Loripes lacteus</i>	Venjuv	Veneridae juvenils
Lucdiv	<i>Lucinella divaricata</i>		

La DCA de la figura 1.17 representa les estacions de sorres fines de l'illa de Menorca. L'eix I explica un 21,5% i el segon un 11,2% de la variància total. Al representar en colors (blau per espècies d'indrets net i vermell per espècies d'indrets alterats) les espècies més importants (80% de l'abundància total), observem que la proporció d'espècies de zones alterades és molt semblant a la proporció d'espècies sensibles (51% i 49%, respectivament). Cal esmentar que les espècies tolerants i oportunistes es concentren a la zona esquerra de l'eix I. Les estacions que estan caracteritzades per aquestes espècies són les corresponents a les badies de Maó (ME15 i ME16) i de Fornells (ME17 i ME18). Per altra banda, a la part dreta de l'eix I trobem un major nombre d'espècies pròpies de zones

netes. Atenent a la composició faunística l'estació situada a l'Arenal Son Saura, ME10 (assenyalada amb un cercle verd a la figura 1.17) està caracteritzada per l'absència d'espècies tolerants i oportunistes. D'aquesta manera la representació de les estacions de Menorca mitjançant l'anàlisi multivariant mostra un gradient de qualitat de les aigües al llarg de l'eix I, situant les estacions ME15, ME16, ME17 i ME18 a l'extrem que senyala una menor qualitat de l'aigües, i situa a l'extrem dret l'estació ME10, amb una molt bona qualitat de les aigües.

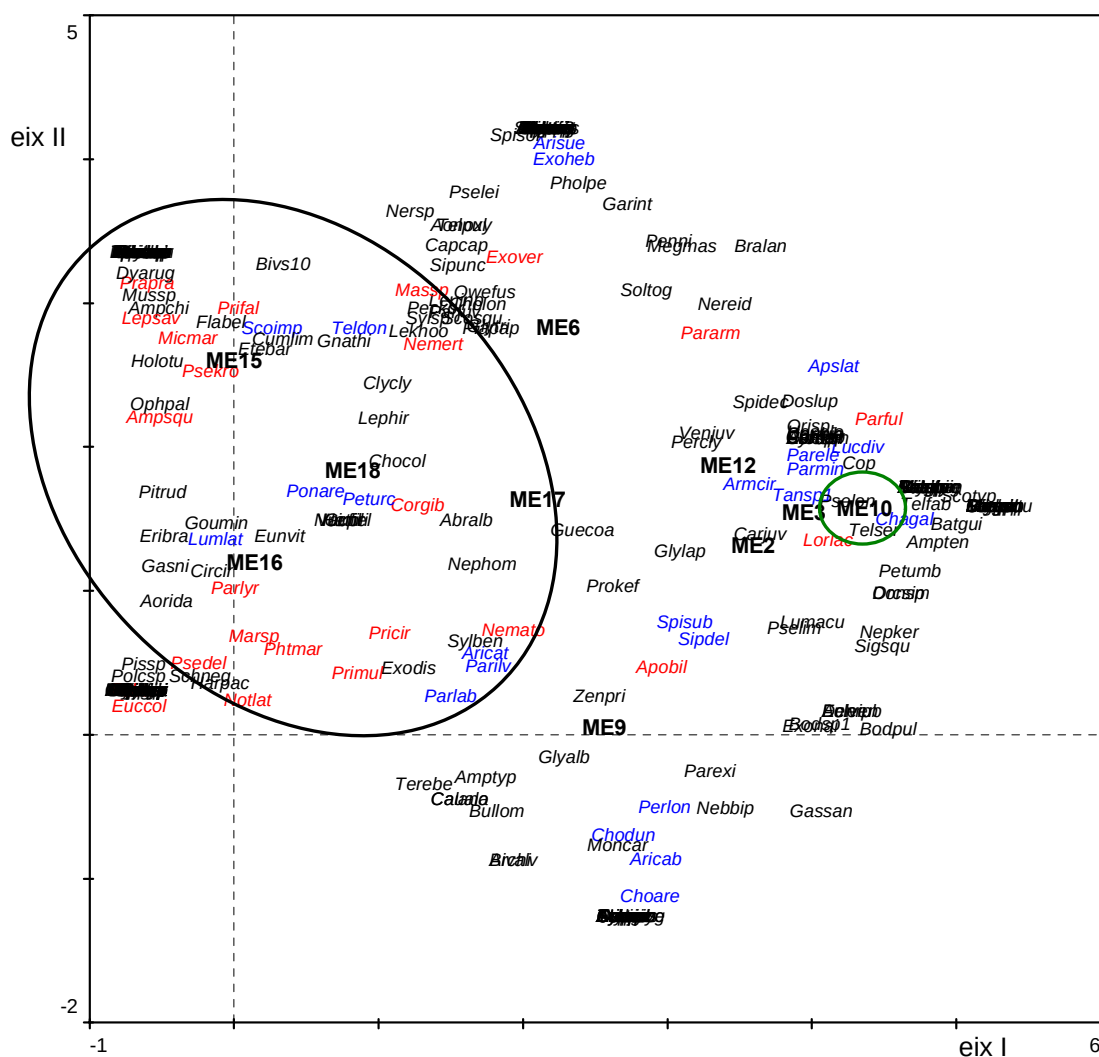


Figura 1.17. Representació de l'ordenació de les mostres i les espècies de Menorca de sorres fines en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA) utilitzant les dades d'abundància mitjana de les espècies com a descriptor. La correspondència entre els codis i les espècies s'especifica a la taula 1.13. Es presenten en color els codis de les espècies més abundants: en blau, les espècies associades a fons nets, i en vermell les espècies de fons alterats. Els codis es componen de les tres primeres lletres del gènere seguides de les tres primeres lletres de l'espècie (exemple: Capcap, *Capitella capitata*). La correspondència entre els codis i les espècies s'especifica a la taula 1.13.

Taula 1.13. Correspondència entre els codis i les espècies acolorides de les estacions de Menorca amb sediments de sorres fines, per a la interpretació de la figura 1.17. Els codis es componen de les tres primeres lletres del gènere seguides de les tres primeres lletres de l'espècie (exemple: Capcap, *Capitella capitata*).

Codi	Espècie	Codi	Espècie
Ampsqu	<i>Amphipholis squamata</i>	Notlat	<i>Notomastus latericeus</i>
Apobil	<i>Aponuphis bilineata</i>	Pararm	<i>Paradoneis armata</i>
Apslat	<i>Apseudes latreillei</i>	Parful	<i>Paradoneis fulgens</i>
Aricab	<i>Aricidea capensis bansei</i>	Parilv	<i>Paradoneis ilvana</i>
Aricat	<i>Aricidea catherinae</i>	Parlyr	<i>Paradoneis lyra</i>
Arisue	<i>Aricidea suecica</i>	Parele	<i>Parapionosyllis elegans</i>
Armci	<i>Armandia cirrhosa</i>	Parlab	<i>Parapionosyllis labronica</i>
Chagal	<i>Chamelea gallina</i>	Parmin	<i>Parapionosyllis minuta</i>
Choare	<i>Chone arenicola</i>	Perlon	<i>Perioculodes longimanus</i>
Chodun	<i>Chone duneri</i>	Peturc	<i>Pettiboneia urciensis</i>
Corgib	<i>Corbula gibba</i>	Phtmar	<i>Phtisica marina</i>
Euccol	<i>Euclymene collaris</i>	Ponare	<i>Pontocrates arenarius</i>
Exoheb	<i>Exogone hebes</i>	Prapra	<i>Praxillella praetermissa</i>
Exover	<i>Exogone verugera</i>	Pricir	<i>Prionospio cirrifer</i>
Fabton	<i>Fabriciella tonerella</i>	Prifal	<i>Prionospio fallax</i>
Lepsav	<i>Leptochelia savignyi</i>	Primul	<i>Prionospio multibranchiata</i>
Lorlac	<i>Loripes lacteus</i>	Psekro	<i>Pseudolirius kroyeri</i>
Lucdiv	<i>Lucinella divaricata</i>	Psedel	<i>Pseudomastus deltaicus</i>
Lumlat	<i>Lumbrineris latreilli</i>	Scoimp	<i>Scoletoma impatiens</i>
Marsp	<i>Marphysa</i> sp.	Sipdel	<i>Siphonocetes dellavallei</i>
Massp	<i>Mastobranchus</i> sp.	Spisub	<i>Spisula subtruncata</i>
Micmar	<i>Micronephthys maryae</i>	Tansp1	<i>Tanaidae</i> sp1.
Nemato	NEMATODA	Teldon	<i>Tellina donacina</i>
Nemert	NEMERTEA		

La DCA de la figura 1.18 representa les estacions de sorres fines de l'illa d'Eivissa i Formentera. L'eix I explica un 19,8% i el segon un 10,4% de la variància total. Al representar en color blau (espècies d'indrets nets) i vermell (espècies d'indrets dolents) les espècies més importants (80% de l'abundància total), s'ha observat que la proporció d'espècies de zones alterades és molt baixa (27%) respecte la proporció d'espècies sensibles (73%). La distribució de les espècies tolerants i sensibles no segueix cap patró diferenciat sobre els eixos dibuixats, per tant, no es pot discernir un gradient de qualitat que permeti descriure l'estatus de les aigües. No obstant, les espècies trobades no són oportunistes, sinó tolerants, la qual cosa fa que les estacions en les que es troben no han de ser considerades com a indrets molt pertorbats.

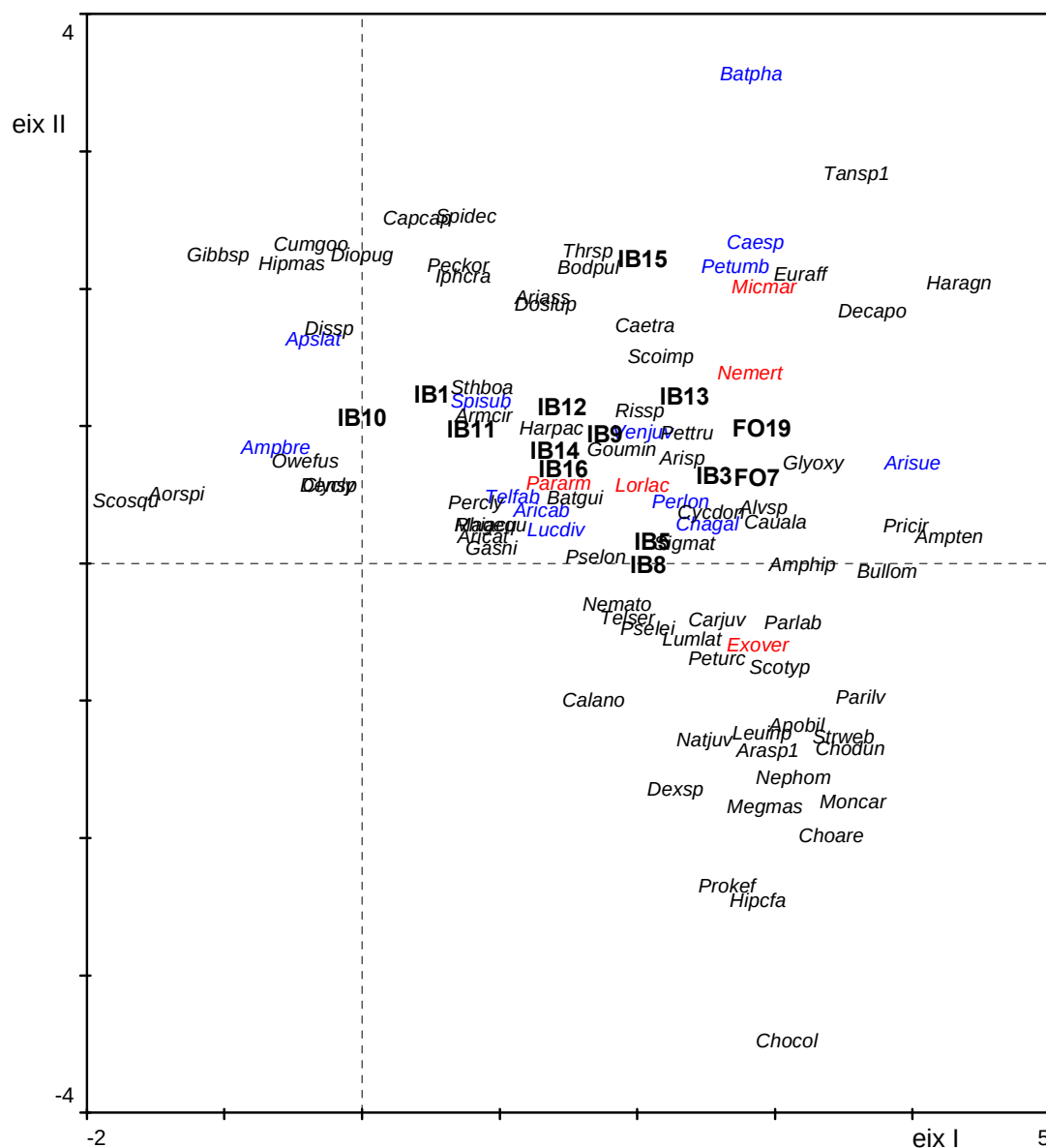


Figura 1.18. Representació de l'ordenació de les mostres i les espècies d'Eivissa-Formentera de sorra fina en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA) utilitzant les dades d'abundància mitjana de les espècies com a descriptor (eliminant les espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres). Es presenten en color els codis de les espècies més abundants: en blau, les espècies associades a fons nets, i en vermell les espècies de fons alterats. Els codis es componen de les tres primeres lletres del gènere seguides de les tres primeres lletres de l'espècie (exemple: Capcap, *Capitella capitata*). La correspondència entre els codis i les espècies s'especifica a la taula 1.14.

Taula 1.14. Correspondència entre els codis i les espècies acolorides de les estacions d'Eivissa amb sediments de sorres fines, per a la interpretació de la figura 1.18. Els codis es componen de les tres primeres lletres del gènere seguides de les tres primeres lletres de l'espècie (exemple: Capcap, *Capitella capitata*).

Codi	Espècie	Codi	Espècie
Ampbre	<i>Ampelisca brevicornis</i>	Lucdiv	<i>Lucinella divaricata</i>
Apslat	<i>Apseudes latreillei</i>	Micmar	<i>Micronephthys maryae</i>
Aricab	<i>Aricidea capensis bansei</i>	Nemert	NEMERTEA
Arisue	<i>Aricidea suecica</i>	Pararm	<i>Paradoneis armata</i>
Batpha	<i>Bathyporeia phaiophthalma</i>	Perlon	<i>Periculodes longimanus</i>
Caesp	<i>Caecum</i> sp.	Petumb	<i>Retusa umbilicata</i>
Chagal	<i>Chamelea gallina</i>	Spisub	<i>Spisula subtruncata</i>
Exover	<i>Exogone verugera</i>	Telfab	<i>Tellina fabula</i>
Lorlac	<i>Loripes lacteus</i>	Venjuv	<i>Veneridae juvenils</i>

2.2 Dades de biomassa

Una vegada analitzades les dades d'abundància de les espècies a les estacions mostrejades es realitzen de nou les anàlisis però amb els valors de biomassa de cada espècie per veure si ens dona més informació per a detectar gradient de qualitat ambiental.

A la figura 1.19 es presenten els resultats d'aplicar una DCA als valors de biomassa de les mostres replicades de les 76 estacions dels fons mostrejats al litoral balear. S'ha representat el pla definit pels eixos primer i segon, on l'eix I explica un 3,4% de la variància total mentre que l'eix II absorbeix un 2,8%. Es pot veure que la variància total explicada a través de les dades de biomassa és molt baixa. S'han pintat en colors les estacions de les diferents illes, d'aquesta manera podem veure que no hi ha una tendència a l'agrupació de les estacions per illes. En aquesta anàlisi a partir de la biomassa, la distribució de les estacions és diferent respecte a la que s'obtenia amb les dades d'abundància; tot i així, l'eix I continua concentrant a un extrem les estacions de Menorca ME15, ME16 i ME18, i a l'altre extrem estacions com IB10, ME1 o MA11.

Degut a la diferent situació de les rèpliques d'una mateixa estació en l'espai factorial, i per simplificar els gràfics i la interpretació dels resultats, s'han realitzat les anàlisis emprant la mitjana de les rèpliques per a cada estació (Fig.1.2), eliminant totes aquelles que apareixen en menys d'un 2% de les mostres per considerar que són espècies poc representatives de la comunitat. Es troben, però, espècies que tot i ser poc abundants, presenten un percentatge relatiu de l'abundància a determinades estacions molt elevat, i per tant, s'han inclòs de nou en l'anàlisi ja que caracteritzen la comunitat de les estacions on es troben. Aquestes espècies són: *Glycera unicornis*, *Marphysa* sp., i *Euspira* sp.

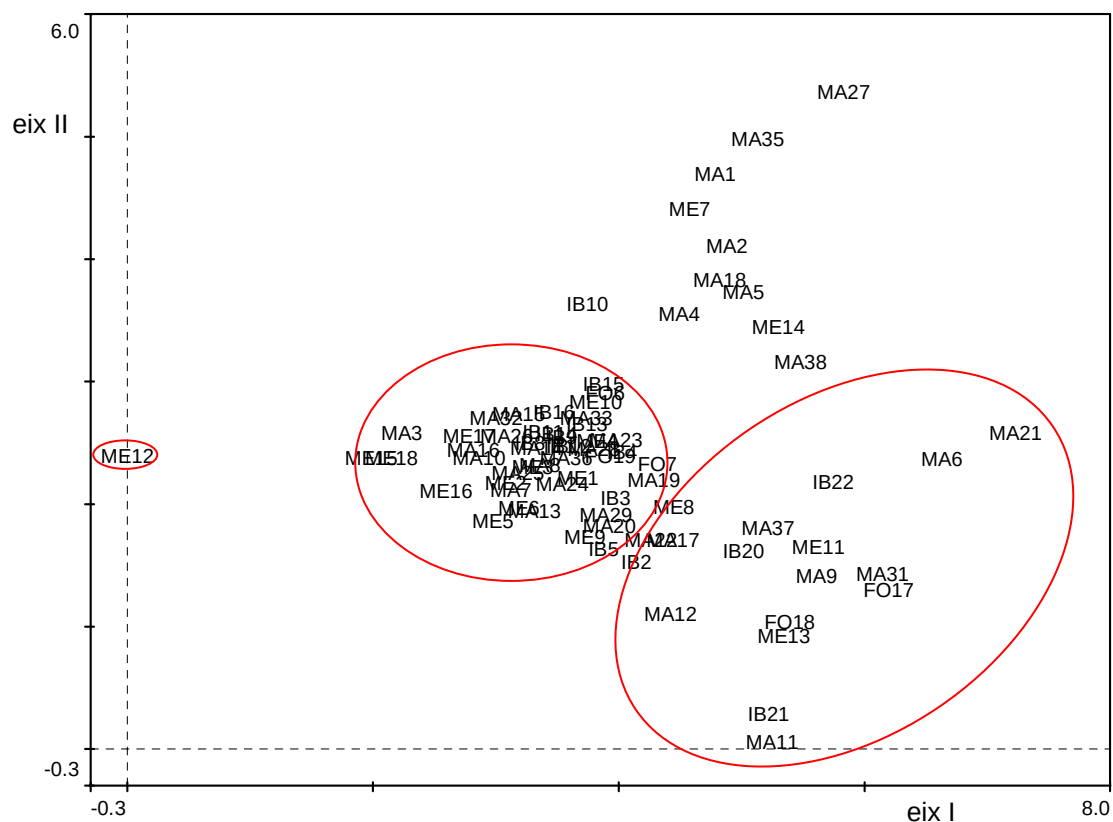


Figura 1.20. Representació de la mitjana de les rèpliques en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA). Quantificació per a la biomassa (eliminant les espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres i afegint: *Glycera unicornis*, *Marphysa* sp. i *Euspira* sp.)

Com vèiem fer amb les dades d'abundància, a les figures 1.21 i 1.22 es representen les estacions caracteritzades segons la tipologia i el tamany de gra mig del sediment, respectivament.

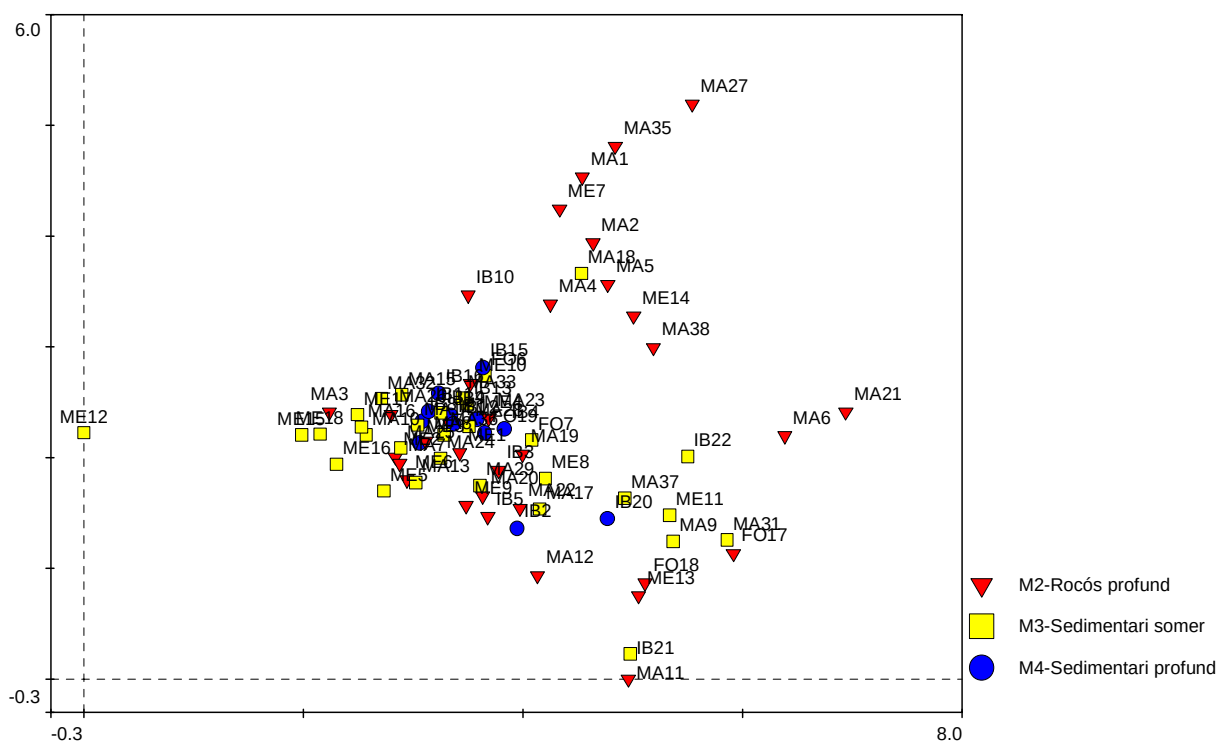


Figura 1.21. Representació de l'ordenació de les mostres en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA) utilitzant la biomassa mitjana de les espècies com a descriptor, i (eliminant les espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres i afegint: *Glycera unicornis*, *Marphysa* sp. i *Euspira* sp) i les tipologies de cadascuna de les estacions. M2: costa rocosa profunda; M3: costa sedimentària somera; M4: costa sedimentària profunda.

La figura 1.21 que caracteritza les estacions segons la seva tipologia no mostra cap tendència de les estacions a agrupar-se atenent a aquesta característica física. A la figura 1.22, es poden observar dos grups d'estacions segons la granulometria del sediment; a la part esquerra es situen aquelles estacions amb sediments fins (que inclouen fangs, sorres molt fines i fines), i a la part dreta s'observen aquelles estacions amb sediments gruixuts (que inclouen sorres mitjanes, gruixudes, molt gruixudes i graves). És a dir que, com s'havia descrit anteriorment amb les anàlisis d'abundàncies de les espècies, les estacions es distribueixen principalment segons el tamany del gra mig del sediment, amb la qual cosa no podem veure cap gradient relacionat amb la qualitat ambiental de les estacions.

Segons els resultats obtinguts per a les dades d'abundància, s'ha cregut necessari realitzar anàlisis per separat per als sediment fins i gruixuts.

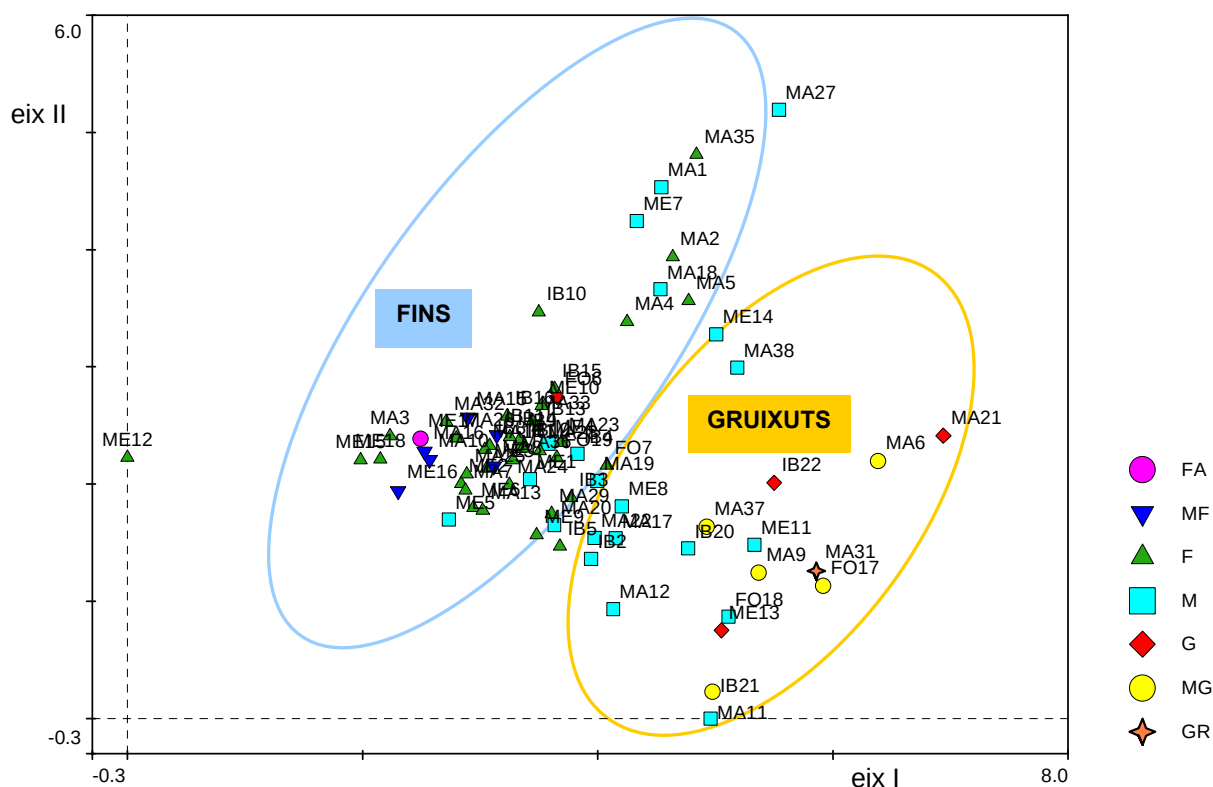


Figura 1.22. Representació de l'ordenació de les mostres en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA) utilitzant la biomassa mitjana de les espècies com a descriptor (eliminant les espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres i afegint: *Glycera unicornis*, *Marphysa* sp. i *Euspira* sp.) i les característiques granulomètriques (tamany de gra mig) de cadascuna de les estacions. FA: fangs; MF: sorres molt fines; F: sorres fines; M: sorres mitjanes; G: sorres gruixudes; MG: sorres molt gruixudes; GR: graves. El significat de la línia divisòria s'explica al text.

Analitzant per separat les estacions de sorres gruixudes (figura 1.23) i fines (figura 1.24) amb les dades de biomassa, es pot observar que tot i que la majoria d'estacions segueixen el patró ja vist amb les dades d'abundància, sembla que per a les dades de biomassa les estacions resten més agrupades, essent més difícil discernir un gradient en la seva disposició en l'espai factorial.

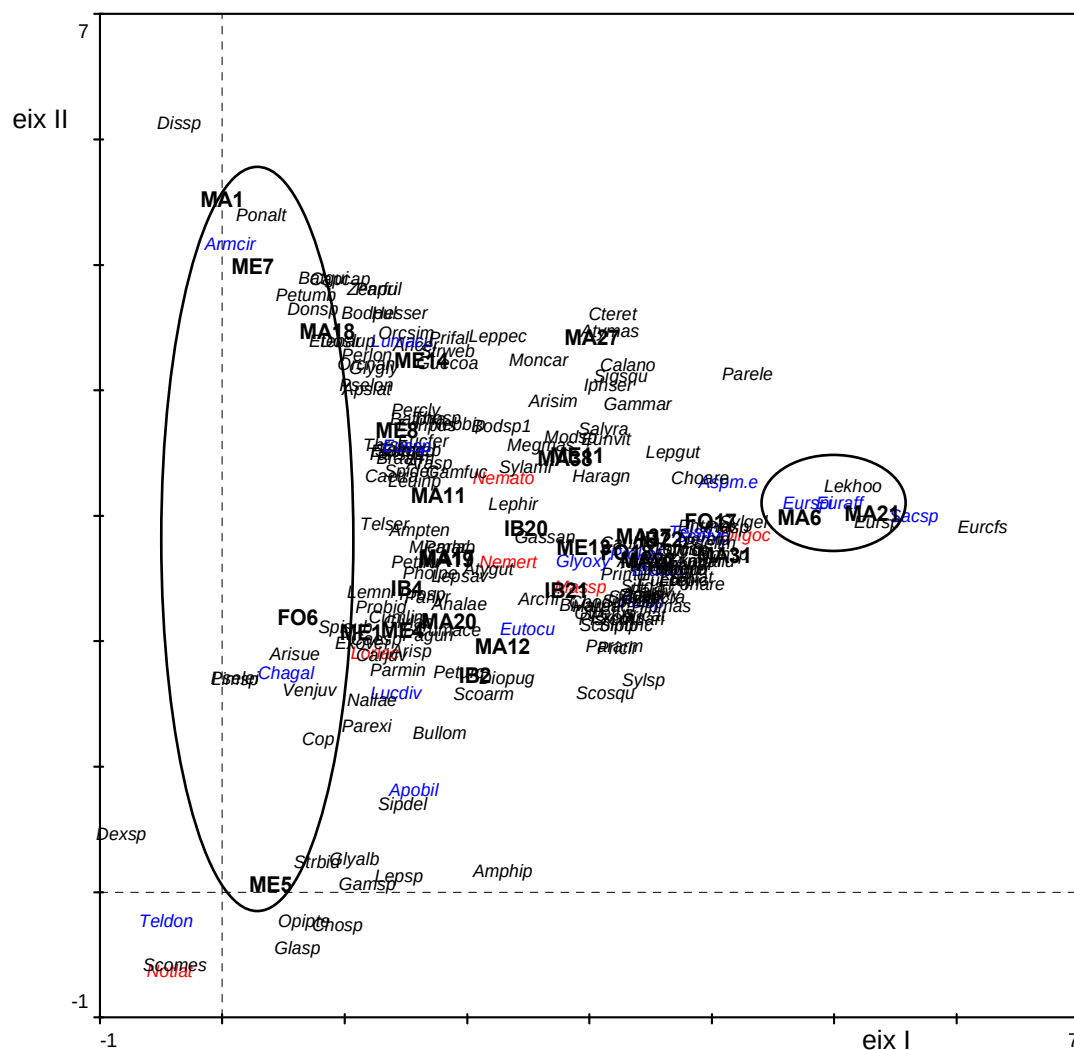
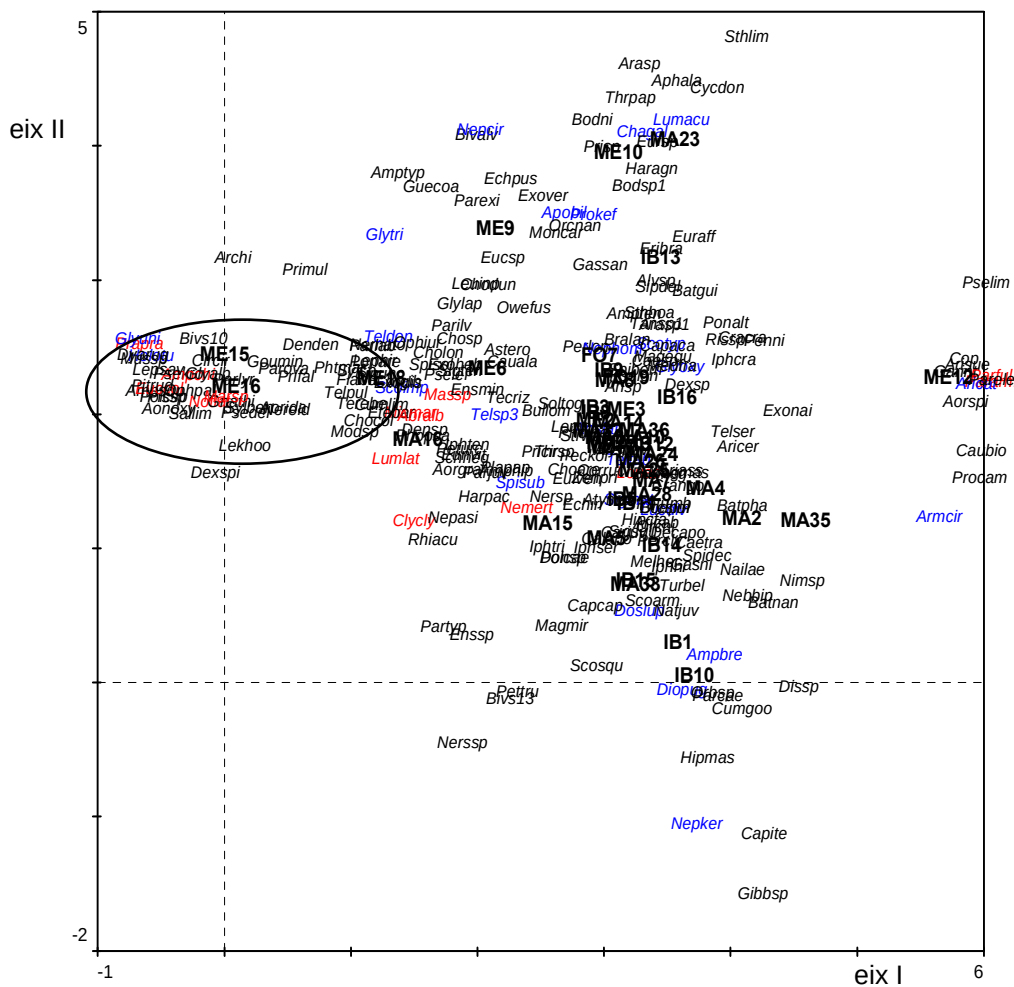


Figura 1.23. Representació de l'ordenació de les mostres i les espècies de sorra gruixuda (mitjanes, gruixudes, molt gruixudes i graves) en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA) utilitzant la biomassa mitjana de les espècies com a descriptor, i eliminant les espècies que apareixen en menys d'un 2% de les mostres i afegint: *Euspira* sp. La correspondència entre els codis i les espècies s'especifica a la taula 1.16.

A la figura 1.23 es mostra l'ordenació de les estacions en aplicar una DCA a les dades de biomassa a les estacions de sorres gruixudes. El primer eix absorbeix el 8,7% i el segon el 7,3% de la variància total. Si es representen les espècies més importants (80% de l'abundància total), en color blau aquelles d'indrets net i en vermell les espècies d'indrets alterats es pot observar que la majoria (75%) d'aquestes són espècies sensibles. Igual que a la representació de l'abundància, l'estació ME7 queda aïllada a l'extrem esquerra de l'eix I, però ara juntament amb les estacions MA1, FO6 i ME5. Les estacions MA6 i MA21 també resten aïllades de la resta com a la representació de l'abundància. En canvi, l'estació MA22 queda integrada amb la resta d'estacions i no aïllada com havia passat amb les dades d'abundància. Així, la representació de la biomassa divergeix respecte a la de l'abundància, i per tant, no es pot diferenciar el mateix gradient que s'obtenia amb l'anàlisi multivariant de les dades d'abundància.



Taula 1.15. Correspondència entre els codis i les espècies acolorides de les estacions de sorres fines, per a la interpretació de la figura 1.24. Els codis es componen de les tres primeres lletres del gènere seguides de les tres primeres lletres de l'espècie (exemple: Capcap, *Capitella capitata*).

Codis	Espècies	Codis	Espècies
Abralb	<i>Abra alba</i>	Marsp	<i>Marphysa</i> sp.
Ampbre	<i>Ampelisca brevicornis</i>	Massp	<i>Mastobranchus</i> sp.
Ampsqu	<i>Amphipholis squamata</i>	Micmar	<i>Micronephthys maryae</i>
Ampchi	<i>Amphiura chiajei</i>	Nemert	NEMERTEA
Apobil	<i>Aponuphis bilineata</i>	Nepcir	<i>Nephtys cirrosa</i>
Apstat	<i>Apseudes latreillei</i>	Nephom	<i>Nephtys hombergi</i>
Aricat	<i>Aricidea catherinae</i>	Nepker	<i>Nephtys kersivalensis</i>
Chagal	<i>Chamelea gallina</i>	Notlat	<i>Notomastus latericeus</i>
Clycly	<i>Clymenura clypeata</i>	Pararm	<i>Paradoneis armata</i>
Diopug	<i>Diogenes pugilator</i>	Parful	<i>Paradoneis fulgens</i>
Doslup	<i>Dosinia lupinus</i>	Prapra	<i>Praxillella praetermissa</i>
Euccol	<i>Euclymene collaris</i>	Scotyp	<i>Scolaricia typica</i>
Glytri	<i>Glycera trydactyla</i>	Scoimp	<i>Scoletoma impatiens</i>
Glyuni	<i>Glycera unicornis</i>	Sigmat	<i>Sigalion mathildae</i>
Holotu	HOLOTUROIDEA	Spisub	<i>Spisula subtruncata</i>
Lorlac	<i>Loripes lacteus</i>	Teldon	<i>Tellina donacina</i>
Lucdiv	<i>Lucinella divaricata</i>	Telfab	<i>Tellina fabula</i>
Lumlat	<i>Lumbrineris latreilli</i>		

La DCA de la figura 1.24 representa la mitjana de les estacions de sorres fines segons les dades de biomassa. L'eix I explica un 8,4% i el segon un 5,2% de la variància total. Al representar en colors (blau per espècies d'indrets net i vermell per espècies d'indrets alterats) les espècies més importants (80% de l'abundància total), observem que la proporció d'espècies de zones alterades és molt semblant a la proporció d'espècies sensibles (43% i 57%, respectivament). Cal esmentar que les espècies tolerants i oportunistes es concentren a la zona esquerra de l'eix I, zona on es troben situades les estacions corresponents a les badies de Maó (ME15 i ME16) i de Fornells (ME18), igual com passava amb la representació de l'abundància, degut al confinament característic d'aquestes zones. Per altra banda, a la part dreta de l'eix I trobem un major nombre d'espècies pròpies de zones netes, així com l'estació ME12 a l'extrem dret de l'eix I que, com ja s'havia comentat anteriorment, té una composició faunística molt diferent a la resta d'estacions.

D'aquesta manera la distribució de les estacions de sorres fines segons la biomassa, sobre l'eix I és molt semblant a la que s'obtenia amb les dades d'abundància, separant aquelles estacions amb un elevat grau de confinament de la resta. Per tant, l'eix I discrimina pel grau de confinament, i al mateix temps per la qualitat de l'ambient. En canvi, la distribució sobre l'eix II és molt diferent i no es pot discernir un gradient relacionat amb la qualitat ambiental.

La poca utilitat de les dades de biomassa per realitzar una categorització ambiental en monitorejos extensius ja ha estat esmentada a la literatura i a les reunions d'intercalibració a les que han assistit membres de l'equip. La raó principal de no utilitzar dades de biomassa en estudis ambientals, a més de ser un treball molt laboriós i costós és que si bé la majoria d'espècies petites són espècies de caràcter oportunista i per tant amb poca biomassa, no sempre es compleix aquest patró. Entre les espècies trobades en les costes balears hi ha espècies petites que són carnívores i suspensívores i que, ecològicament, es comporten com a sensibles o indiferents però mai com a oportunistes o tolerants com a resposta a un focus de contaminació orgànica o d'un altre tipus de pertorbació ambiental. Una altra raó per la qual sembla que les dades de biomassa confonen els resultats ambientals obtinguts amb les dades d'abundància podria ser la gran quantitat de tot tipus de bivalves trobats en les mostres de la costa balear i que donada la seva elevada biomassa poden emascarar la poca biomassa que aportarien les espècies que ens indiquen qualitats ambientals més deficientes. Aquest fet no passa quan es treballa amb dades d'abundància. És a dir, si bé l'abundància d'una determinada estació queda més repartida entre diverses espècies, la quasi totalitat de la biomassa pot estar associada a molt poques espècies (bones o dolentes), la qual cosa condiciona molt la distribució de les estacions a l'espai factorial.

L'anàlisi multivariant no ens permet distingir comunitats en funció de la qualitat de l'aigua com a conseqüència de la falta de gradients en alguns casos, ni l'obtenció d'EQRs tal com marca la DMA. És per això que l'equip del CEAB ha treballat en el desenvolupament d'un índex que s'ajusti millor als requeriments de la DMA i que permeti avaluar l'estat ecològic de les aigües costaneres utilitzant els macroinvertebrats com a indicadors de qualitat ambiental.

2.3 Resultats de l'aplicació de l'índex MEDOCC

Com s'ha comentat en aquest informe, l'índex MEDOCC és l'índex elaborat per l'equip del CEAB per avaluar la qualitat de l'aigua. L'aplicació del l'índex MEDOCC a les dades obtingudes al llarg del litoral balear durant l'any 2005 ens permet assignar la qualitat ambiental a un indret independentment de l'existència d'un gradient. Els valors de l'índex MEDOCC obtinguts es presenten a la taula 1.17. Recordem que l'índex MEDOCC només s'aplica a les estacions de sorres fines.

El nombre de tàxons que intervenen en el càlcul està comprès entre un 85% i un 100%. Així doncs podem considerar que en la majoria dels casos, les condicions d'aplicabilitat de l'índex MEDOCC es compleixen ja que el percentatge de tàxons que intervenen en el càlcul és prou elevat per donar una bona fiabilitat.

Taula 1.17. Resultats de l'aplicació de l'índex MEDOCC de les estacions de sorres fines mostrejades en el litoral balear. També es representa el percentatge de tàxons de la costa balear que han intervingut en el càlcul d'aquest índex.

Estació	Localitat	Valor MEDOCC	%Tàxons intervenen
ME 2	Arenal de Son Saura	2,38	100
ME 3	Cala Santa Galdana	2,20	98
ME 6	Port de Maó - Cala Sant Esteve	2,79	98
ME 9	Es Grau	2,12	93
ME 10	Arenal de Son Saura - Cala Pudent	1,80	99
ME 12	Port de Fornells	2,92	96
ME 15	Port de Maó - Illa Plana	3,74	89
ME 16	Port de Maó - Canal Illa del Llatzeret	3,95	90
ME 17	Ses Salines, Nord	3,33	97
ME 18	Ses Salines, Sud	3,30	99
IB 1	Cala Salada	2,44	98
IB 3	Cala Tarida	1,81	98
IB 5	Sa Caixota	1,84	97
FO 7	Cala Saona	1,73	96
IB 8	Xarraca (Xuclà)	1,86	99
IB 9	Port de Sant Miquel	1,31	99
IB 10	Ses Balandres	1,05	98
IB 11	Cala de Sant Vicent	1,28	100
IB 12	Cala Boix	1,74	98
IB 13	Cala Nova	1,58	97
IB 14	Ses Roquetes	0,89	97
IB 15	Cala Roja, Nord	1,17	100
IB 16	Cala Llonga	1,53	98
FO 19	Es Pujols - Punta Prima	1,72	97
MA 2	Sa Taleca	1,03	85
MA 3	Platja Sóller	2,65	94
MA 4	Cap Gros	1,59	90
MA 5	Cala Deià	1,10	89
MA 7	Sant Elm	2,98	98
MA 8	Camp de Mar- Cala es Cranc	2,15	99
MA 10	Platja de Sta. Ponça	2,26	99
MA 13	Badia de Palma - Cala Vinyes	2,18	99
MA 14	Badia de Palma - Marivent	2,20	97
MA 15	Badia de Palma - C. M. St. Antoni	2,20	96
MA 16	Badia de Palma - C. M. s' Arenal	2,27	96
MA 23	Cabrera - L'Olla	1,81	94
MA 24	Cova des Coloms	2,45	97
MA 25	Cala Llombards	3,07	100
MA 26	Cala Mondragó	2,84	100
MA 28	Cala Petita	1,53	96
MA 29	Canyamel	1,70	99
MA 32	Badia d'Alcúdia - Platja de sa Cànova	1,66	98
MA 33	Badia d'Alcúdia - Platja de Muro	1,40	93
MA 35	Badia d'Alcúdia - Coll Baix	0,66	91
MA 36	Badia de Pollença - Urb. Del Mal Pas	1,48	88

A la figura 1.25 es representen els valors de MEDOCC per a cadascuna de les estacions i es delimiten els llindars en funció del valor de l'índex segons la taula 1.4.

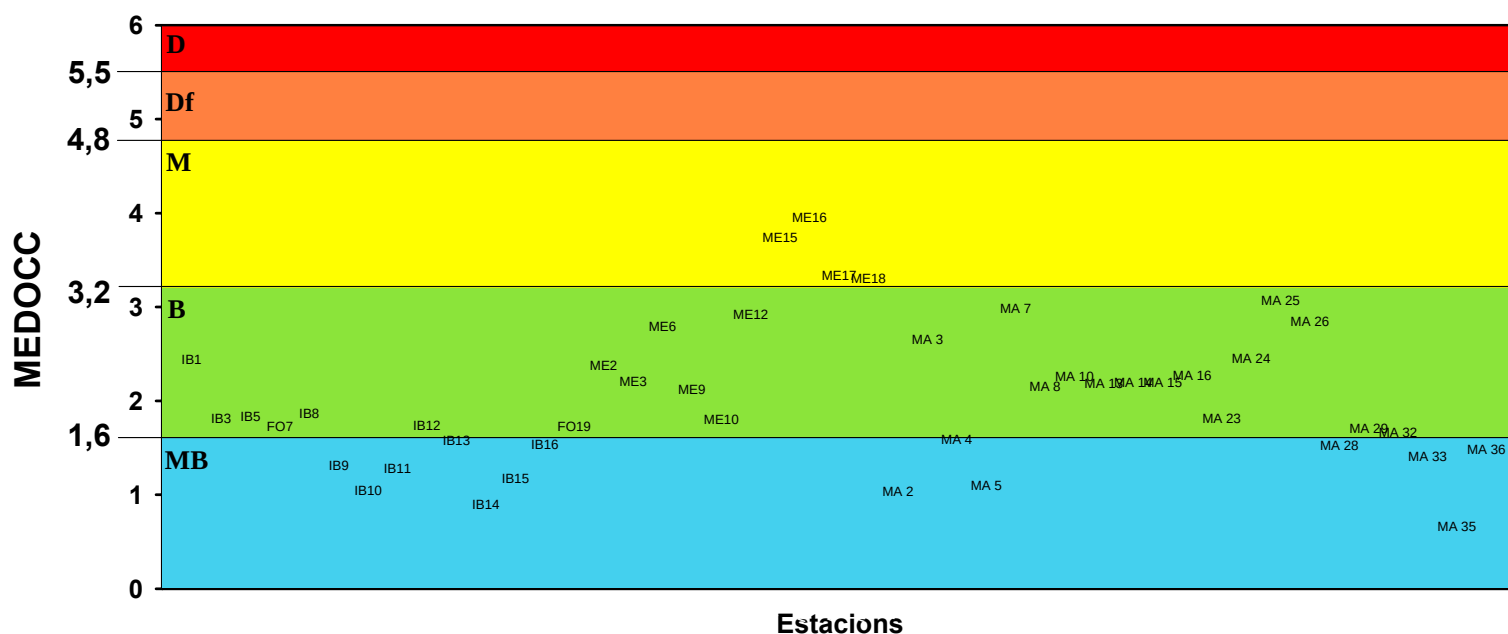


Figura 1.25. Representació de l'índex MEDOCC que mostra l'estat ecològic per a cada estació de sorres fines de Balears.

Els resultats mostren que l'estat ecològic de les diferents estacions de sorres fines del litoral balear és Bo, ja que el 91% de les estacions té un estat ecològic Molt bo i Bo. Un 31% de les estacions presenten un estat ecològic Molt bo, un 60% de les estacions presenten un estat ecològic Bo i el 9% de les estacions mostren un estat ecològic Mediocre. No hi ha cap estació amb estat ecològic Deficient ni Dolent.

Només quatre estacions, les corresponents a la badia de Fornells i al port de Maó tenen un valor de MEDOCC al que s'assigna la categoria de Mediocre. Quan escalem aquests valors entre 1 i 0, i els referenciem respecte una estació de referència obtenim els valors d'EQR, tal com marca la DMA. L'estació de referència considerada ha estat el millor valor de MEDOCC obtingut per a totes les dades de Catalunya i Balears. Els resultats dels valors EQR de les estacions per a balears es mostren a la taula 1.18.

Les estacions de les illes Pitiüses i Mallorca presenten una categoria ecològica entre Molt bona i Bona. A Menorca, tot i que la majoria de les seves estacions pertanyen a un estat ecològic Bó, és l'única illa que presenta estacions amb un estat ecològic Mediocre. Aquestes estacions són les corresponents a les badies de Maó (ME15, ME16) i Fornells (ME17, ME18).

Taula 1.18. Valoració d'EQR i l'estat ecològic de les estacions de les Illes Balears. Estat Ecològic no assignat, NA (estacions de sorres gruixudes).

Illla	MA	Codi estació	EQR	Estat Ecològic	Estació
Eivissa-Formentera	IB-1A	IB 3	0,72	BO	Cala Tarida
	IB-1A	IB 5	0,72	BO	Sa Caixota
	IB-1B	IB 1	0,61	BO	Cala Salada
	IB-1B	IB 10	0,85	MOLT BO	Ses Balandres
	IB-2	IB 2	NA	NA	Caló des Moro
	IB-2	IB 4	NA	NA	Es Port des Torrent
	IB-3	IB 8	0,71	BO	Xarraca (Xuçlà)
	IB-3	IB 9	0,81	MOLT BO	Port de Sant Miquel
	IB-4	IB 11	0,81	MOLT BO	Cala de Sant Vicent
	IB-4	IB 12	0,73	BO	Cala Boix
	IB-5	IB 13	0,76	MOLT BO	Cala Nova
	IB-5	IB 14	0,88	MOLT BO	Ses Roquetes
	IB-6	IB 15	0,83	MOLT BO	Cala Roja (nord)
	IB-6	IB 16	0,77	MOLT BO	Cala Llonga
	IB-7	IB 21	NA	NA	Platja d'en Bossa
	IB-7	IB 22	NA	NA	Talamanca
	IBFO-8	FO 19	0,74	MOLT BO	Es Pujols - Punta Prima
	IBFO-8	IB 20	NA	NA	Freu Petit - Illa des Penjats (nord)
	FO-9	FO 6	NA	NA	Platja de Migjorn
	FO-9	FO 7	0,74	MOLT BO	Cala Saona
	IBFO-10	FO 17	NA	NA	Punta de sa Palmera
	IBFO-10	FO 18	NA	NA	Racó de sa Pujada
Mallorca	MA-1A	MA 11	NA	NA	Es Banc d'Eivissa - Urb.del Toro
	MA-1A	MA 12	NA	NA	Badia de Palma - Ca l'Aixada
	MA-1B	MA 7	0,52	BO	Sant Elm
	MA-1B	MA 8	0,66	BO	Camp de Mar - Cala en Cranc
	MA-2	MA 9	NA	NA	Peguera Palmira
	MA-2	MA 10	0,64	BO	Platja de Sta. Ponça
	MA-3A	MA 5	0,85	MOLT BO	Cala Deià
	MA-3A	MA 6	NA	NA	Cala en Basset
	MA-3B	MA 1	NA	NA	Formentor - Cala Figuera
	MA-3B	MA 2	0,86	MOLT BO	Sa Taleca
	MA-3B	MA 38	NA	NA	Racó d'en Rafael Bei - Hotel Formentor
	MA-4	MA 3	0,58	BO	Platja Sóller
	MA-4	MA 4	0,76	MOLT BO	Cap Gros
	MA-5	MA 36	0,78	MOLT BO	Badia de Pollença - Coll Baix
	MA-5	MA 37	NA	NA	Cala Formentor
	MA-6	MA 35	0,92	MOLT BO	Badia d'Alcúdia - Coll Baix
	MA-7	MA 32	0,75	MOLT BO	Badia d'Alcúdia - Platja de sa Cànova
	MA-7	MA 33	0,79	MOLT BO	Badia d'Alcúdia - Platja de Muro
	MA-8	MA 31	NA	NA	Betlem - Es Caló
	MA-9	MA 28	0,77	MOLT BO	Cala Petita
	MA-9	MA 29	0,74	MOLT BO	Canyamel
	MA-10	MA 26	0,54	BO	Cala Mondragó
	MA-10	MA 27	NA	NA	Cala Estreta
	MA-11	MA 24	0,61	BO	Cova des Coloms
	MA-11	MA 25	0,51	BO	Cala Llombards

Illa	MA	Codi estació	EQR	Estat Ecològic	Estació
	MA-12	MA 21	NA	NA	Conillera - Es Blanquer
	MA-12	MA 22	NA	NA	Cabrera - Port de Cabrera
	MA-12	MA 23	0,72	BO	Cabrera - L'Olla
	MA-13	MA 19	NA	NA	Cap Roig (nord)
	MA-13	MA 20	NA	NA	Cotimplà
	MA-14	MA 17	NA	NA	Badia de Palma - Es Devallador
	MA-14	MA 18	NA	NA	Badia de Palma - Sa Fossa
	MA-15	MA 15	0,66	BO	Badia de Palma - C. M. St. Antoni
	MA-15	MA 16	0,64	BO	Badia de Palma - C. M. s' Arenal
	MA-16	MA 13	0,66	BO	Badia de Palma - Cala Vinyes
	MA-16	MA 14	0,66	BO	Badia de Palma - Marivent
Menorca	ME-1A	ME 13	NA	NA	Arenal de Tirant
	ME-1A	ME 14	NA	NA	Cala Pilar
	ME-1B	ME 9	0,67	BO	Es Grau
	ME-1B	ME 10	0,72	BO	Arenal de Son Saura - Cala Pudent
	ME-1C	ME 6	0,55	BO	Port de Maó Cala - Sant Esteve
	ME-1C	ME 7	NA	NA	S' Algar
	ME-2	ME 11	NA	NA	Badia de Fornells (entrada)
	ME-2	ME 12	0,53	BO	Port de Fornells
	ME-2	ME 17	0,46	MEDIOCRE	Ses Salines (nord)
	ME-2	ME 18	0,46	MEDIOCRE	Ses Salines (sud)
	ME-3	ME 5	NA	NA	Port de Maó - Castell de Sant Felip
	ME-3	ME 8	NA	NA	Port de Maó - Cala es Clot
	ME-3	ME 15	0,39	MEDIOCRE	Port de Maó - Illa Plana
	ME-3	ME 16	0,35	MEDIOCRE	Port de Maó - Canal Illa del Llatzeret
	ME-4	ME 3	0,65	BO	Cala Santa Galdana
	ME-4	ME 4	NA	NA	Illa de l'Aire
	ME-5	ME 1	NA	NA	S' Aigua Dolça
	ME-5	ME 2	0,62	BO	Arenal de Son Saura

Per a donar doncs una valoració única per a cadascuna de les masses d'aigua s'ha calculat el promig dels valors d'EQR de les estacions de cada massa d'aigua (Taula 1.19). Es pot observar que el 19% de les masses d'aigua no estan assignades a cap estat ecològic utilitzant els macroinvertebrats com a elements indicadors, al haver-hi trobat sorres gruixudes. A Eivissa-Formentera la majoria de les masses d'aigua, el 64%, tenen un estat ecològic Molt bo, un 18% un estat ecològic Bo, i la resta no han pogut ser assignades. A Mallorca al 33 % de les masses ha estat assignat un estat ecològic Molt bo i un 44% a Bo, mentre que la resta no ha estat assignat. Per contra, Menorca és l'única illa que està formada per masses d'aigua d'una menor qualitat ecològica. El 71 % de les masses d'aigua menorquines tenen un estat ecològic Bo, mentre que el 14% han estat valorades com a Mediocre.

Taula 1.19. Valoració de l'estat ecològic de les masses d'aigua del litoral Balear, en funció de l'EQR obtingut.

Illa	Massa d'aigua	EQR	Estat ecològic	Delimitació
Eivissa-Formentera	IB-1A	0,72	BO	Punta des Jondal – Pta sa Pedrera
	IB-1B	0,73	BO	Cap Negret – Cap des Mossons
	IB-2	NA	NA	Badia de Sant Antoni
	IB-3	0,76	MOLT BO	Cap des Mossons – Punta Grossa
	IB-4	0,77	MOLT BO	Punta Grossa – Cala Llenya
	IB-5	0,82	MOLT BO	Cala Llenya – Punta Blanca
	IB-6	0,80	MOLT BO	Punta Blanca – Punta des Andreus
	IB-7	NA	NA	Punta des Andreus – Pta de sa Mata
	FO-8	0,74	MOLT BO	Els Freus d'Eivissa i Formentera
	FO-9	0,74	MOLT BO	Pta. sa Gavina – Pta. ses Pesqueres
	FO-10	NA	MOLT BO	Pta ses Pesqueres – Pta ses Pedreres
Mallorca	MA-1A	NA	NA	Cala Falcó – Na Foradada
	MA-1B	0,59	BO	Punta Castellot – Punta Negra
	MA-2	0,64	BO	Badia de Santa Ponça
	MA-3A	0,85	MOLT BO	Punta Negra – Cap Gros
	MA-3B	0,86	MOLT BO	Ses Punes – Illa Formentor
	MA-4	0,67	BO	Badia de Sóller
	MA-5	0,78	MOLT BO	Badia de Pollença
	MA-6	0,92	MOLT BO	Cap Pinar – Illa d'Aucanada
	MA-7	0,77	MOLT BO	Illa d'Aucanada – Colònia St. Pere
	MA-8	NA	NA	Colònia St. Pere – Cap Capdepera
	MA-9	0,76	MOLT BO	Cap de Capdepera – Portocolom
	MA-10	0,54	BO	Punta des Joncs – Cala Figuera
	MA-11	0,56	BO	Cala Figuera – Cala Beltran
	MA-12	0,72	BO	Cabrera
	MA-13	NA	NA	Cala Beltran – Cap de Regana
	MA-14	NA	NA	Cap de Regana – Cap de Enderrocat
	MA-15	0,65	BO	Cap de Enderrocat – Cala Major
	MA-16	0,66	BO	Cala Major – Cala Falcó
Menorca	ME-1A	NA	NA	Cap de Bajolí – Cap de Fornells
	ME-1B	0,70	BO	Es Morter – Punta des Clot
	ME-1C	0,55	BO	Cala St. Esteve – Punta Prima
	ME-2	0,48	BO	Badia de Fornells
	ME-3	0,37	MEDIOCRE	Port de Maó
	ME-4	0,65	BO	Punta Prima – Punta na Pruna
	ME-5	0,62	BO	Punta na Pruna – Cap de Bajolí

El resultat de les valoracions de l'estat ecològic de les masses d'aigua segons l'índex MEDOCC per illes es mostra a les figures 1.26, 1.27 i 1.28.

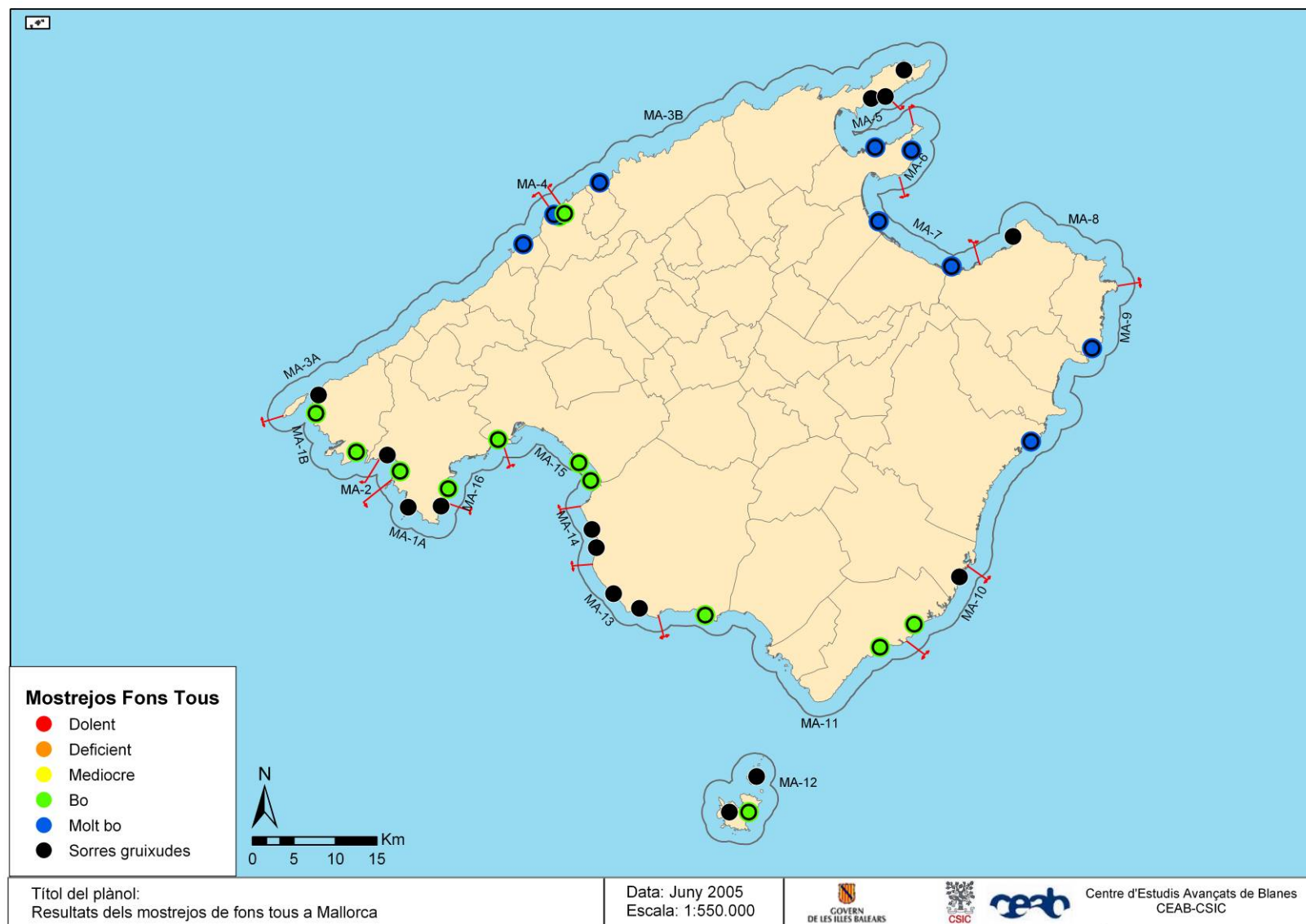


Figura 1.27. Valoració de les masses d'aigua i de les estacions mostrejades a Mallorca, segons l'índex MEDOCC, per a l'estudi de la qualitat ambiental i vulnerabilitat de la zona infralitoral de fons tous per a l'any 2005.

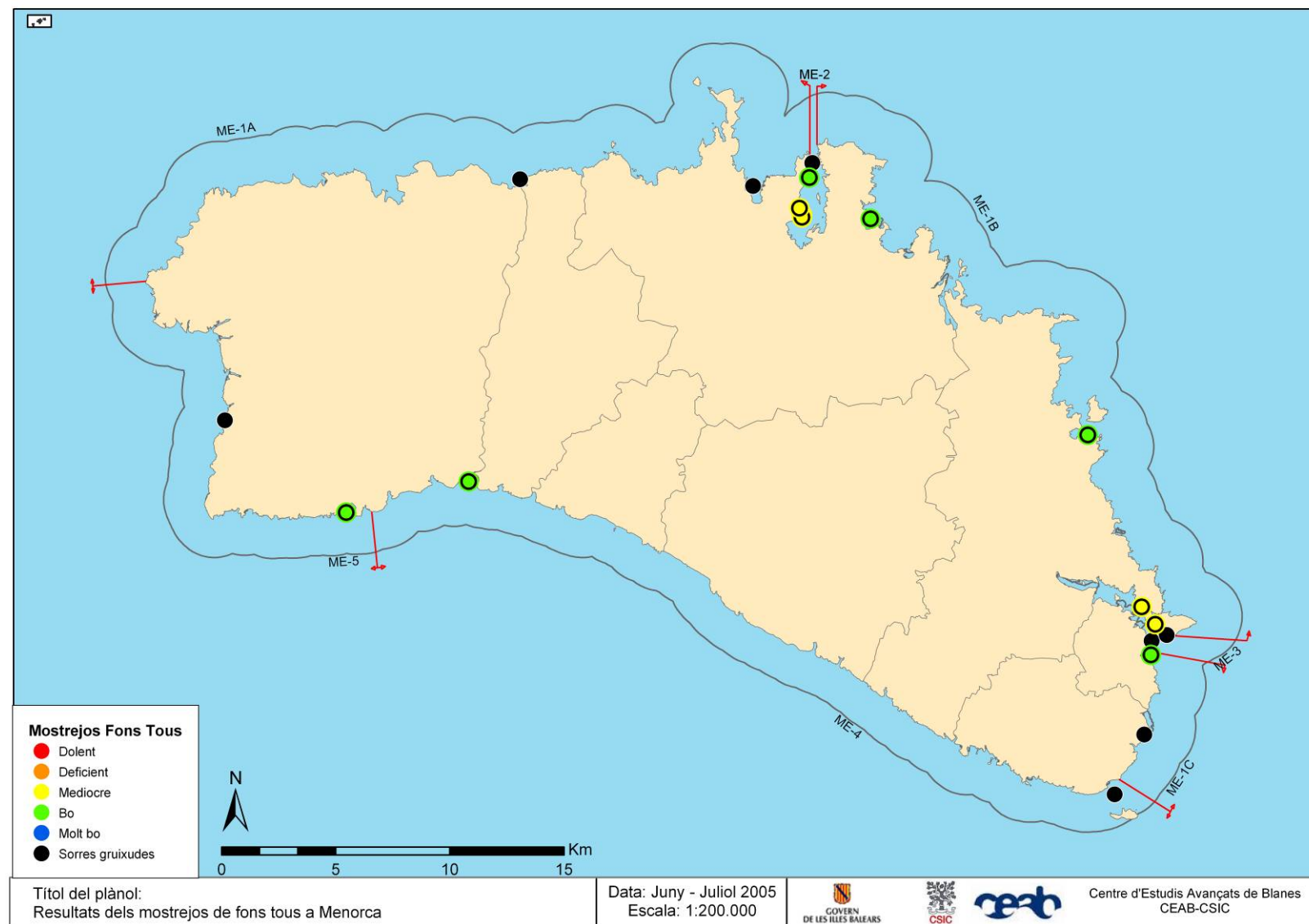


Figura 1.28. Valoració de les masses d'aigua i de les estacions mostrejades a Menorca, segons l'índex MEDOCC, per a l'estudi de la qualitat ambiental i vulnerabilitat de la zona infralitoral de fons tous per a l'any 2005.

DISCUSSIÓ

Els valors de matèria orgànica en el sediment a les illes Balears són molt elevats degut, probablement, a una acumulació de detritus vegetals (restes de macroalgues o de *Posidonia oceanica*). La quantitat de matèria orgànica en el sediment, segons la bibliografia, ha estat sempre un factor físic important per determinar la qualitat de les aigües. En el cas de Balears, però, la matèria orgànica, en principi d'origen vegetal, no es pot tractar de la mateixa manera que si tingués un origen antròpic. Aquesta elevada concentració de matèria orgànica a Balears hauria de ser estudiada com un possible factor que pot afectar a la composició faunística de les diferents comunitats substituint espècies més o menys tolerants, però, que no estaria directament relacionada amb una baixa qualitat ambiental dels sistemes. Per tant, seria recomanable fer un estudi més exhaustiu de la proveniència de la matèria orgànica del sediment de les Illes Balears per poder conèixer les seves implicacions en la composició faunística de les comunitats de fons tous.

De totes les estacions mostrejades al 2005 a les Illes Balears, més de la meitat de les estacions pertanyen a sorres fines (fangs, molt fines i fines) i la resta a sorres gruixudes. Per tant, pràcticament la meitat de les estacions no es poden valorar. Com el nombre d'estacions amb sorres gruixudes és elevat, i juntament amb el fet que moltes masses d'aigua estan compostes per aquestes estacions, certes masses d'aigua no estan assignades a cap categoria d'estat ecològic. En qualsevol cas, aquestes estacions resten valorades amb l'estudi de les zones rocoses amb el mètode CARLIT com s'ha presentat al Capítol 2 d'aquest mateix informe.

A la vista dels resultats obtinguts, les masses d'aigua ME-2 i ME-3 de l'illa de Menorca (les quals pertanyen a la badia de Fornells i al port de Maó) són els llocs amb més problemes de totes les Balears. Si bé, com s'ha esmentat al llarg d'aquest informe són zones que haurien d'avaluar-se de forma diferent per estar més properes a aigües de transició que a aigües costaneres degut al seu confinament natural.

Les estacions mostrejades dins de la massa ME-2 de Menorca han estat ME11 i ME12 (a l'entrada de la badia de Fornells) i ME17 i ME18 (ambdues a la zona interior de Fornells). En les estacions més externes no hi ha cap factor que determini que la qualitat de l'aigua és dolenta; en canvi, les estacions de l'interior de la badia mostren uns nivells de matèria orgànica, una concentració de metalls (sobretot plom i mercuri) i un nombre d'espècies tolerants molt elevat, inclòs presència d'espècies oportunistes. Això indica que les estacions estacions ME17 i ME18 es troben en un estat pertorbat. Tot i que aquesta massa d'aigua presenta un estat ecològic Bo, el valor d'EQR promig és molt proper al llindar entre l'estat ecològic Bo i Mediocre.

Les estacions mostrejades dins de la massa ME-3 de Menorca han estat ME5 i ME8 (a l'entrada del port de Maó) i ME15 i ME16 (a l'interior del port de Maó). Cal esmentar que les estacions més externes són estacions de sediments gruixuts i per tant no s'ha donat cap valoració, però que segons la seva composició faunística i els resultats del DCA, estarien exemptes de qualsevol alteració. Pel que fa a les estacions de l'interior del port de Maó, trobem uns valors de matèria orgànica i metalls (sobretot plom i mercuri) molt elevats i, atenent a la seva composició faunística, podem determinar que es tracta d'una zona pertorbada i per tant, aquesta ha estat valorada com mediocre.

És important tenir en compte que aquestes dues masses d'aigua s'estan valorant com si fossin aigües costaneres obertes, però a causa de les característiques geomorfològiques i les comunitats que hi viuen, haurien de ser considerades com de tipus *Badia*, categoria inclosa dintre de les aigües de transició. En aquestes zones, la qualitat del sediment i els aportos de matèria orgànica són diferents als de les aigües costaneres obertes. Per tant, és possible que si es referenciessin segons la composició d'aigües confinades (i/o de transició) la valoració resultant seria diferent. A falta d'una calibració amb ambients de característiques geomorfològiques similars queda pendent de valorar definitivament l'estat ecològic d'aquestes masses d'aigua.

La resta de les masses d'aigua presenten un estat ecològic Bo o Molt bo, però tot i així, hi ha estacions que degut a les seves característiques fisicoquímiques i faunístiques es situen més a prop del llinard que delimita l'estat ecològic Bo i Mediocre (ME6, MA3, MA7, MA25, MA26). Per tal de garantir el manteniment de l'estat ecològic Bo en la qualitat ecològica d'aquestes masses d'aigua cal destinar majors esforços per prevenir el seu deteriorament. Probablement, un futur monitoreig designat de les Illes Balears hauria d'insistir en l'estudi d'aquestes estacions i d'altres que presentin problemes, així com a la recerca de les possibles pressions que actuen en aquestes zones, per tal que les mesures de gestió que s'apliquin vagin encaminades a reduir les pertorbacions en aquest punts.

A continuació es fan una sèrie d'observacions per a cadascuna de les illes que es considera que s'han de tenir en compte per al futur monitoreig.

A l'illa de Menorca, la massa d'aigua ME-1 amb un estat ecològic Bo és una massa d'aigua molt llarga i discontinua, és a dir, tallada per la massa d'aigua 2 d'estat ecològic Bo i la massa d'aigua 3 d'estat ecològic Mediocre. Cal esmentar que les diferents estacions mostrejades dins d'aquesta massa d'aigua presenten una categoria sedimentològica diferent. A la massa d'aigua ME-1A, que es correspon a la Reserva Marina del Nord de Menorca totes les estacions mostrejades eren de sorres gruixudes, i per tant, no ha estat assignada categoria ecològica. La massa d'aigua ME-1B són sorres fines amb un estat ecològic Bo. Dintre de la massa d'aigua ME-1C l'única estació de sorres fines mostrejada va ser la ME6, que tot i presentar un estat ecològic Bo, degut a la proximitat a la bocana

del port de Maó, la presència relativament elevada de plom en el sediment i la seva composició faunística pot considerar-se una estació en risc de disminuir el seu estat ecològic, la qual cosa afectaria a la categoria ecològica de la massa d'aigua en general. Caldria, també, estudiar la possibilitat d'avaluar els diferents sectors d'aquesta massa d'aigua com a masses d'aigua independents.

A Mallorca, la massa d'aigua MA-1 que també és discontinua amb 2 sectors (A i B) i les estacions de cada sector estar associades a una categoria sedimentològica diferent. La massa d'aigua MA-1A presenta estacions de sorres gruixudes a les que no ha estat assignada categoria ecològica. Les estacions de la massa d'aigua MA-1B són de sorres fines, que tot i presentar un estat ecològic Bo, cal destacar l'estació MA7 a Sant Elm que, atenent a la seva composició faunística queda molt propera a l'estat ecològic Mediocre. Possiblement les comunitats d'aquesta estació estiguin afectades per la proximitat a l'emissari situat a la Platja de Sant Elm. Per tant, també s'hauria de considerar com a massa d'aigua en risc d'incompliment. Com s'ha proposat per a Menorca, es considera que els dos sectors haurien d'avaluar-se com a masses d'aigua independents.

Per altra banda, la massa d'aigua MA-4 presenta un estat ecològic Bo. L'estació MA4 a Cap Gros presenta un estat ecològic Molt bo; en canvi l'estació MA3, mostrejada a la platja de Sóller, té un estatus ecològic Bo proper a Mediocre. L'existència d'un port esportiu, emissaris a l'interior d'aquest port i diverses rieres aporten càrregues de fons i metalls pesants elevades, així com aigua dolça a la zona costanera. Aquestes poden ser les causes de la disminució de la categoria de la massa d'aigua general. Les masses d'aigua MA-10 i MA-11 presenten un estat ecològic Bo. La característica comuna és que ambdues presenten una estació (MA26 a la Cala Mondragó, a la massa d'aigua MA-10 i MA25 a la Cala Llombards, a la massa d'aigua MA-11) que rep l'aport d'aigua dolça procedent de diverses rieres. Aquestes estacions no s'haurien de considerar en risc de disminució del seu estat ecològic ja que les mostres obtingudes l'any 2005 poden estar afectades per riuades just abans del mostreig. Mostrejos en altres èpoques poden donar una millor qualitat ecològica en aquestes zones de rieres, degut a la temporalitat de les avingudes.

A les Illes d'Eivissa i Formentera, l'estació d'Eivissa IB14, a la zona de Santa Eulària de Ses Roquetes, que tot i presentar un estat ecològic de Molt bo, és una estació on s'ha mesurat una elevada concentració de metalls pesats al sediment (plom i mercuri). Els valors d'aquests metalls sobrepassen els valors de referència ERL de manera que poden provocar efectes adversos sobre el medi. Possiblement aquest aport de metalls estigui associat a l'emissari situat a S'Estanyol (Sa Caleta).

Finalment, es vol fer una puntualització sobre la nomenclatura de les masses d'aigua i de les estacions de fons tous. Degut a la semblança dels codis entre ambdós sistemes de classificació es

podrien confondre, i és per això que per a futurs informes es renombraran les estacions de sorra amb un codi diferent al de l'informe actual.

CONCLUSIONS

A la vista dels resultats, la majoria de les masses d'aigua de les Illes Balears presenten un estat ecològic Bo i Molt bo. Els problemes es limiten a les masses d'aigua molt confinades pròpies de ports i badies molt tancades amb un creixement urbà notable i un ús intens. És important tenir en compte que degut a les característiques geomorfològiques d'aquestes zones i les comunitats que hi viuen haurien de ser considerades com a tipus *Badia*, categoria inclosa dintre de les aigües de transició.

Cal tenir en compte que hi ha estacions que tenen risc d'incompliment de la Directiva, doncs tot i estar en estat Bo estan properes al llindar de la categoria (Taula 1.20).

Taula 20. Relació de les estacions en risc d'incompliment de la Directiva (Illa, MA, EQR, número i nom de l'estació).

Illa	MA	EQR	Codi estació	Indret
Mallorca	MA-4	0,58	MA 3	Platja Sóller
	MA-1B	0,52	MA 7	Sant Elm
	MA-11	0,51	MA 25	Cala Llombards
	MA-10	0,54	MA 26	Cala Mondragó
Menorca	ME-1C	0,55	ME 6	Port de Maó Cala - Sant Esteve
	ME-2	0,53	ME 12	Port de Fornells

Hi ha certes masses d'aigua que no han estat assignades a cap estat ecològic com a conseqüència de la falta d'estacions de sorres fines, però que quedarien avaluades utilitzant els fons durs com a indicadors de l'estat ecològic.

Cal destacar l'important impacte que exerceix l'enriquiment de matèria orgànica degut als aportats dels herbeis de *Posidonia*, que donen lloc a la proliferació d'espècies tolerants, tot i gaudir d'un bon estat ecològic general.

Es pot concloure, per tant, que la majoria de les masses d'aigua definides a les Illes Balears estan exemptes de problemes majors en referència a la qualitat de l'aigua avaluada amb els fons tous.

BIBLIOGRAFIA

Borja, A. , Franco, J., Pérez, V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40, 1100-1114.

Glemarec, M. & Hily, C. 1981. Effects of Urban and Industrial Discharges on the Benthic Macrofauna in the Bay of Concarneau. *ACTA OECOL.* Vol. 2, no. 2, pp. 139-150.

Grall, J., Glémarec, M. 1997. Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Trest. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 44 (Suppl. A), 43-53.

Hily C. 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Bretagne Occidentale. Vol 1, 359 pp; Vol 2, 337 pp.

Long, ER., MacDonald, DD., Smith, SL., Calder, FD. 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management*, 19 (1), 81-97.

Majeed, S. A. 1997. Organic matter and biotic indices on the beaches of North Brittany. *Marine Pollution Bulletin* 18, 490-495.

CAPÍTOL 2: Avaluació de la qualitat ambiental utilitzant les macroalgues com a indicadors

CAPÍTOL 2: AVALUACIÓ DE LA QUALITAT AMBIENTAL UTILITZANT LES MACROALGUES COM A INDICADORS

INTRODUCCIÓ

La metodologia CARLIT, basada en la cartografia litoral de les comunitats bentòniques, presenta els resultats en base a un índex EQR com a índex de l'estat ambiental del litoral segons les comunitats bentòniques de l'infralitoral superior. Aquest índex ha estat desenvolupat sempre complint les premisses de la Directiva Marc de l'Aigua. També corregeix, en la mesura del possible, la valoració subjectiva de les comunitats ja que s'obté a partir d'un quocient entre dos valors - el valor obtingut a la costa balear i l'obtingut a les zones de referència - que es calcula en base a les mateixes valoracions de les comunitats (annex IV).

METODOLOGIA

1. Prospecció visual

Aplicant la prospecció visual s'aconsegueix caracteritzar en continu l'estat ecològic de tota la costa balear en base a les comunitats que s'hi desenvolupen. Per obtenir la informació de les comunitats establertes en cada indret, es van escollir trams de costa representatius de cada massa d'aigua de la costa balear, que es van recórrer en una embarcació pneumàtica. La prospecció es va dur a terme durant la primavera (d'abril a juny), coincidint amb el desenvolupament òptim de les comunitats de *Cystoseira* spp., per obtenir una valoració ràpida i adequada (per a més detalls, veure informe previ abril 2006).

El mètode de mostreig utilitzat es basa en les comunitats presents sobre substrat rocós i les principals espècies que les constitueixen (annex V). Les zones sorrenques queden, doncs, lliures de qualsevol valoració. També ha quedat sense valorar l'interior dels ports ja que aquests són uns ambients molt modificats, que no reflecteixen la qualitat ambiental de la costa adjacent a ells. Sí s'han tingut en compte, però, els ambients tancats que podrien ésser considerats com a ports naturals: Port de Maó i badia de Fornells.

La unitat de tram de costa escollida és difícil de valorar a causa de les diferents morfologies de la costa i de la seva estructura fractal. No obstant això, varem estimar aquesta unitat en uns cinquanta metres de longitud de costa suavitzada al recorregut d'una barca pneumàtica a uns tres metres de la costa.

La metodologia consistia en diferenciar una sèrie de categories, l'extensió de les quals es marcava directament sobre un fotografia aèria a mesura que s'anava recorrent cada indret. El nom de les categories respon al tipus i a l'abundància de les comunitats estrictament litorals (zona infralitoral superior) dominants per a cada indret i que hem anomenat de la següent manera:

Cystoseira 5: L'horitzó de *Cystoseira stricta* és continu, dens i molt ben constituït.

Cystoseira 4: L'horitzó de *Cystoseira stricta* és continu només en els indrets més favorables al desenvolupament d'aquesta comunitat.

Cystoseira 3: L'horitzó de *Cystoseira stricta* és discontinu; només està ben constituït en aquells llocs més favorables per a l'espècie, i hi pot haver troços més o menys llargs de costa on *Cystoseira* sigui absent o només hi hagi individus esparsos.

Cystoseira 2: *Cystoseira stricta* no constitueix pràcticament mai poblacions denses i, per tant, no pot parlar-se d'un horitzó d'aquesta espècie si no és en llocs extraordinàriament favorables. Els individus aïllats són, però, molt comuns, i fins i tot abundants.

Cystoseira 1: S'observen individus aïllats de *Cystoseira stricta* implantats sobre altres comunitats. En cap cas es pot parlar d'horitzó de *C. stricta*. Amb aquesta categoria es vol constatar només la presència d'aquesta espècie.

Nota: En indrets molt calcats on *Cystoseira stricta* no s'hi desenvolupa hem considerat altres espècies de *Cystoseira* (sobretot *C. compressa* i, excepcionalment, *C. crinita*, *C. barbata*, *C. algeriensis*, *C. spinosa* var. *tenuior* i *C. balearica*).

Corallina-Haliptilon: Aquesta categoria ve definida per l'abundància d'aquestes espècies que la fa definidora d'un horitzó, sempre i quan no hi hagi individus de *Cystoseira*. De fet les categories 1 i 2 de *Cystoseira* (i part de la 3) són, a la pràctica, horitzons de *C. elongata* o *H. virgatum* amb *C. stricta*. A la costa Balear, sovint trobem *C. elongata* en substrates extraplomats o verticals, i *Haliptilon virgatum* acostuma a ser-hi en indrets més asolellats.

Algues fotòfiles: Trobem generalment algues brunes de tal.lus erecte, com *Dictyota fasciola*, *D. ligulatus* o *D. dichotoma*, que es troben en substitució de les algues del gènere *Cystoseira* en substrats ben il.luminats.

Ulvàcies: Categoria caracteritzada per l'absència de *Cystoseira* spp. i l'abundància d'ulvàcies (*Ulva*, *Enteromorpha*) i altres clorofícies (*Cladophora*, *Chaetomorpha*).

Lithophyllum: Les espècies més abundants d'aquesta categoria són les coral·linàcies incrustants de tal·lus llis com: *Lithophyllum incrustans*, *Neogoniolithon brassica-florida*, així com bases de *Corallina elongata*, i d'altres coral·linàcies.

Lithophyllum byssoides. Aquesta altra espècie de coral·linàcia pot arribar a formar una estructura anomenada “Trottoir” a la zona mediolitoral inferior que dificulta o impossibilita el desenvolupament d'un horitzó de *Cystoseira* spp. o d'altres algues fotòfiles en el nivell litoral estricte. Habitualment s'hi estableix un poblament d'algues esciòfiles dominat per *Corallina elongata*, però que cal diferenciar de l'horitzó de *Corallina* fotòfil.

Escull de *Dendropoma*: Aquesta estructura biogènica resulta de l'associació de dues espècies: El vermètid gasteròpode *Dendropoma petraeum* amb l'alga coral·linàcia *Neogoniolithon brassica-florida*. Malgrat tenir una forma variable, habitualment es tracta d'una plataforma horitzontal prop del nivell del mar, a pocs centímetres de la superfície. En alguns llocs s'hi poden trobar algues com *Cystoseira* spp. o *Chondrophycus tenerrimus*.

A part d'aquestes categories, hi ha d'altres poc habituals que han estat definides *a posteriori*. En alguns casos s'ha indicat també l'abundància d'una espècie determinada dins cada categoria (per exemple: *Cystoseira* 3 amb *C. compressa*).

2. Tractament de dades

Per tal de realitzar el mostreig *in situ* es va triar l' “Aeroguía del litoral de Mallorca”, “Aeroguía del litoral de Menorca”, i “Aeroguía del litoral de Ibiza y Formentera” de l'Editorial Planeta, S.A. amb fotografies a color a escala 1:10.000 o 1:20.000.

La informació obtinguda de la costa prospectada va ser traslladada, amb el màxim de fidelitat possible, a un Sistema d'Informació Geogràfica format per un programari ArcGis versió 8.1. Les ortofotografies en color complertes del litoral balear a escala 1:5.000, realitzades l'any 2002, i la línia de costa també a escala 1: 5000 realitzada a l'any 1995 i corregides al realitzar el SIG, van ser utilitzats com a suport de dades. Es va modificar la línia de costa per adequar-la a l'actual, que està alterada per la contínua proliferació d'obres noves (construcció de nous ports, espigons, etc.).

Les comunitats descrites sobre l'aeroguia es van assignar, si coincidien espacialment, als trams de costa ja definits. En altres casos es van dividir trams per adequar-los als valors obtinguts l'any 2006.

Del conjunt de dades entrades al SIG, se'n pot extreure dos tipus d'informació: (1) la distribució i estat de les comunitats que podem trobar a la zona infralitoral superior del litoral balear i, (2) un índex de qualitat ambiental, l'EQR, associat a cada tram de costa a partir de la interpretació de les comunitats i del seu estat.

1) L'agrupació dels trams de costa amb la mateixa comunitat en funció de diferents criteris (territorials, geomorfològics, etc.) i la posterior representació en forma de gràfics ens permet veure clarament l'ocupació territorial de les diferents comunitats. Això ens ha d'ajudar a detectar la presència no desitjada de determinades comunitats indicadores de perturbacions i obtenir una visió global del paisatge costaner de les Illes Balears.

2) L'obtenció d'un índex de qualitat, l'EQR – el nom prové de les sigles de l'anglès d'Ecological Quality Ratio –, és un procés relativament complex i requereix una sèrie de càlculs que s'expliquen a continuació.

La DMA estableix que l'índex EQR es calcula comparant els valors de l'indret estudiat, en aquest cas la costa balear, amb les condicions biològiques de les zones de referència (zones amb un estat ecològic excel·lent). Aquest índex doncs, relaciona l'estat ecològic real de la zona estudiada, definit pel monitoratge, amb l'estat ecològic potencial, marcat per les condicions de referència. Com que és un quocient entre dos valors calculats de la mateixa manera, encara que en llocs diferents, oscil·larà entre 0 i 1 indicant un bon estat ecològic quan els valors són propers a 1, i un mal estat ecològic quan ho són a 0.

$$EQR = \frac{\text{Valors observats dels paràmetres biològics}}{\text{Valors de referència dels paràmetres biològics}}$$

En aquest cas, tant el numerador com el denominador es calculen aplicant la següent fórmula a les dades de la longitud de costa que ocupa cada comunitat i el propi valor de qualitat ambiental:

$$EQV = \frac{\sum (l_i * x_i)}{\sum l_i}$$

on,

EQV: qualitat ambiental d'un sector de costa (Environmental Quality Value)

l_i : longitud de la línia de costa ocupada pel tipus de comunitat "i"

x_i : valoració de la qualitat ambiental de la comunitat "i"

Els valors assignats a cada comunitat (Taula 2.1) van ser establerts de forma subjectiva en funció dels coneixements ja adquirits del grup de treball que realitza el projecte. Aquestes valoracions, però, no es poden considerar encara com a valors fixes per a futurs treballs i podrien ser modificades en anys posteriors. De fet, en el cas de Balears, hi ha moltes de les comunitats de la taula que no han aparegut en el mostreig. A més, de fet, a l'hora de mostrejar, hi ha una simplificació (p.e., Co+M, Co+M+Cy, Co+M+T, Co+M+U, Co+U, amb la mateixa puntuació, són considerats tots *Corallina* (Co). En canvi, en falten d'altres, com l'escull de *Dendropoma*, que té una valoració màxima (20).

Finalment, per calcular l'índex EQR, tal com indica la DMA, es compara el valor EQV que s'obté en l'estudi de la costa balear amb l'EQV obtingut en l'estudi de les zones de referència. Precisament, les zones de referència triades per la costa mediterrània occidental són el litoral de zones marines protegides que es consideren pràcticament inalterades a les illes de Còrsega (Reserva Marina de Scandola), Menorca (Reserva del Nord de Menorca), Eivissa i Formentera (Reserva d'Els Freus) realitzat l'any 2001 i que es repetirà cada 6 anys com també estableix la Directiva.

$$EQR = \frac{\text{EQV per a la zona estudiada}}{\text{EQV per a les zones de referència}}$$

Aquest quocient no es pot realitzar directament; prèviament cal determinar la importància de cadascun dels paràmetres geomorfològics mesurats en la determinació de les comunitats per obtenir una classificació de les comunitats pròpies d'un indret en funció d'aquests paràmetres. Els paràmetres mesurats han estat:

Tipus de substrat: blocs, roca, etc.

Litologia: calcari, esquistós, granit, etc.

Orientació geogràfica de la paret

Grau d'inclinació de la paret

Grau d'exposició a l'acció de les onades

Taula 2.1. Valoració de les comunitats i combinacions d'aquestes presents durant l'any 2002 al litoral català i les zones de referència escollides (Cs1: *Cystoseira* 1; Cs2: *Cystoseira* 2; Cs3 *Cystoseira* 3; Cs4: *Cystoseira* 4; Cs5: *Cystoseira* 5; Cs1-2: *Cystoseira* 1-2; Cs2-3: *Cystoseira* 2-3; Cs3-4: *Cystoseira* 3-4; Cs4-5: *Cystoseira* 4-5; T: "Trottoir"; Co: *Corallina*; L: *Lithophyllum*; M: *Mytilus*; U: Ulvàcies; Cer: Ceramiàcies; Cy: Cianofícies; Gel: *Gelidium*; Ost: Ostres; Pat: *Patella*; ddvi *Dictyota dichotoma* var. *intricata*; Af: Algues fotòfiles; Cg: *Haliptilon virgatum*.)

COMUNITATS	VALORACIÓ	COMUNITATS	VALORACIÓ
Cs(calmat)	20	Cs1+U	10
Fanerògames	20	Co	8
Cs5	20	Co+Cer	8
Cs5+U	20	Co+Cy	8
Cs4-5	20	Co+Gel+L	8
Cs4-5+M	20	Co+Gel+M	8
Cs4-5+T	20	Co+L	8
T	20	Co+L+U	8
Af+Cs(calmat)	20	Gel	8
Cs4	19	Co+M	7
Cs4+M	19	Co+M+Cy	7
Cs4+T	19	Co+M+T	7
Cs4+U	19	Co+M+U	7
Cs3-4	16	Co+U	7
Cs3-4+T	16	Gel+M	7
Cs3	15	Cer	6
Cs3+M	15	Cer+ddvi+Co+U	6
Cs3+M+T	15	L	6
Cs3+T	15	L+M	6
Cs3+U	15	M	6
Cs2-3	14	Gel+M+U	5
Cs2	12	Gel+U	5
Cs2+L	12	L+U	5
Cs2+M	12	M+U	5
Cs2+T	12	Pat+U+Co	5
Cs2+T+U	12	Pat	5
Cs2+U	12	Co+U+Cy	3
Co+T	12	U	3
Co+T+M	12	U+Cer	3
Af	12	U+Cy	3
Cg	12	U+Gel	3
Cs1-2	11	Cy+M+Ost	2
Cs1-2+T	11	Cy+Ost	2
Cs1	10	Cy+U	2
Cs1+L	10	M+Cy	2

A partir de les dades de les zones de referència, l'any 2002 es va realitzar una anàlisi multivariant amb el programa Primer v5 aplicant l'anàlisi de tipus MDS (ordenació multidimensional no mètrica). Com que el nombre de mostres que es poden analitzar conjuntament és limitat a 200, i el nombre total de trams de costa de les zones de referència era molt superior, va ser imprescindible reduir el nombre final de trams. Es van unir aquells trams de costa que presentaven els mateixos valors per a totes les variables mesurades independentment de la zona de referència d'origen, prenent com a zona ocupada de cada comunitat la suma de la longitud dels trams units. Finalment les anàlisis es van realitzar calculant el percentatge d'ocupació de cada comunitat per a cada situació.

El resultat d'aquesta anàlisi va ser que els paràmetres que influeixen en major mesura a les comunitats en un ambient poc o gens afectat per pertorbacions humanes són: (1) l'origen de la roca, és a dir, si és natural (N) o artificial (A) i, (2) el tipus de costa, que pot ser de blocs de mida petita (BD), de blocs de mida gran (BM) o trams de costa baixa (PB) o de costa alta (PA). I per tant, aquests dos factors serveixen per obtenir un patró de distribució de les comunitats en base a l'agrupació dels trams per a cada combinació d'aquests valors (Taula 2.2). Això permet comparar les comunitats dels trams de costa de la zona a avaluar amb les de les zones de referència igualant aquests factors i suposant, per tant, que bàsicament les diferències detectades en el tipus o l'estat de les comunitats són degudes a la qualitat de l'aigua. És a dir, es calcula l'EQR comparant sempre els trams de costa amb la mateixa combinació de paràmetres.

Taula 2.2. EQV de les zones de referència per als diferents paisatges possibles de tipus de costa: BD (Blocs Decimètrics), PB/BM (Paret Baixa/Blocs Mètrics), i PA: (Paret Alta), N/A: Natural/Artificial i valors d'EQV.

Tipus de costa	N/A	EQV _{Zones Ref.}
BD	A	12,06
PB/BM	A	11,86
PA	A	8
BD	N	12,20
PB/BM	N	16,61
PA	N	15,25

Els valors que pot prendre l'EQR – entre 1 i 0 - estan definits amb la intenció de ser comparables entre els diferents estats membres de la Comunitat Econòmica Europea. Agrupant aquests valors en 5 categories obtenim finalment la valoració de l'estat ecològic de la zona estudiada. (Taula 2.3).

Taula 2.3. Categories de l'estat ecològic en funció de l'EQR.

EQR	Alteració	Estat Ecològic
>0,75 – 1,00	Inexistent o molt petita	Molt bo
>0,60 - 0,75	Lleugera	Bo
>0,40 - 0,60	Moderada	Mediocre
>0,25 - 0,40	Gran	Deficient
0,0 - 0,25	Aguda	Dolent

RESULTATS

A continuació es presenten els resultats d'aplicar la metodologia CARLIT (CARtografia visual de les comunitats LITorals) al litoral balear l'any 2006. Es presenten tant la distribució de les comunitats al llarg dels trams de costa rocosa del litoral balear, com la interpretació en termes de qualitat ecològica -mitjançant el càlcul de l'índex EQR- del litoral del que se'n deriva en comparació amb les comunitats potencials presents a les zones de referència.

1. Comunitats litorals

Comunitats presents l'any 2006 al litoral balear

Les dades que es presenten a continuació representen les categories en que s'han agrupat les comunitats presents al litoral rocós de la costa balear. Per facilitar-ne la interpretació, degut a la gran quantitat de combinacions possibles, s'han creat agrupacions d'aquestes. Així doncs, els cinc estats possibles de l'horitzó de *Cystoseira stricta* s'han agrupat en tres categories. Aquestes categories són *Cystoseira* molt abundant (CMA), que es correspon amb *Cystoseira* 4 i *Cystoseira* 5, *Cystoseira* abundant (CA), corresponent a *Cystoseira* 3 i, *Cystoseira* poc abundant (CPA), equivalent a *Cystoseira* 1 i *Cystoseira* 2. Considerem altres espècies del gènere *Cystoseira*, com *Cystoseira compressa* (Ccomp) i *Cystoseira* mix (quan trobem en un mateix indret *C. compressa* i *C. stricta*). A més d'aquestes comunitats hi ha les categories de *Corallina-Haliptilon*, corresponent a *Corallina elongata* o *Haliptilon virgatum*, i la d'"Altres" per a la resta de comunitats. Finalment NA significa no avaluat (sectors de costa sorrenca i interiors de ports, o substractes sense cap comunitat). Els colors corresponents a aquestes categories, que s'utilitzaran en tots els gràfics d'aquest informe, es presenten a la Taula 2.4.

Taula 2.4. Comunitats representades en els mapes del litoral balear.

CATEGORIA	COLOR
CMA	
CA	
CPA	
Ccomp	
Cmix	
<i>Corallina-Haliptilon</i>	
Altres	
NA	

El que podem veure a la figura 2.1 és que, en general, la presència de *Cystoseira stricta* és majoritària a totes les illes, si bé observem que els valors més alts es troben a les illes Pitiüses (un 92,5% en comparació amb el 85% de Mallorca i el 73,5% de Menorca). Les abundàncies d'aquesta espècie es mantenen proporcionals a cada illa, és a dir, que generalment el percentatge més alt és el de CMA (*Cystoseira* molt abundant), i el menys abundant CPA (*Cystoseira* poc abundant), encara que observem una excepció en el cas de Menorca, on el percentatge de CA (*Cystoseira* abundant) és lleugerament superior al CMA. Cal destacar el cas de Menorca, que a diferència de les altres illes, presenta un percentatge prou alt d'"Altres" espècies i d'altres grups del gènere *Cystoseira* (11,5% d'"Altres", 5,5% de comunitats mixtes del gènere *Cystoseira* i 0,7% de *C. compressa*). Respecte a l'abundància de *Corallina elongata* i *Haliptilon virgatum*, els valors són semblants a les altres illes, si bé apreciem un gradient des de Mallorca (12,1%), passant per Menorca (9,4%) fins arribar a Pitiüses (5,4%).

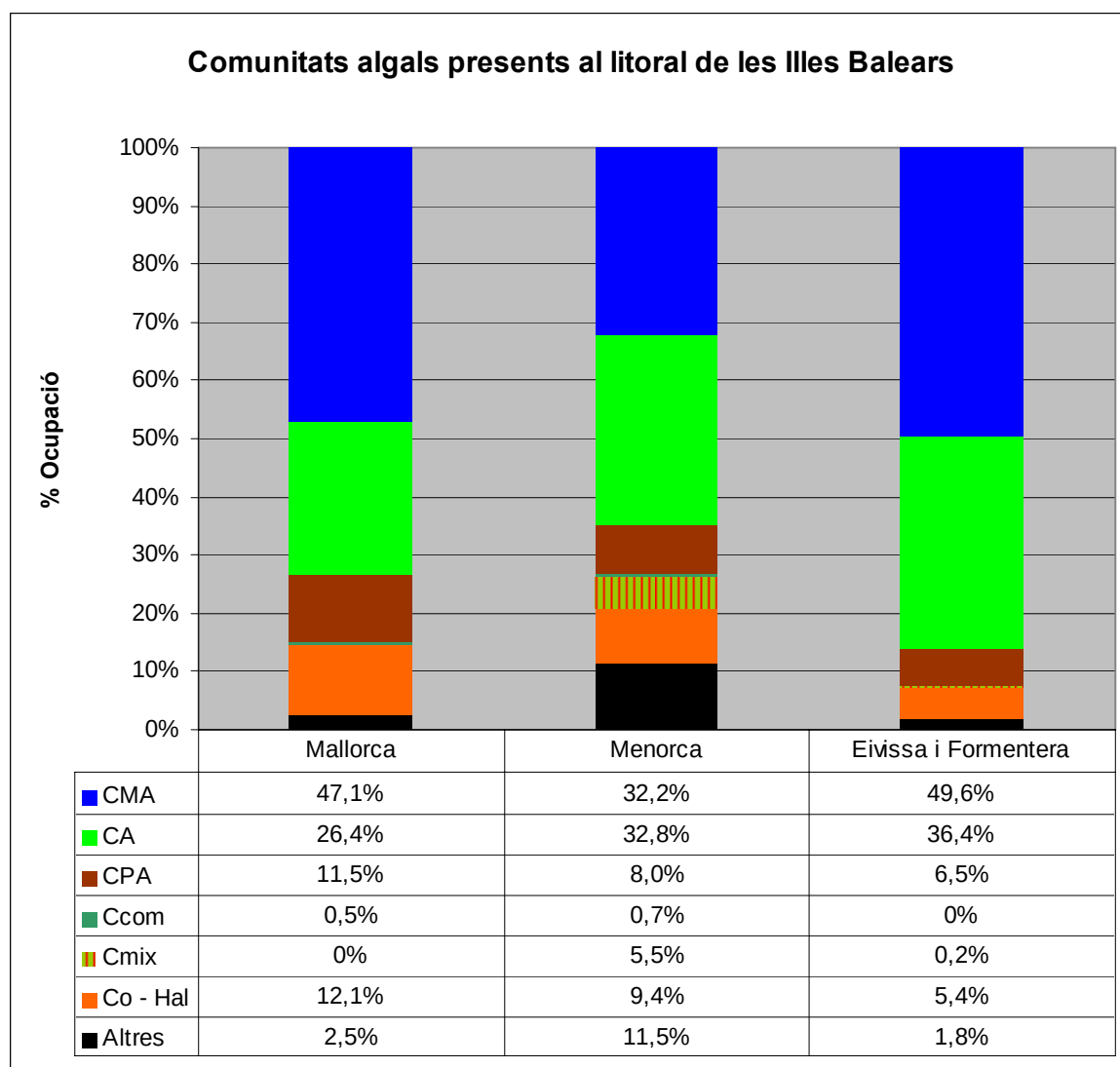


Figura 2.1. Representació de les comunitats algals al litoral de les Illes Balears. Any 2006.

MALLORCA

Mallorca és l'illa de majors dimensions de l'arxipèlag Balears. Allotja a Palma, la capital de la Comunitat Autònoma, i per tant gaudeix de les activitats econòmiques més impactants del conjunt d'illes, tant per la pressió urbanística, turística i demogràfica, com per l'efecte del transport. Hem de considerar que els ports de Palma i d'Alcúdia suporten un elevat trànsit marítim.

A la taula 2.5 presentem la delimitació de les masses d'aigua del litoral mallorquí, el número de trams mostrejats per cada massa d'aigua, la longitud de cada massa d'aigua, les longituds dels trams mostrejats i la importància relativa respecte a la longitud de la massa d'aigua en percentatge. S'han anomenat els trams que pertanyen al mateix municipi o a la mateixa massa d'aigua per tal de diferenciar-los.

Taula 2.5: Denominació i longituds de les masses d'aigua i els trams mostrejats i percentatge mostrejat a cada massa d'aigua a Mallorca.

MALLORCA								
MASSA D'AIGUA	DELIMITACIÓ	Nº TRAMS	MUNICIPI	NOMS TRAMS	Long. MA (km)	Long. tram (km)	% Mostrejat	
MA-1A	Cala Falcó – Na Foradada	1	Calvià	Port Adriano	32,2	13,1	41	
MA-1B	Punta Castellet – Punta Negra	1	Andratx	Port Andratx	50,3	16,6	33	
MA-2	Badia de Santa Ponça	1	Calvià	Santa Ponça	14,5	7,3	51	
MA-3A	Punta Negra – Cap Gros	2	Andratx	ses Bases	61,7	6,3	10,2	26,5
			Deià	Deià		10,1	16,3	
MA-3B	Ses Puntes – Illa Formentor	2	Escorca	Escorca	102,0	17,3	17	27
			Pollença	CapFormentor		10,1	10	
MA-4	Badia de Sóller	1	Sóller	Sóller	6,0	5,4	91	
MA-5	Badia de Pollença	2	Pollença	Cala Pi	46,0	8,9	19,4	31
			Alcúdia	Port Bonaire		5,3	11,5	
MA-6	Cap Pinar – Illa d'Aucaunada	1	Alcúdia	Cap Pinar	13,9	8,6	62	
MA-7	Illa d'Aucaunada – Colònia St. Pere	2	Alcúdia	Port Alcúdia	42,6	10,0	23,5	36
			Artà	Colònia St.Pere		5,3	12,3	
MA-8	Colònia St. Pere – Cap Capdepera	1	Capdepera	Cap des Freu	39,8	8,2	21	
MA-9	Cap de Capdepera –	2	Capdepera	Cap Vermell	87,5	8,8	10,1	23

MALLORCA								
	Portocolom		Manacor	Manacor		11,1	12,7	
MA-10	Punta des Jones – Cala Figuera	1	Santanyi	Mondragó	37,5	18,9	50	
MA-11	Cala Figuera – Cala Beltran	1	Santanyi	Cala Llombards	73,9	8,7	12	
MA-12	Cabrera	1	Palma	Cabrera	60,5	7,7	13	
MA-13	Cala Beltran – Cap de Regana	1	Llucmajor	Cap Blanc	14,3	7,5	52	
MA-14	Cap de Regana – Cap de Enderrocat	1	Llucmajor	Badia Blava	11,0	11,0	100	
MA-15	Cap de Enderrocat – Cala Major	2	Llucmajor	s’Arenal	64,2	6,6	10,4	24
			Palma	Can Pastilla		8,7	13,6	
MA-16	Cala Major – Cala Falcó	1	Calvià	Portals Nous	31,8	14,4	45	

La figura 2.2. representa les longituds de les masses d'aigua, el tram mostrejat, i la part que ha pogut ésser avaluada (s'exclouen zones sorrenques, de difícil accés i interior dels ports), per tal de definir l'aproximació del mostreig a la situació real. Hem de considerar que la diferència entre longitud mostrejada i longitud avaluada depèn de la quantitat de costa corresponent a l'interior de ports i platges.

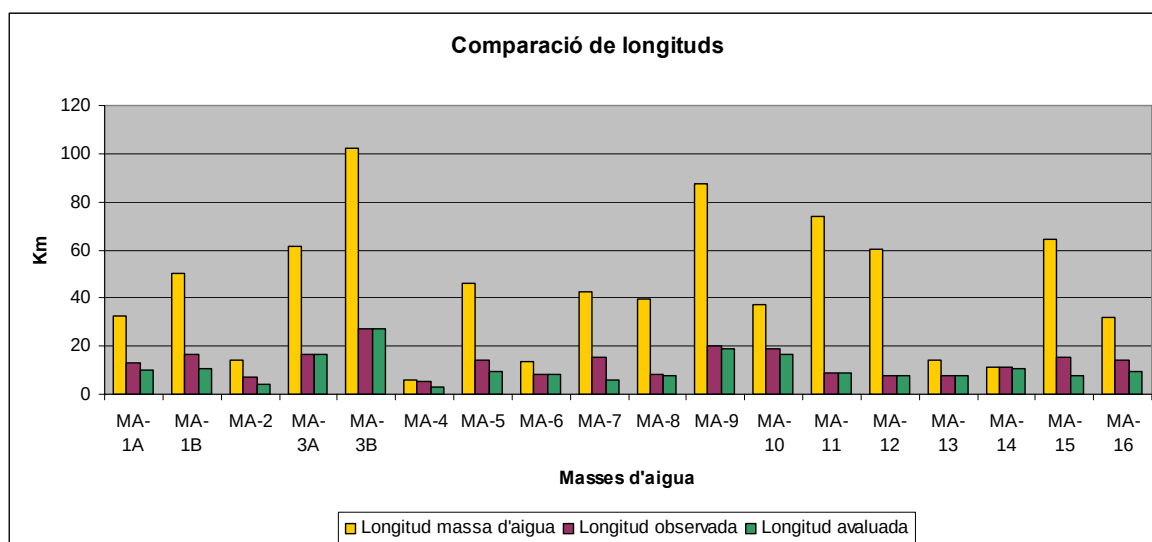


Figura 2.2: Representació de les longituds mostrejades i avaluades i importància relativa respecte a la longitud de la massa d'aigua a Mallorca.

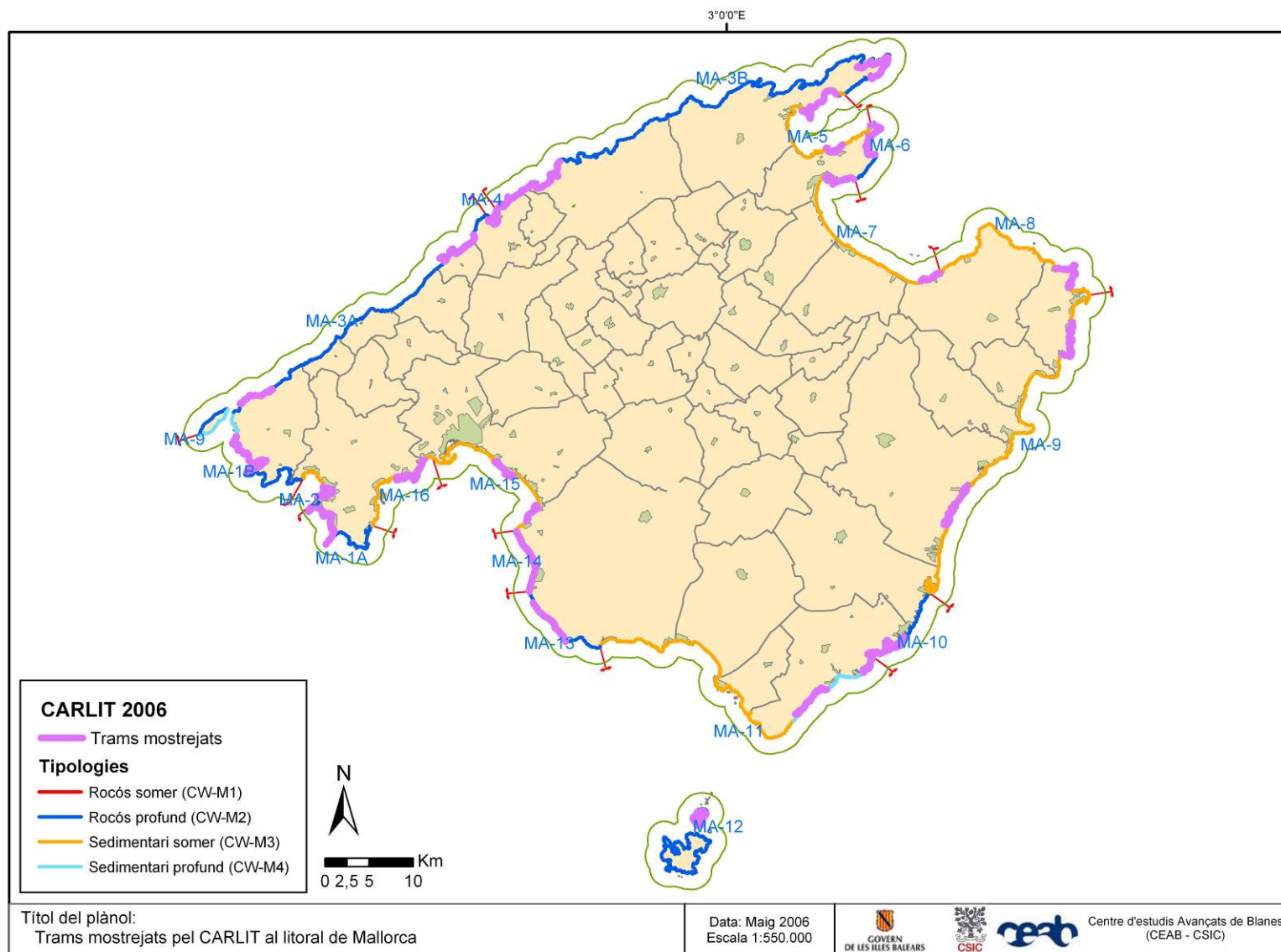


Figura 2.3: Trams mostrejats al litoral de Mallorca. Any 2006

La descripció de les situacions trobades als mostrejos de cada massa d'aigua es presenta a la figura 2.4.

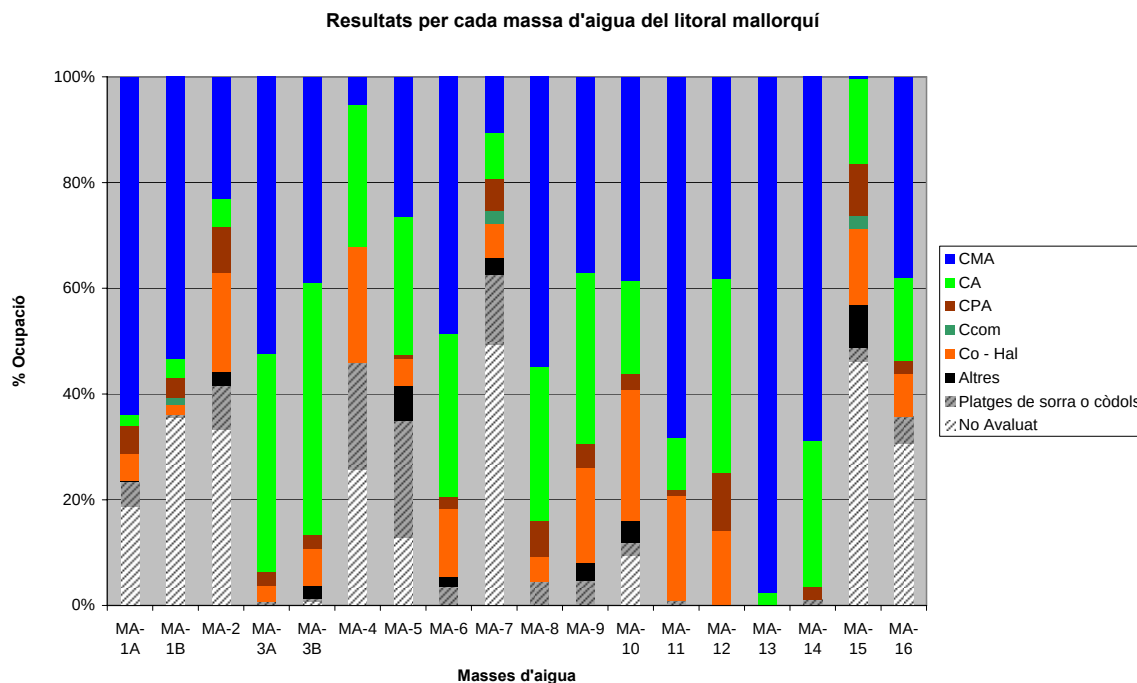


Figura 2.4. Resultats per cada massa d'aigua a l'illa de Mallorca.

A la figura 2.4. podem veure les proporcions de longituds mostrejades per cada massa d'aigua de la costa mallorquina. Hem representat amb línies diagonals la part no avaluada, considerant aquesta com les zones de platges on no poden implantar-se algues (Platges de sorra o còdols), o bé l'interior dels ports per considerar que són indrets de condicions molt diferents i no comparables amb la resta, que distorsionaria els resultats (No Avaluat al gràfic). També s'han inclòs en aquest darrer grup aquells indrets que no es van poder avaluar pel difícil accés amb la Zodiac, però constitueixen casos aïllats, de longitud irrellevant.

En el grup NA-“Platges” podem observar a simple vista al gràfic quines masses d'aigua són més sorrenques i quines més rocoses, si bé hem d'aclarir que un dels criteris de selecció dels trams de costa a mostrejar era que fossin majoritàriament rocosos, permetent el desenvolupament de comunitats algals.

El grup “No Avaluat”-Ports ens reflexa precisament aquelles masses d'aigua que allotgen ports, com és el cas de les masses MA-1A (Port Adriano), MA-1B (Port d'Andratx), MA-2 (Club Nàutic de Santa Ponça), MA-4 (Port de Sóller), MA-5 (Port de Pollença), MA-7 (Port d'Alcúdia), MA-10 (Porto Petro), MA-15 (Club Marítim de Sant Antoni de la Platja, Club Marítim s'Arenal i Club

Nàutic de Cala Gambes) i MA-16 (Port Portals i Port de Calanova). Representen un percentatge molt alt, perquè els espigons interiors fan que incrementi molt la longitud considerada, encara que no suposin una longitud de línia de costa real molt elevada.

A la figura següent podem veure exclusivament les comunitats algals trobades a cada massa d'aigua.

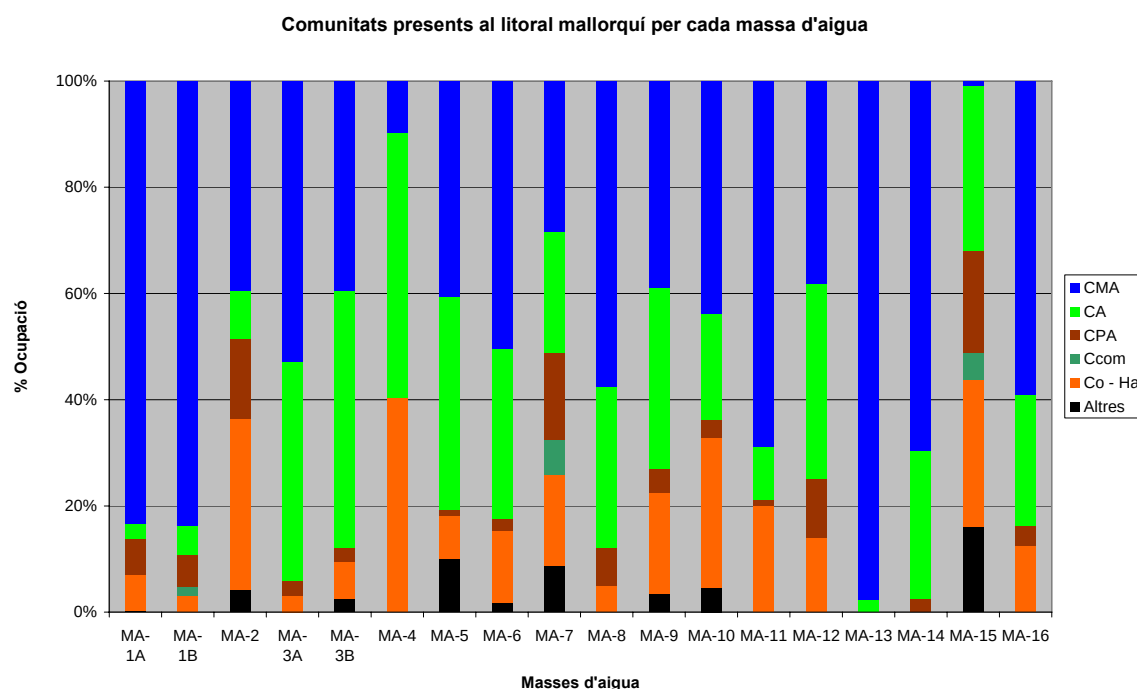


Figura 2.5: Percentatge d'ocupació de cada comunitat algal per cada massa d'aigua a Mallorca.

A la figura 2.5. representem les abundàncies de comunitats algals presents al litoral mallorquí, detallades per cada massa d'aigua. El primer tret que ens crida l'atenció és que el percentatge d'ocupació de *Cystoseira stricta* sempre és superior al 60%, excepte en els casos de les masses d'aigua MA-4 (Badia de Sóller) i MA-15 (s'Arenal i Can Pastilla). Dins d'aquesta valoració, destaquem les masses d'aigua MA-1A (Port Adriano), MA-1B (Port Andratx) i MA-13 (Cap Blanc), que tenen valors de CMA superiors al 80%. A l'altre extrem tenim les masses d'aigua MA-4 (Badia de Sóller), MA-7 (Port Alcúdia i Colònia de Sant Pere) i MA-15 (s'Arenal i Can Pastilla), masses d'aigua que allotgen les badies de Sóller, Alcúdia i Palma respectivament, on veiem una proliferació de Coral·linàcies i d'"Altres" espècies acompanyants, alhora que disminueix l'abundància de *Cystoseira*. També apreciem uns valors alts de *Corallina* a les masses d'aigua MA-2 (Badia de Santa Ponça), MA-10 (Mondragó) i MA-11 (Cala Llombards), si bé és possible que la presència d'aquesta comunitat en aquests indrets vingui donada pel tipus d'inclinació del substrat, principalment extraplomat. Cal destacar la presència de *Cystoseira compressa* a les masses d'aigua MA-1B (Port Andratx), MA-7

(Port Alcúdia i Colònia de Sant Pere) i MA-15 (s'Arenal i Can Pastilla), així com que no s'han descrit comunitats mixtes del gènere *Cystoseira*.

A continuació descrivim els trams mostrejats en cadascuna de les masses d'aigua, per tal de definir les diferents comunitats algals.

MA-1A: Cala Falcó – Na Foradada

Aquesta massa d'aigua se situa al sud – sud-oest de l'illa i pertany al municipi de Calvià. Està poc urbanitzada i hi trobem Port Adriano. Per desenvolupar el mostreig s'ha seleccionat un tram que va des d'Es Malgrat fins a l'Illa del Toro, amb una longitud de 13 km, havent-se mostreat un 41% de la massa d'aigua.

En general hem trobat parets baixes amb substrats sub-verticals i horitzontals, on es desenvolupa un horitzó continu de *C. stricta* (valors entre 4 i 5) llevat de l'espigó de Port Adriano, on hem trobat *Cystoseira* poc abundant (valors 2 – 3). També hi ha havia algun tros on el substrat era vertical amb poca *C. stricta* o gens, fins i tot substrats extraplomats amb comunitat de *Corallina elongata*.

MA-1A Percentatge mostreat: 40,76%		Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
Comunitat				
U		33	0,25%	0,33%
Co		679	5,17%	6,75%
Cs2		210	1,60%	2,08%
Cs2-3		468	3,56%	4,65%
Cs3		226	1,72%	2,25%
Cs3-4		59	0,45%	0,58%
Cs4		2491	18,96%	24,75%
Cs4-5		2500	19,03%	24,83%
Cs5		3401	25,89%	33,78%
NA		2455	18,69%	
P		615	4,68%	
Total:		13136		

MA-1B: Punta des Castellot – Punta Negra

Aquesta massa d'aigua es troba al sud-oest de Mallorca i pertany als municipis d'Andratx i Calvià. Les poblacions més importants son les de Sant Elm, Port d'Andratx i Camp de Mar. Trobem el

Port d'Andratx.

S'ha mostrejat un tram que va des del Cap de sa Mola fins a Punta des Moro, amb una longitud de 17 km, el que suposa un 33% de la massa d'aigua. Predomina un substrat sub-vertical o de blocs mètrics on la comunitat de *Cystoseira stricta* és molt abundant (valors 4–5). Hi trobem llocs amb substrat vertical on l'horitzó de *C. stricta* és discontinu o hi ha *Corallina elongata*, principalment al costat sud del Port d'Andratx. Com espècies singulars trobem *Cystoseira compressa* i *Colpomenia* sp. a l'espigó exterior del port, sobre els blocs artificials. Només no va ser avaluada una petita platja al costat del port, Cala d'Egos.

MA-1B Percentatge mostrejat: 33,11%	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	Co	318	1,91%	3,00%
	Ccomp	191	1,15%	1,79%
	Cs2	639	3,84%	6,01%
	Cs3	592	3,56%	5,57%
	Cs4	1210	7,27%	11,39%
	Cs4-5	3258	19,57%	30,66%
	Cs5	4416	26,53%	41,57%
	NA	5912	35,52%	
	P	108	0,65%	
		Total:	16644	

MA-2: Badia de Santa Ponça

Aquesta massa d'aigua se situa al sud-oest de l'illa i pertany al municipi de Calvià. Els nuclis de població més importants són Peguera, Santa Ponça i la urbanització Costa de la Calma. Es considera una zona molt freqüentada, i hi trobem el Club Nàutic de Santa Ponça. Hem mostrejat un tram des d'Es Morro d'en Grosset fins a Cala Blanca, 7 km que suposen el 51% de la massa.

Les comunitats algals varien molt al llarg del tram. Només trobem horitzons de *Cystoseira stricta* continus als substrats horitzontals (valors 4–5). A les parets subverticals aquest horitzó està fragmentat (valor 3), i a les parets verticals hi trobem *Halimtilon virgatum*, *Corallina elongata* i ulvàcies. Hi ha sortides d'aigua dolça on només creixen ulvàcies. Destaquem la presència a l'extrem nord de la massa d'aigua d'una petita població de *C. compressa*. No s'ha avaluat la platja de Santa Ponça, de longitud considerable i sorrenca.

MA-2		<i>Longitud</i>	<i>Percentatge</i>	<i>Percentatge</i>
Percentatge mostrejat: 50,50%		<i>tram (m)</i>	<i>observat</i>	<i>avaluat</i>
<i>Comunitat</i>				
U		150	2,05%	3,52%
Af		33	0,45%	0,78%
Co		1239	16,95%	29,06%
Cs1		77	1,06%	1,81%
Cs2		560	7,66%	13,13%
Cs3		385	5,28%	9,04%
Cmix4		230	3,14%	5,39%
Cs4		1223	16,74%	28,70%
Cs4-5		231	3,16%	5,42%
Halip		135	1,84%	3,16%
NA		2440	33,39%	
P		604	8,27%	
Total:		7307		

MA-3A: Punta Negra – Cap Gros

Aquesta massa d'aigua es troba a la costa de la Serra de Tramuntana, al nord-oest de l'illa. Engloba sis municipis (Andratx, Estellencs, Banyalbufar, Valldemossa, Deià i Sóller). És una zona molt poc poblada. No n'hi ha cap port important. Com que la massa d'aigua és molt extensa, s'han mostrejat dos trams de costa per tenir la seva màxima representativitat.

El primer tram es troba a la part meridional, entre Es Morro de sa Ratjada i Es Ratjoli i pertany al municipi d'Andratx. Té una longitud de 6 km, suposant el 10% de la massa d'aigua. És una zona de penya-segats alts. Trobem *Cystoseira stricta* en tot el tram, a excepció d'un tram vertical a Es Morro de sa Ratjada, on trobem *C. elongata*. Generalment *C. stricta* mostra valors alts als indrets horitzontals, subverticals i blocs mètrics (valors 4 – 5) i valors més baixos en parets verticals o subverticals (valors 2–3).

El segon tram és més septentrional i proper a Sóller, entre Es Salt del Bosc i sa Punta de sa Foradada i pertany al municipi de Deià. Té una longitud de 10 km, el que suposa un 16% de la massa d'aigua. Aquest tram es caracteritza per parets baixes i per blocs mètrics. La població de *Cystoseira stricta* es desenvolupa molt bé als trams amb una inclinació horitzontal (valor 5) i subvertical (valors 3–4). A les escasses parets verticals trobem valor 3 de *C. stricta* o *C. elongata*.

MA-3A Percentatge mostrejat: 26,53%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	Co	497	3,03%	3,05%
	Cs2	460	2,81%	2,83%
	Cs3	3587	21,91%	22,05%
	Cs3-4	3135	19,15%	19,28%
	Cs4	4227	25,82%	25,99%
	Cs4-5	354	2,16%	2,18%
	Cs5	4005	24,46%	24,63%
	P	108	0,66%	
Total: 16373				

MA-3B: Ses Puntes – Illa de Formentor

Aquesta massa d'aigua també es troba a la Serra de Tramuntana, al nord-oest de l'illa. Està formada pels municipis de Sóller, Fornalutx, Escorca i Pollença. Igualment és una zona molt poc habitada i no hi ha cap port important. S'han mostrejat dos trams.

El primer tram és el més meridional, amb orientació nord-oest (encara pertany a la costa de Tramuntana) i es troba entre el Morro de na Mora i Punta de sa Corda, al municipi d'Escorca. Té una longitud de 17 km, representant el 17% de la massa d'aigua. La majoria del tram està format per parets baixes i presenten alternança de parets subverticals i blocs mètrics amb una comunitat de *Cystoseira stricta* ben formada i continua (valor 4–5). Entre Punta de na Mora i Morro de Cala Rotja trobem paret alta, als trams subverticals trobem *C. stricta* amb valors 3–4 i als verticals valor 3. En aquest tram tenim una platja de sorra i grava sense avaluar, Cala Tuent.

El tram septentrional correspon a la punta de la península de Formentor, entre Cala Figuera i Cala en Gossalba i pertany al municipi de Pollença. S'han mostrejat 10 km, que són el 10% de la longitud de la massa d'aigua. Distingim dues parts en funció de l'orientació. La part sud-est del tram és costa baixa i presenta zones intercalades de paret subvertical amb un horitzó discontinu de *Cystoseira stricta* (valor 3) i paret extraplomada amb *Corallina elongata*. La part nord del tram presenta paret alta des del Cap de Formentor fins al Racó del Xot, i la resta és paret baixa. Aquí *C. stricta* presenta un valor de 4–5 a les parets horitzontals i de 2–3 a les parets verticals o subverticals.

MA-3B		Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
Percentatge mostejat: 26,87%		Comunitat		
	Af+U	685	2,50%	2,53%
	Co	187	6,84%	6,93%
	Cs2	708	2,58%	2,62%
	Cs3	8351	30,47%	30,89%
	Cs3-4	4759	17,37%	17,60%
	Cs4	7427	27,10%	27,47%
	Cs4-5	758	2,76%	2,80%
	Cs5	2476	9,03%	9,16%
	NA	204	0,75%	
	P	162	0,59%	
Total:		27403		

MA-4: Badia de Sóller

Es troba al nord-oest de l'illa, a la costa de la Serra de Tramuntana. Pertany al municipi de Sóller, i considerem el Port de Sóller com l'estructura artificial i l'assentament poblacional més important de la massa d'aigua i de la costa de Tramuntana. Durant el període de mostreig, s'estaven desenvolupant obres d'ampliació del port.

S'ha mostrejat un tram de 5.4 km de longitud, que suposa el 91% de la massa d'aigua. Diferenciem dues parts en funció del tipus de substrat: artificial o natural. A la part artificial, ocupada quasi en la seva totalitat per l'espigó, trobem comunitats mixtes de *Corallina elongata* i ulvàcies, *Halimnion* *virgatum* o cap espècie d'alga. En canvi, la part natural és subvertical. A la cara nord de la badia es desenvolupa una comunitat densa de *Cystoseira stricta* (valor 4), i a la cara sud trobem principalment *Corallina elongata* i un petit tros de *C. stricta* valor 3. Existeix en aquest tram una platja de grava considerablement llarga, la platja d'en Repic.

MA-4		Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
Percentatge mostrejat: 90,58%					
		Co	490	9,03%	16,71%
		Halip	696	12,80%	23,70%
		Cs3	133	2,45%	4,53%
		Cs3-4	1334	24,55%	45,45%
		Cs4	282	5,19%	9,61%
		NA	1401	25,79%	

P	923	16,99%
R	174	3,21%

Total: 5435

MA-5: Badia de Pollença (entre l'Illa Formentor i el Cap Pinar)

Es troba al nord-est de l'illa i pertany als municipis de Pollença i Alcúdia. La població més important és la del Port de Pollença. Es tracta d'una zona bastant poblada i turística. Presenta tres ports importants: el Port de Pollença, la Base Naval i el Port Esportiu "El Cocodrilo". En aquesta massa d'aigua s'han mostrejat dos trams.

El primer correspon al municipi de Pollença, entre l'illa de Formentor i la Base Naval, amb 9 km, que representen el 19.4% de la longitud total de la massa d'aigua. Trobem tres zones ben diferenciades: la part de Cala Pi (o Cala Formentor) és predominantment sorrenca, intercalada per estructures artificials (petits embarcadors i espigons) i roques aïllades. A les estructures artificials s'assenten algues fotòfiles, ulvàcies i a vegades peus aïllats de *Cystoseira stricta*, mentre que a les roques naturals hi ha un horitzó de *C. stricta* discontinu (valor 3). La segona zona, des de Cala Formentor fins a la punta de l'Avançada és totalment rocós i predomina la paret subvertical amb valors alts de *C. stricta* (valor 4–5), encara que també trobem *C. stricta* valor 3 en substrat subvertical o vertical i *Corallina elongata* en paret vertical o extraplomat. La tercera zona va des d'aquest darrer punt fins al port de Pollença on hi ha una paret sense cap comunitat algal, i finalment trobem *Litophyllum byssoides* a la part exterior de l'espigó.

El segon tram està situat al nord del municipi d'Alcúdia, amb una longitud de 5 km, essent el 11.5% de la massa d'aigua. Observem una gradació de comunitats que canvien respecte al Port Esportiu "El Cocodrilo", situat al mig del tram. A l'espigó exterior, sobre els blocs mètrics, trobem una comunitat d'*Halitilon virgatum*. A ambdós costats del port trobem paret horitzontal amb un horitzó discontinu de *Cystoseira stricta* (valor 3). La resta de la paret rocosa presenta un patró de *C. stricta* molt abundant (valor 4 o 5) a les parets horitzontals i abundant (valor 3) a les parets amb blocs mètrics o subverticals. També trobem algues fotòfiles i *Gelidium* a un parell de cales a l'oest del port. Hi ha dues platges que són de sorra.

MA-5 Percentatge mostrejat: 30,90%	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	U	106	0,75%	1,15%
	Af	584	4,12%	6,33%

L	247	1,74%	2,68%
Co	413	2,91%	4,47%
Halip	324	2,28%	3,50%
Cs1	54	0,38%	0,59%
Cs2	58	0,41%	0,63%
Cs3	3276	23,07%	35,45%
Cs3+U	131	0,92%	1,42%
Cs3-4	302	2,13%	3,27%
Cs4	2649	18,65%	28,66%
CS4-5	804	5,66%	8,70%
Cs5	293	2,06%	3,17%
NA	1840	12,96%	
P	1617	11,39%	
R	1502	10,58%	

Total: 14199

MA-6: Cap Pinar – l’Illa d’Aucanada

Aquesta massa d’aigua està situada a la part nord-est de l’illa, amb una orientació est, i pertany al municipi d’Alcúdia. És una zona poc poblada i tampoc no hi ha cap port.

La zona de mostreig es troba entre Punta Negra i Cap de Menorca, amb una longitud de 8.6 km que suposa el 62% de la massa d’aigua. A la part nord del tram, entre Punta Negra i Cap des Pinar, les parets són alternativament subverticals amb *Cystoseira stricta* abundant (valor 3) i verticals amb *Corallina elongata*. A la resta del tram generalment trobem *C. stricta* molt abundant (valors 4 o 5) amb algun tros abundant (valor 3) i altres a les parets verticals de *Corallina elongata*. Hem trobat “Trottoir” associat a *C. stricta* o a *C. elongata*. Hi ha una platja de sorra no avaluada, Coll Baix.

MA-6 Percentatge mostrejat: 61,78%	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	Co	1118	13,05%	13,53%
	Cs2	185	2,16%	2,24%
	Cs3	1764	20,59%	21,35%
	Cs3+T	319	3,72%	3,86%
	Cs3-4	559	6,53%	6,77%
	Cs4	2453	28,64%	29,70%
	Cs4+T	457	5,34%	5,54%
	Cs4-5	298	3,47%	3,60%
	Cs5	678	7,92%	8,21%
	Cs5+T	280	3,27%	3,39%

T	149	1,74%	1,81%
P	221	2,58%	
R	85	0,99%	

Total: 8565

MA-7: Badia d'Alcúdia (entre l'Illa d'Aucanada i la Colònia de St. Pere)

Aquesta massa d'aigua es troba al nord-est de l'illa i pertany als municipis d'Alcúdia, Muro, Santa Margalida i Artà. En general es tracta d'un litoral prou habitat, hi ha assentaments poblacionals importants i turístics com Port d'Alcúdia, Can Picafort, Colònia de Sant Pere i nombroses urbanitzacions. Les estructures artificials més importants són les associades a aquestes poblacions: el Port d'Alcúdia, el port esportiu de Can Picafort i el Club Nàutic de la Colònia de Sant Pere. En aquesta massa d'aigua s'han mostregjat dues zones: el port d'Alcúdia i la Colònia de Sant Pere.

El primer tram pertany al municipi d'Alcúdia i s'ha mostregjat des de la platja d'Aucanada fins al Port d'Alcúdia. Són 10 km de costa, el 23.5% de la massa d'aigua. Des del punt de vista de les comunitats algals distingim tres zones: una primera principalment sorrenca, una segona rocosa i finalment el port, de substrat artificial. A la primera zona no podem descriure comunitats algals, si bé hi ha algunes roques on trobem *Cystoseira stricta* (valor 3). També hi ha un tram artificial sense algues. La segona zona és un tram rocós, on la meitat és de paret subvertical i presenta *C. stricta* (valor 2) i la part més propera al port són blocs decimètrics pelats, ocasionalment amb ulvàcies o fotòfiles. La tercera zona és el port, que a la part exterior dels espigons presenta la comunitat de *Corallina elongata* associada amb fotòfiles, si bé a la part més occidental només trobem blocs mètrics pelats.

El segon tram comprèn de la Punta de sa Barraca fins a la Colònia de Sant Pere i pertany al municipi d'Artà. Són 5 km de costa que suposen el 12% del total de la massa d'aigua. Està format per parets horitzontals on es desenvolupen generalment cinturons de *Cystoseira stricta* molt abundants (valor 4) tot i que a vegades hi ha zones amb valor 3, com és el cas de punta de sa Barraca i als voltants del Club Nàutic de la Colònia de Sant Pere. Precisament allà, sobre el substrat artificial, hi ha peus aïllats de *Cystoseira stricta* o *Cystoseira compressa* (valor 1), així com trobem un espigó de blocs mètrics pelats. Hem trobat un escull de *Dendropoma* més o menys continu associat al gènere *Cystoseira* al llarg de tot el tram.

MA-7				
Percentatge mostrejat: 35,83%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	U	196	1,29%	3,43%
	Af+U	117	0,77%	2,05%
	Af	181	1,19%	3,16%
	Co	990	6,48%	17,30%
	Ccomp	370	2,42%	6,47%
	Cs1	201	1,31%	3,51%
	Cs2	735	4,81%	12,85%
	Cs3	400	2,62%	6,98%
	Cs3+D	710	4,65%	12,40%
	Cs3-4+D	204	1,33%	3,56%
	Cs4+D	1620	10,60%	28,29%
	NA	7535	49,34%	
	P	1284	8,41%	
	R	729	4,77%	
Total:		15271		

MA-8: Entre Colònia de St. Pere i el Cap de Capdepera

Aquesta massa d'aigua se situa al nord nord-est de l'illa i pertany als municipis d'Artà i Capdepera. És una zona poc habitada, només hi trobem un parell d'urbanitzacions.

S'ha mostrejat un tram de 8 km, que representa el 21% de la longitud de la massa d'aigua. El tram se situa entre les platges de Cala Mesquida i Cala Agulla, al municipi de Capdepera. Trobem parets horitzontals, excepte al voltant del Cap des Freu, on és predominantment subvertical. Respecte a les comunitats algals, trobem *Cystoseira stricta* (valors 3, 4 o 5) excepte un parell de trossos amb valors baixos (valors 1 o 2), i en aquells punts on trobem paret vertical, hi ha *Corallina elongata* o peus aïllats de *Cystoseira* (valor 1). Un fet destacable és que entre Cala Mesquida i Cap des Freu, trobem un cinturó constant de "Trottoir" acompanyant a *C. stricta*.

MA-8				
Percentatge mostrejat: 20,71%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	Co	391	4,75%	4,97%
	Cs1	226	2,75%	2,87%
	Cs1+T	138	1,68%	1,76%
	Cs2	199	2,41%	2,52%
	Cs3	378	4,59%	4,81%

Cs3+T	1219	14,80%	15,50%
Cs3-4+T	796	9,66%	10,12%
Cs4	3641	44,20%	46,28%
Cs4+T	486	5,90%	6,18%
Cs4-5	333	4,04%	4,23%
Cs5	60	0,73%	0,76%
P	291	3,54%	
R	79	0,95%	

Total: 8237

MA-9: Cap de Capdepera – Porto Colom

Se situa a la costa de Llevant, al sud-est de l'illa. Pertany als municipis de Capdepera, Son Servera, Sant Llorenç, Manacor i Felanitx. Hi trobem les poblacions de Portocristo, Portocolom, nombrosos hotels i moltes urbanitzacions repartides pel litoral, així com els nuclis de poblacions de Son Servera i Capdepera, que no estan a la costa però són ben aprop. Es tracta d'una zona molt urbanitzada i turística. Aquí es localitzen els ports de Cala Bona, Portocristo i Portocolom. En aquesta massa d'aigua s'han mostrejat dos trams, un al municipi de Capdepera, i un altre al municipi de Manacor.

El tram de Capdepera correspon a la costa entre es Carregador i Canyamel. S'han mostrejat 9 km, que suposen el 10% de la massa d'aigua. És una costa plena de petites cales de sorra i de pedres. El litoral d'aquest tram és de parets horitzontals i subverticals i generalment la comunitat de *Cystoseira stricta* es troba en molt bones condicions, presentant valors de 4 o 5. Trobem *Corallina elongata* a les parets verticals o extraplomades i ulvàcies a prop de Canyamel, Cala Provençal i sa Font de sa Cala. També hi ha "Trottoir" a Cap Vermell.

El tram de Manacor va des de Cala Anguila fins a Cala Virgili. És un tram d'11 km, que suposa el 12.7% de la massa d'aigua. Es tracta d'una costa molt retallada amb moltes petites cales. El patró general d'aquest tram és de paret subvertical amb un cinturó discontinu de *Cystoseira stricta* (valor 3) alternat amb trossos de paret extraplomada o vertical amb *Corallina elongata*, especialment en les entrades del mar a terra. A les zones on es presenta paret horitzontal, generalment trobem valors alts de *C. stricta* (valors 4 o 5). Hi ha altres trams on trobem algues fotòfiles, com a Cala Varqués, i entre Cala Sequer i Cala Magraner. S'ha trobat restes de *Posidonia oceanica* a les cales Falcó, Magraner, Pilota i Virgili.

MA-9 Percentatge mostrejat: 22,72%	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	U	118	0,60%	0,63%
	Af	537	2,70%	2,83%
	Co	3598	18,10%	19,00%
	Cs1	241	1,21%	1,27%
	Cs2	628	3,16%	3,32%
	Cs3	4104	20,64%	21,67%
	Cs3-4	2341	11,77%	12,36%
	Cs4	6498	32,68%	34,32%
	Cs4+U	256	1,29%	1,35%
	Cs4-5	167	0,84%	0,88%
	Cs5	446	2,24%	2,36%
	P	847	4,26%	
	R	102	0,51%	
Total: 19883				

MA-10: Punta des Joncs (Porto Colom) – Cala Figuera

Aquesta massa d'aigua se situa al sud-est de l'illa, als municipis de Felanitx i Santanyí. Trobem les poblacions de Cala d'Or, Portopetro i nombroses urbanitzacions i hotels. És una zona molt turística i poblada. Els ports més importants són el Club Nàutic de Cala d'Or i Portopetro.

S'ha mostrejat un tram de 19 km de longitud que representa el 50% de la massa d'aigua. Se situa al municipi de Santanyí i està entre Cala Llonga i la Torre d'en Beu. És una costa molt retallada amb moltes cales petites de sorra. En general, els trams exposats a mar obert, presenten molta *Cystoseira stricta* (valor 4 o 5), tant si el substrat és horitzontal com si és subvertical (si bé és més freqüent la segona situació), combinat amb la presència de petits i escassos trams de parets extraplomades o verticals amb *Corallina elongata*. A les zones més resguardades i properes a les cales augmenta la presència de trams extraplomats o verticals amb *C. elongata* i es fa menys abundant *C. stricta*, que apareix en cinturons discontinus (valor 3). A les zones artificials o en contacte directe amb les platges és habitual trobar ulvàcies.

MA-10 Percentatge mostrejat: 50,40%	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	U	211	1,11%	1,27%
	Af+U	423	2,24%	2,54%

Af	122	0,65%	0,73%
Co	4698	24,85%	28,23%
Cs1	372	1,97%	2,24%
Cs2	211	1,11%	1,27%
Cs3	2569	13,59%	15,44%
Cs3-4	761	4,03%	4,57%
Cs4	5378	28,45%	32,31%
Cs4-5	1234	6,53%	7,42%
Cs5	665	3,52%	3,99%
NA	1810	9,57%	
P	452	2,39%	

Total: 18905

MA-11: Cala Figuera – Cala Beltran

Aquesta massa d'aigua se situa al sud de l'illa. Pertany als municipis de Santanyí, Ses Salines, Campos i Lluçmajor. Trobem petites poblacions com s'Estanyol de Migjorn, son Bieló, sa Ràpita, i Colònia de Sant Jordi, on trobem el Club Nàutic de s'Estanyol de Migjorn, Club Nàutic de Sa Ràpita i el Club Nàutic de la Colònia de Sant Jordi.

S'ha mostregjat un tram que pertany al municipi de Santanyí i va des de Punta de sa Fontanella a Es Caló des Màrmols. Són pràcticament 9 km de costa que suposen el 12% de la massa d'aigua. Quasi en la seva totalitat, trobem un cinturó constant i continu de *Cystoseira stricta* (valor 4 o 5), desenvolupant-se sobre paret subvertical, horitzontal o blocs mètrics. També apareixen trams de paret extraplomada o vertical amb *Corallina elongata*. Les excepcions a aquest patró les trobem entre es Caló des Moro i es Marquer s'Almunia, on augmenta la proporció de *C. elongata* associada a paret vertical o extraplomada, i l'abundància de *C. stricta* a les parets subverticals disminueix (valor 3).

MA-11		Longitud	Percentatge	Percentatge
Percentatge mostregjat: 11,72%		tram (m)	observat	avaluat
	Comunitat			
	Co	1727	19,95%	20,12%
	Cs2	85	0,99%	0,99%
	Cs3	409	4,73%	4,77%
	Cs3-4	454	5,25%	5,29%
	Cs4	3786	43,76%	44,13%
	Cs4-5	1393	16,09%	16,23%
	Cs5	727	8,40%	8,47%

P	72	0,83%
---	----	-------

Total: 8652

MA-12: Cabrera

La massa d'aigua 12 correspon a la zona marítima que engloba l'arxipèlag de Cabrera. Es troba al sud de Mallorca, i pertany al municipi de Palma. Està pràcticament despoblada i només trobem el moll del port de Cabrera com estructura artificial.

De l'arxipèlag de Cabrera hem triat l'illa des Conills per fer el mostreig. Són 8 km que suposen el 13% de la longitud total de la massa. Es tracta d'una petita illa de parets baixes i generalment subverticals. A la part est trobem un cinturó pràcticament continu de *Cystoseira stricta* molt abundant (valor 4 o 5), si bé a la cara oest de l'illa predomina un horitzó més feble i discontinu (valor 3) i alternança amb parets verticals o extraplomades amb *C. elongata* o peus aïllats de *C. stricta*.

<i>MA-12</i> Percentatge mostrejat: 12,75%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	Co	1082	14,03%	14,03%
	Cs1	859	11,14%	11,14%
	Cs3	2285	29,64%	29,64%
	Cs3-4	538	6,98%	6,98%
	Cs4	2245	29,12%	29,12%
	Cs4-5	309	4,01%	4,01%
	Cs5	392	5,08%	5,08%

Total: 7709

MA-13: Cala Beltran – Cap de Regana

Aquesta massa d'aigua es troba al sud-oest de l'illa i pertany al municipi de Lluçmajor. No trobem cap població ni cap port. És una zona molt poc poblada.

En aquest cas hem mostrejat un tram des de Cap Blanc fins a es Torrentó des Colom amb una longitud de 7.5 km que suposa el 52% de la massa. Tota la costa és rocosa i està constituïda per penya-segats de molta alçada, arribant als 85 metres al Cap Blanc, a la falda de les quals trobem parets subverticals i horitzontals en una proporció similar. La valoració de tot aquest tram és la màxima, és a dir, valor 4 o 5 per la comunitat de *Cystoseira stricta*.

MA-13 Percentatge mostrejat: 52,42%				
	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	Cs3	178	2,38%	2,38%
	Cs4	3814	50,98%	50,98%
	Cs5	3490	46,64%	46,64%
	Total:	7482		

MA-14: Cap de Regana – Cap Enderrocat

Aquesta massa d'aigua es troba al sud-oest de l'illa, amb una orientació oest. Té una longitud d'11 km i va ser mostrejada al complet. Pertany al municipi de Lluçmajor. Tota la costa està poblada per diverses urbanitzacions, es tracta d'una zona molt massificada, però no trobem cap port. És una zona exclusivament rocosa amb penya-segats que arriben fins als 120 metres a la base dels quals trobem principalment parets horitzontals o blocs mètrics. Sobre aquest substrat hi ha principalment *Cystoseira stricta* molt abundant (valor 4 o 5), a excepció d'un tram llarg de costa on trobem un horitzó discontinu de *C. stricta* (valor 3) sobre blocs mètrics i un altre més curt de paret subvertical.

MA-14 Percentatge mostrejat: 100,00%				
	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	Cs2	280	2,55%	2,57%
	Cs3	3025	27,48%	27,78%
	Cs4	6894	62,64%	63,32%
	Cs4-5	456	4,14%	4,19%
	Cs5	232	2,11%	2,13%
	P	119	1,08%	
	Total:	11006		

MA-15: Cap Enderrocat – Cala Major

Se situa al sud-oest de l'illa. Es troba als municipis de Lluçmajor i Palma. Allotja la ciutat de Palma i nombroses urbanitzacions. És la zona més habitada de l'illa. Hi trobem el Club Marítim de s'Arenal, el Club Marítim de Sant Antoni de la Platja, el Club Nàutic de Cala Gambes, el Club Marítim de Levante, es Portixol, i el Port de Palma. En aquesta massa d'aigua hem mostrejat dos trams: s'Arenal i Can Pastilla.

El tram mostrejat de s'Arenal pertany a Lluçmajor i va des de Cala Mosques (o Cala Blava) fins al Club Marítim s'Arenal. Té una longitud de 7 km que suposa el 10.5% de la massa d'aigua. Tot el tram mostrejat és rocós. A la part artificial que correspon a l'espigó del Club Marítim trobem una comunitat formada per *Halipylon virgatum*, *Asparagopsis taxiformis* i *Colpomenia sinuosa*. La part natural és substrat horitzontal, excepte la part de Cala Mosques que està constituïda per paret subvertical i extraplomada en una proporció similar i poblada per *Corallina elongata*. Respecte a la resta del substrat natural, el tram més proper al Club marítim de s'Arenal està format per *Halipylon virgatum* amb ulvàcies, a continuació trobem un altre tram de grups o peus aïllats de *Cystoseira stricta* (valor 1 o 2) a vegades associats amb ulvàcies, seguit d'un altre tram amb un cinturó discontinu de *C. stricta* (valor 3), i finalment un petit tram que col·linda amb la MA-14 que presenta molt bones condicions de *C. stricta* (valor 5).

El tram de Can Pastilla pertany al municipi de Palma i va des del Club Marítim de Sant Antoni de la Platja fins al Club Nàutic de Cala Gambes. Són 9 km que suposen el 13.6%. Als espigons dels ports trobem *Halipylon virgatum*, si bé al Club Marítim de Sant Antoni a més a més hi ha *Asparagopsis taxiformis* i *Colpomenia sinuosa*. Tota la part natural és substrat horitzontal on trobem *Cystoseira stricta* abundant (valor 3) o poc abundant (valor 1 o 2) associat a ulvàcies. A es Coll d'en Bernadet trobem peus aïllats de *C. compressa*, i a Cala Gambes i s'Illot de sa Galera, algues fotòfiles, ulvàcies i *Colpomenia sinuosa*. Hi ha un parell de platges on no s'ha pogut mostrejar.

MA-15 Percentatge mostrejat: 23,96%	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	U	791	5,14%	10,03%
	Af	471	3,06%	5,97%
	Co	1626	10,57%	20,61%
	Halip	564	3,67%	7,15%
	Ccomp	399	2,59%	5,05%
	Cs1+U	162	1,05%	2,05%
	Cs1	351	2,28%	4,45%
	Cs1-2	469	3,05%	5,95%
	Cs2	409	2,66%	5,19%
	Cs2-3	120	0,78%	1,52%
	Cs3	2459	15,99%	31,17%
	Cs4	68	0,44%	0,86%
	NA	7090	46,10%	
	P	402	2,62%	

Total: 15381

MA-16: Cala Major – Cala Falcó

Aquesta massa d'aigua es troba al sud-oest de l'illa, amb una orientació sud-est. La major part pertany al municipi de Calvià, i la resta al municipi de Palma. No presenta cap nucli de població, encara que està plena d'urbanitzacions. Hi trobem Port Portals i el Port de Calanova.

S'ha mostrejat un tram de 14 km, el 45% de la massa d'aigua, que va des d'un port fins a l'altre. Als espigons dels ports trobem *Corallina elongata* sobre els blocs artificials. A la resta del tram, llevat d'algunes platges i caletes, trobem un substrat majoritàriament rocós natural horitzontal, amb *Cystoseira stricta* molt abundant (valors 4 o 5), excepte a Cala Bendinat, on només hi ha individus aïllats.

MA-16 Percentatge mostrejat: 45,24%		Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
Comunitat				
Co		1156	8,03%	12,49%
Cs2		352	2,44%	3,80%
Cs3-4		2284	15,87%	24,68%
Cs4		1876	13,03%	20,27%
Cs4-5		1495	10,39%	16,15%
Cs5		2094	14,54%	22,62%
NA		4404	30,59%	
P		735	5,11%	

Total: 14396

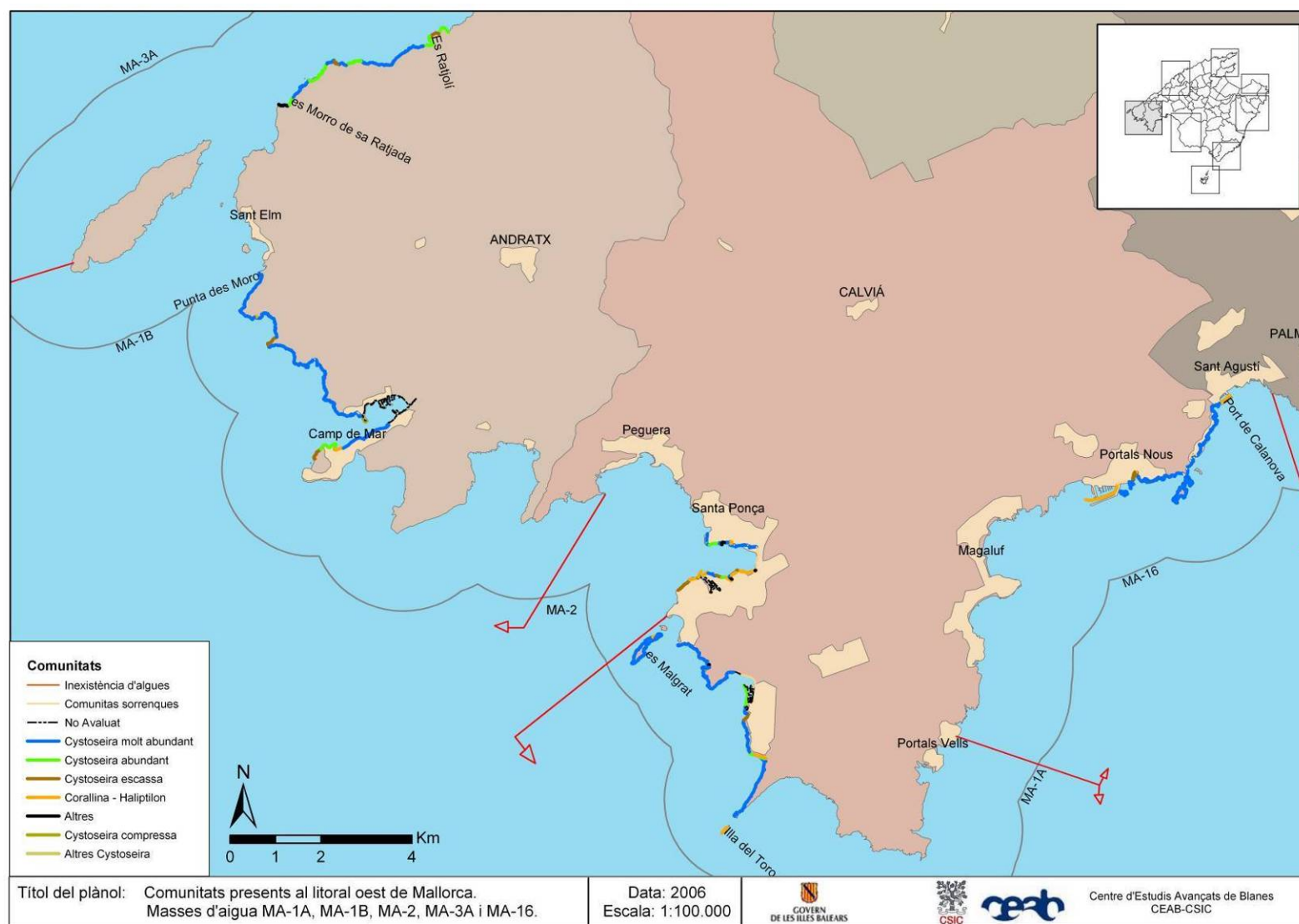


Figura 2.6: Comunitats algals presents al litoral sud-oest de Mallorca. Any 2006.

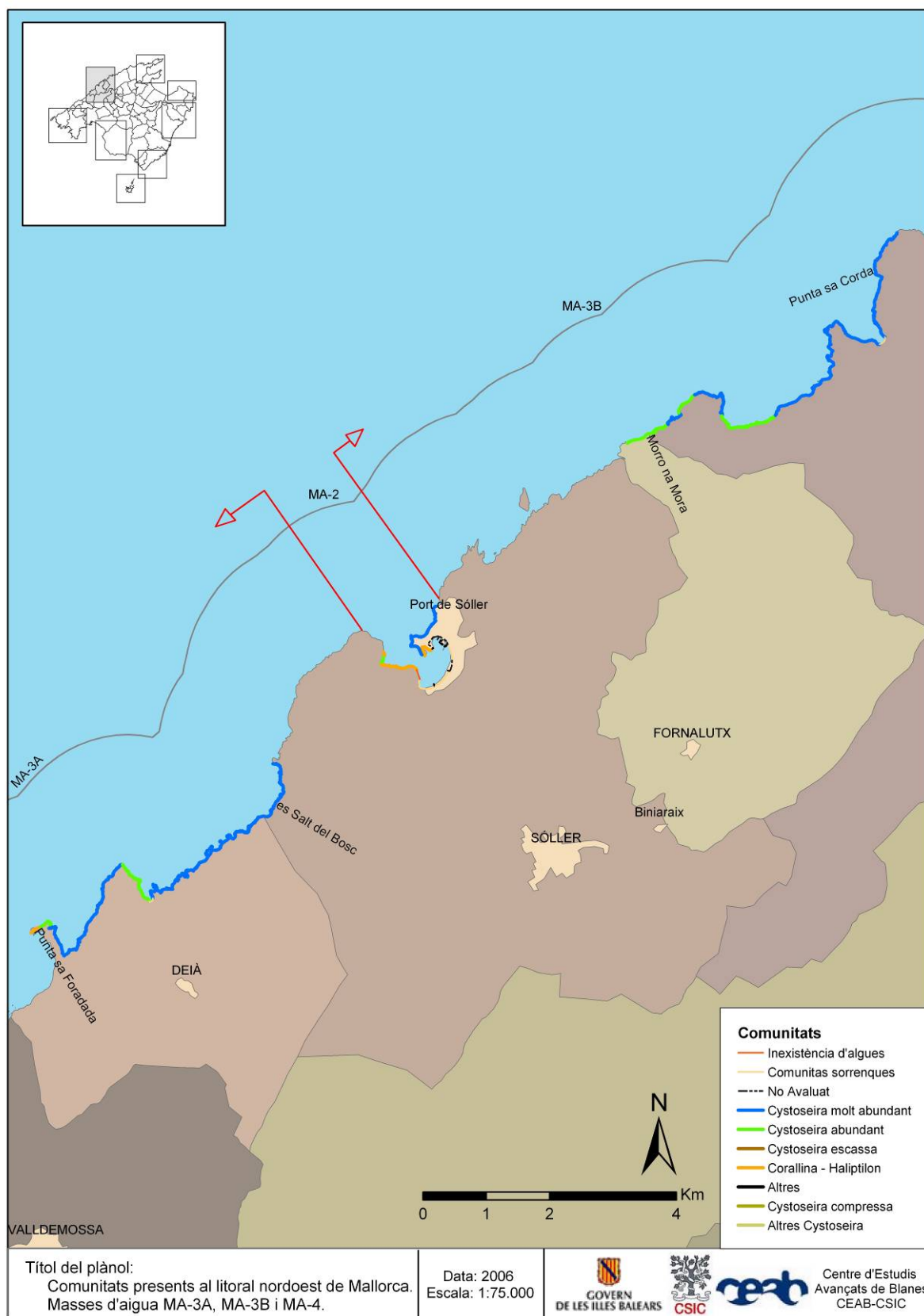


Figura 2.7: Comunitats algals presents al litoral nord-oest de Mallorca. Any 2006.

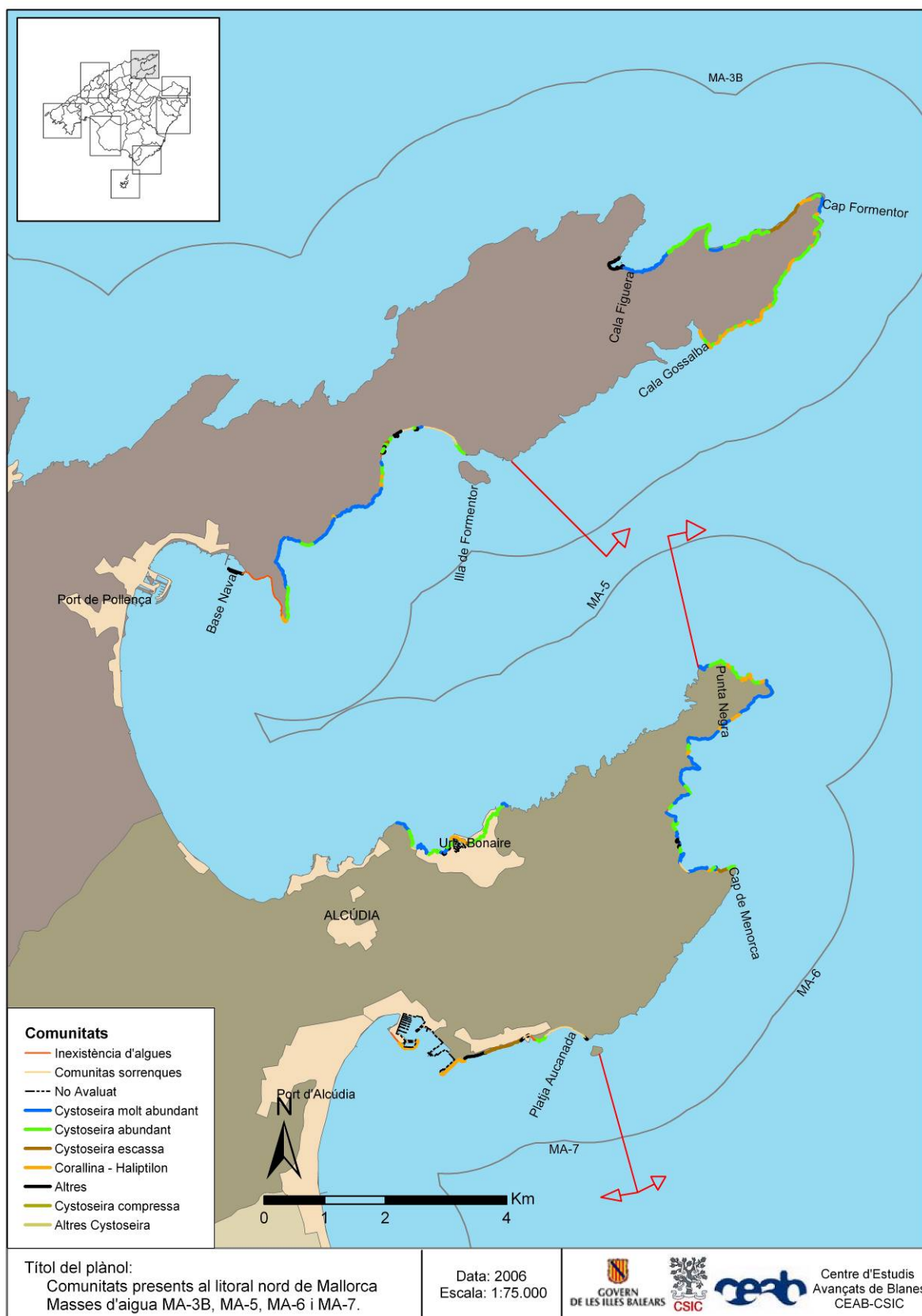


Figura 2.8: Comunitats algals presents al litoral nord de Mallorca. Any 2006.

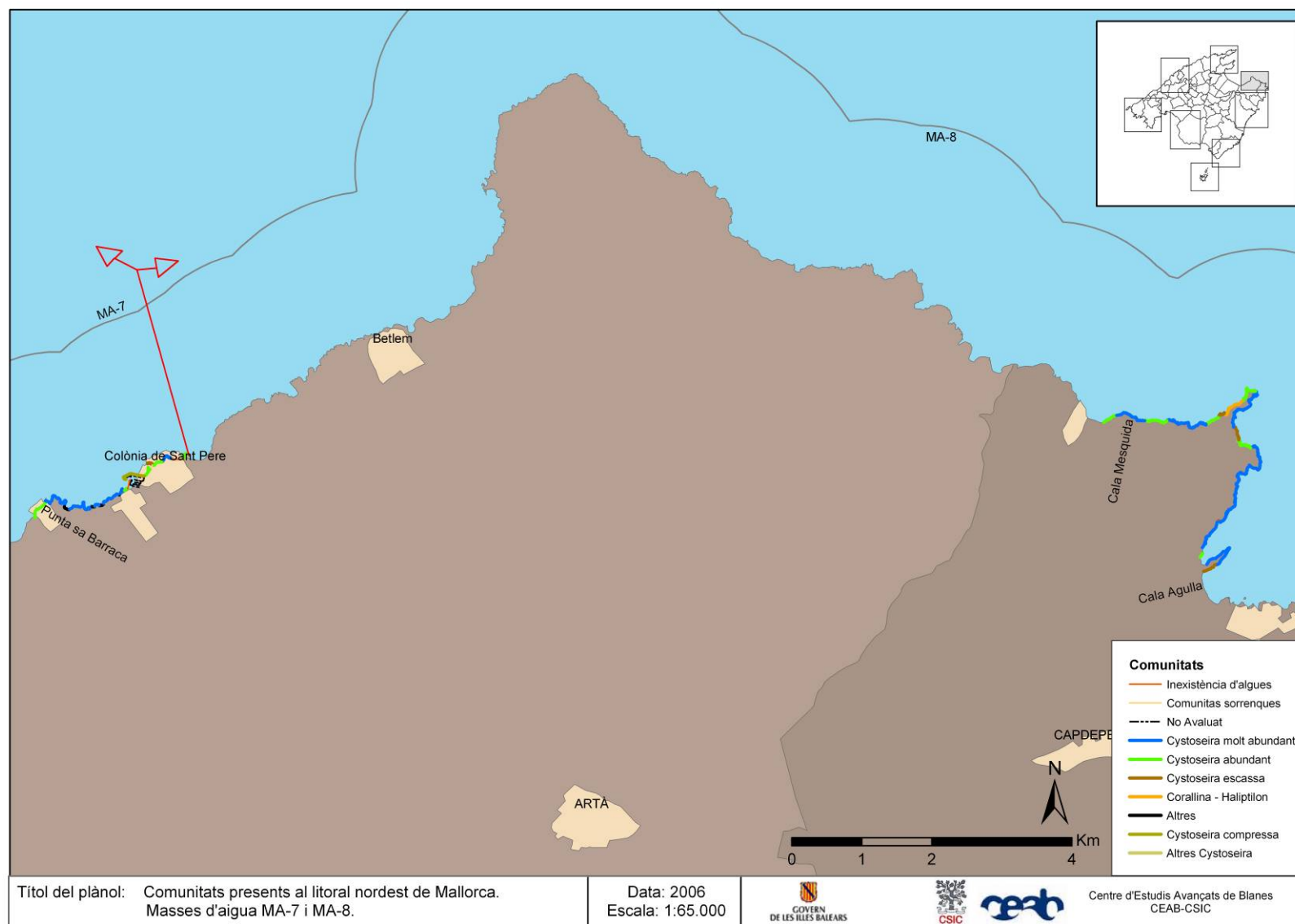


Figura 2.9: Comunitats algals presents al litoral nord-oest de Mallorca. Any 2006.



Figura 2.10: Comunitats algals presents al litoral oest de Mallorca. Any 2006.

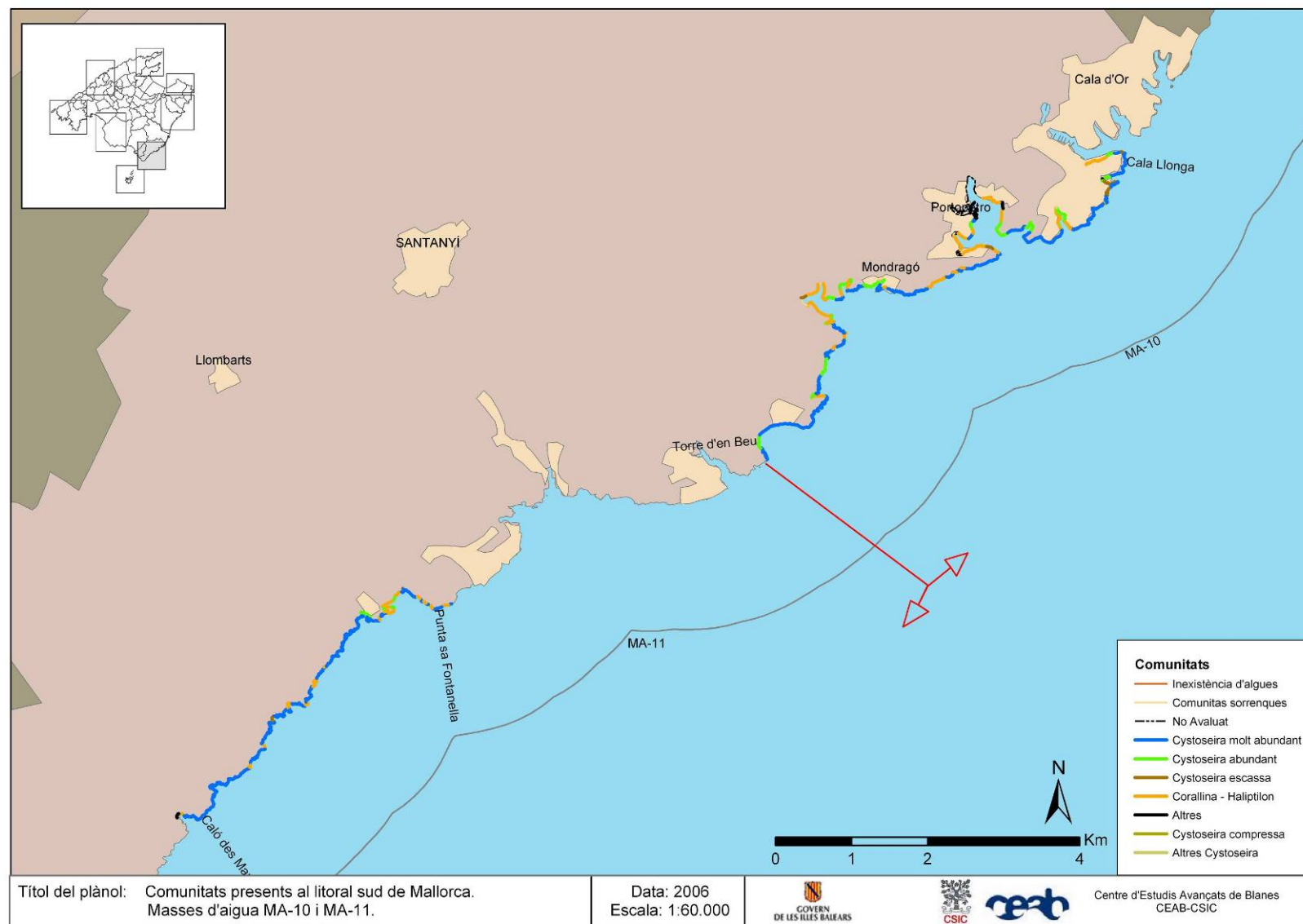


Figura 2.11: Comunitats algals presents al litoral sud de Mallorca. Any 2006.

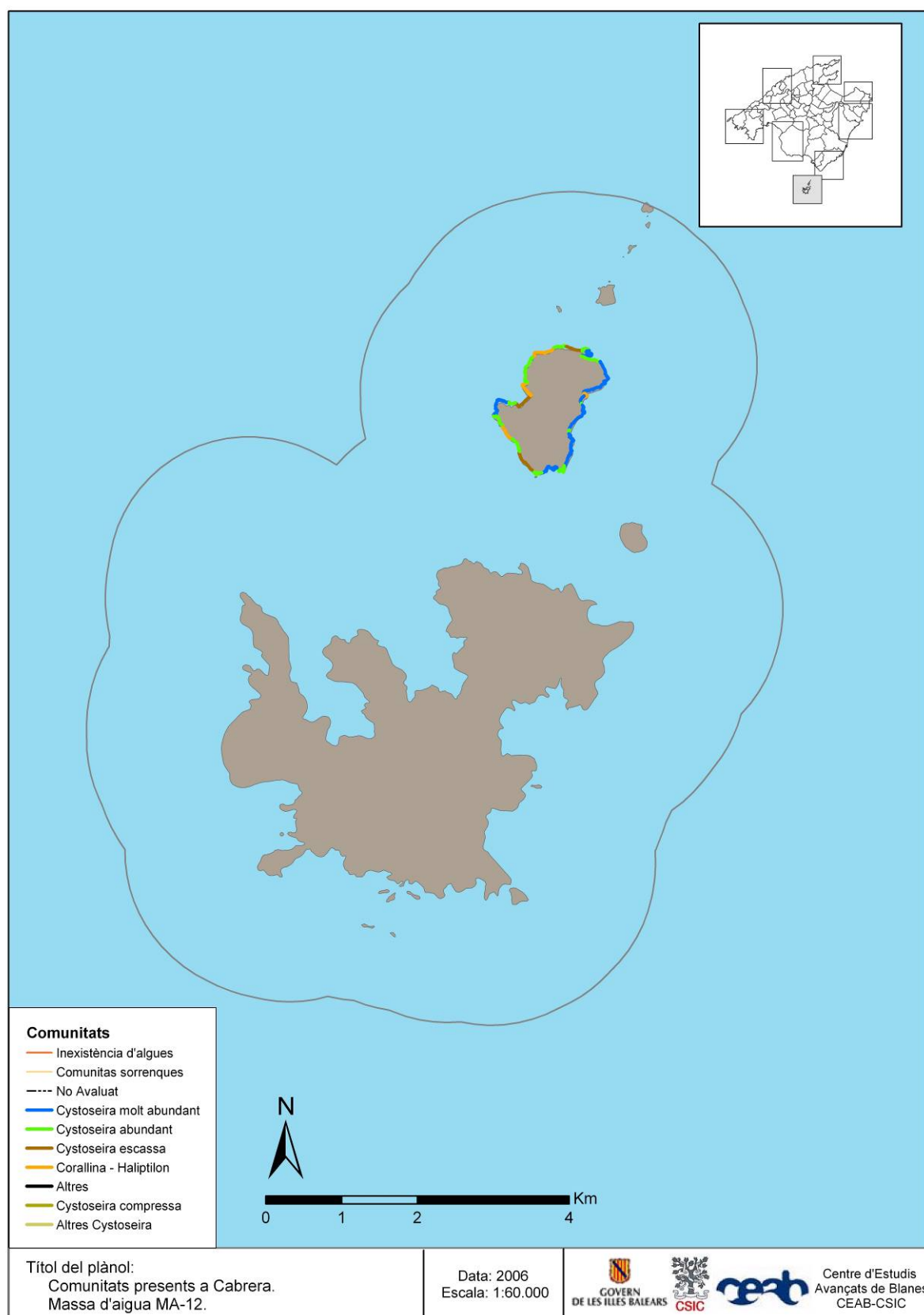


Figura 2.12: Comunitats algals presents al litoral de Cabrera. Any 2006.

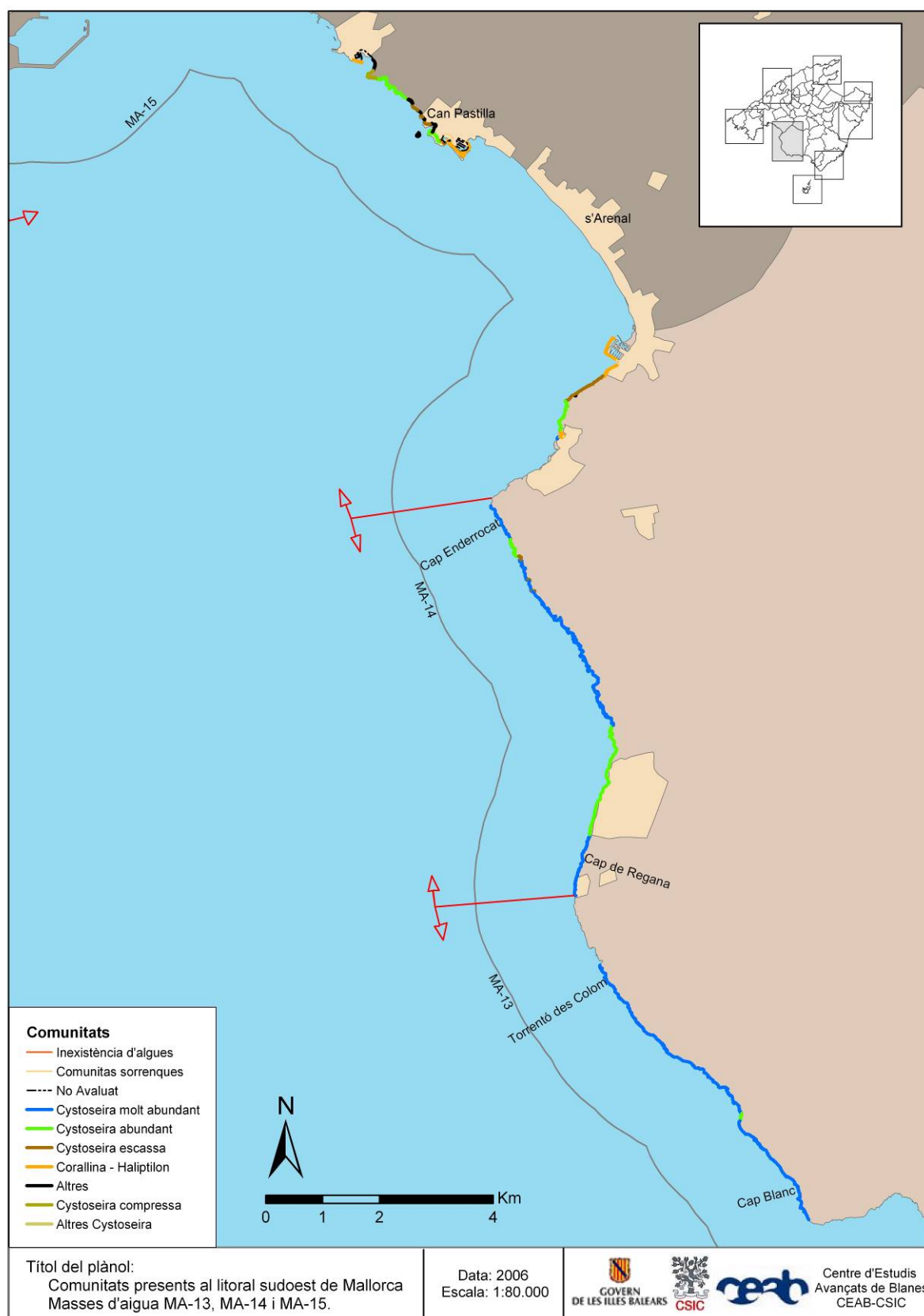


Figura 2.13: Comunitats algals presents al litoral sud-oest de Mallorca. Any 2006

MENORCA

Com a la resta d'illes de la Comunitat Balear, Menorca està sotmesa a l'influx del turisme, si bé pot ser que Menorca sigui la menys explotada en aquest sentit, i promou un turisme de platja i de naturalesa més respectuós amb el medi ambient. La segona activitat econòmica de l'illa és la ramaderia, d'on surten la majoria de productes gastronòmics típics.

A la taula 2.6 presentem la delimitació de les masses d'aigua del litoral menorquí, el número de trams mostrejats per cada massa d'aigua, la longitud de cada massa d'aigua, les longituds dels trams mostrejats i la importància relativa respecte a la longitud de la massa d'aigua en percentatge. S'han anomenat els trams que pertanyen al mateix municipi o a la mateixa massa d'aigua per tal de diferenciar-los.

Taula 2.6: Denominació i longituds de les masses d'aigua i els trams mostrejats i percentatge mostrejat a cada massa d'aigua a Menorca.

MENORCA								
MASSA D'AIGUA	DELIMITACIÓ	Nº TRAMS	MUNICIPI	NOM TRAMS	Long. MA (km)	Long. tram (km)	% Mostrejat	
ME-1A	Cap de Bajolí – Cap Fornells	2	Ciutadella	Punta Nati	80,0	10,9	14	30
			Es Mercadal	Cap Cavalleria		12,9	16	
ME-1B	Es Morter – Punta des Clot	1	Maó	Cap de Favàritx	103,4	10,7	10	
ME-1C	Cala Sant Esteve – Punta Prima	1	Es Castell– Sant Lluís	s’Algar	12,1	7,6	62	
ME-2	Badia de Fornells	1	Es Mercadal	Badia Fornells	20,1	5,8	28,9	
ME-3	Port de Maó	1	Maó	Port de Maó	25,4	24,7	97	
ME-4	Punta Prima – Punta Pruna	2	Sant Lluís	Binibeca	69,1	9,3	13	30
			Ferrerries – Es Gran Migjorn	Cala Sta. Galdana		11,4	17	
ME-5	Punta na Pruna – Cap Bajolí	1	Ciutadella	Cap Negre	43,1	10,1	24	

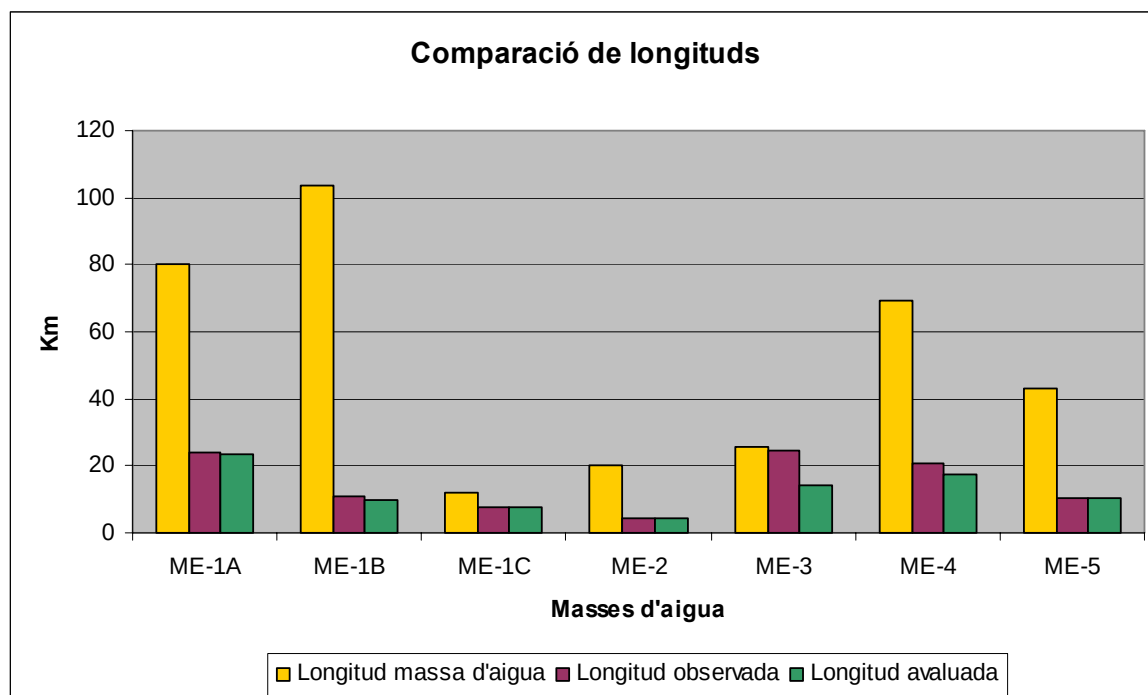


Figura 2.14: Representació de les longituds mostrejades i avaluades i importància relativa respecte a la longitud de la massa d'aigua a Menorca.

La figura 2.14 representa les longituds de les masses d'aigua, el tram mostrejat, i la part que ha pogut ésser avaluada (s'exclouen zones sorrenques, de difícil accés i interior dels ports), per tal de definir l'aproximació del mostreig a la situació real. Hem de considerar que la diferència entre longitud mostrejada i longitud avaluada depèn de la quantitat de costa corresponent a interior de ports i platges.

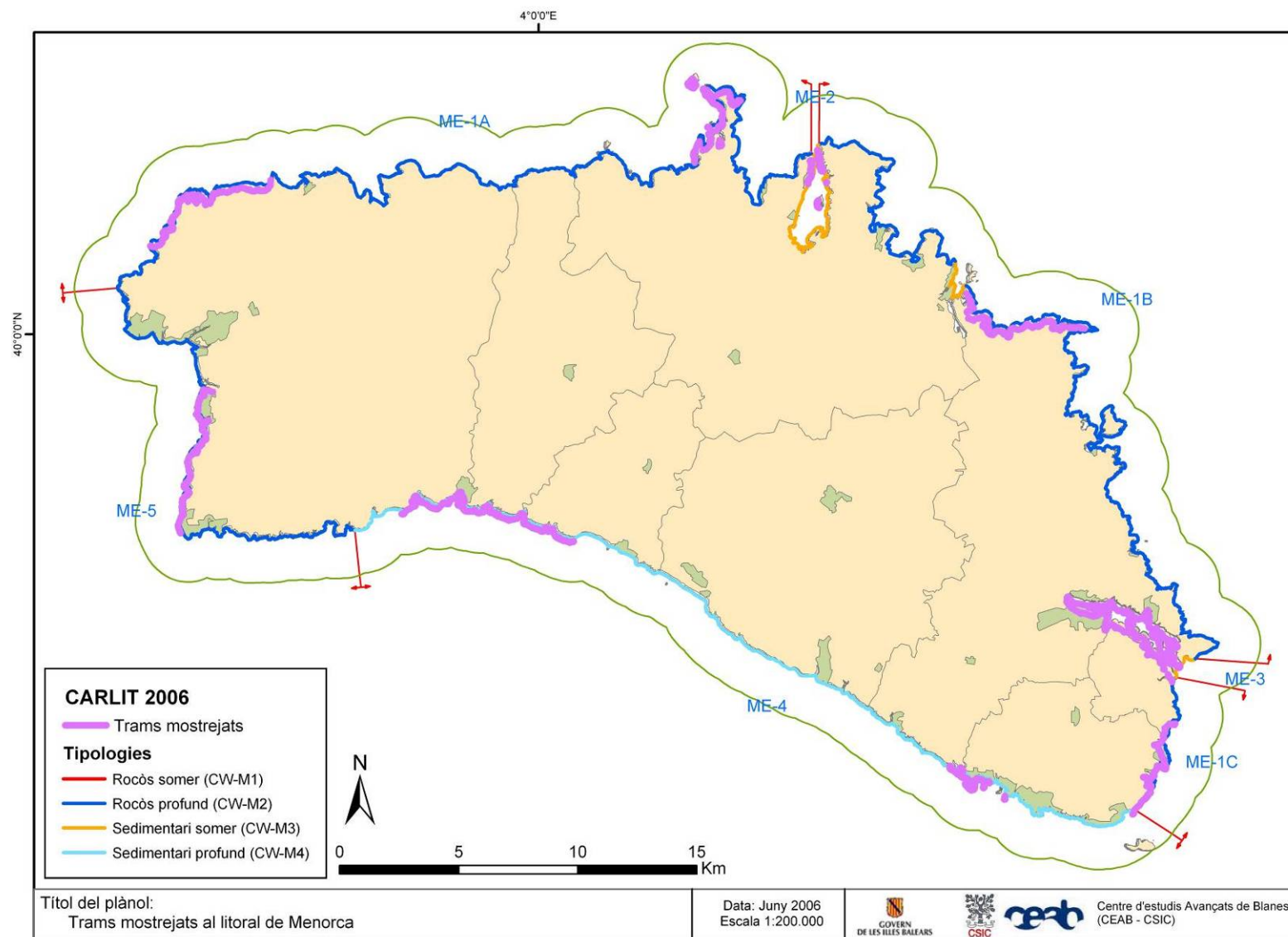


Figura 2.15: Trams mostrejats al litoral de Menorca. Any 2006

La descripció de les situacions trobades als mostrejos de cada massa d'aigua es presenta al gràfic següent.

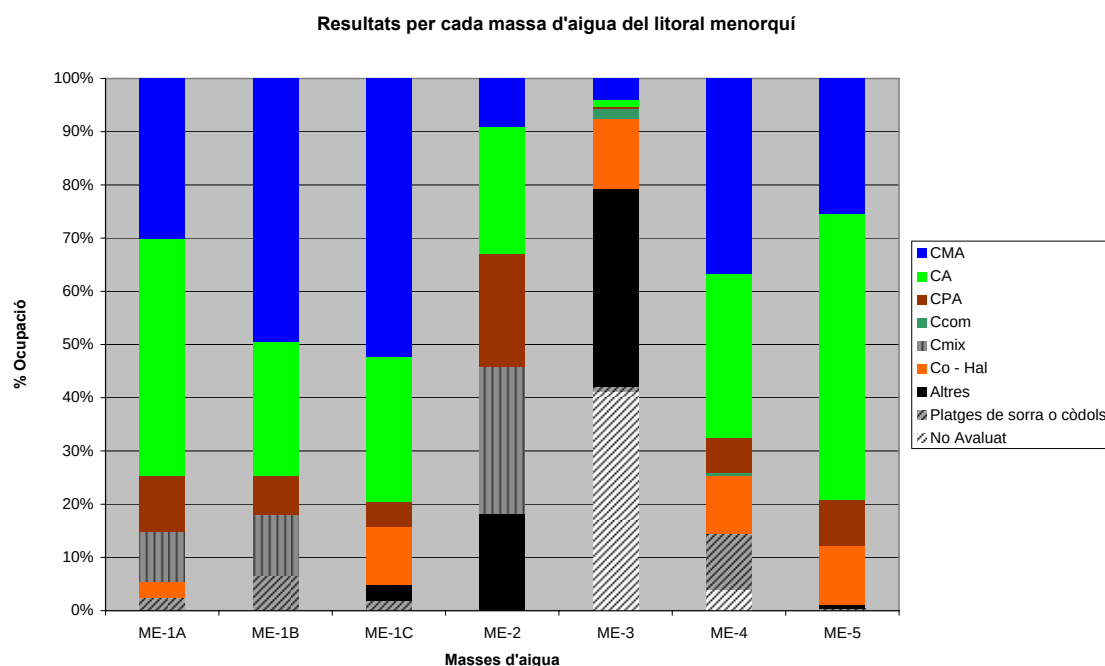


Figura 2.16: Situacions trobades al mostreig de cada massa d'aigua a Menorca.

A la figura 2.16. podem veure que, a excepció de la massa d'aigua ME-5 (Punta na Pruna – Cap Bajolí), a totes les masses d'aigua hi ha una part que no s'ha avaluat. En el cas de la massa ME-3 el alt valor de “No Avaluat” correspon al port de Maó. A la resta trobem petites proporcions de “Platges”.

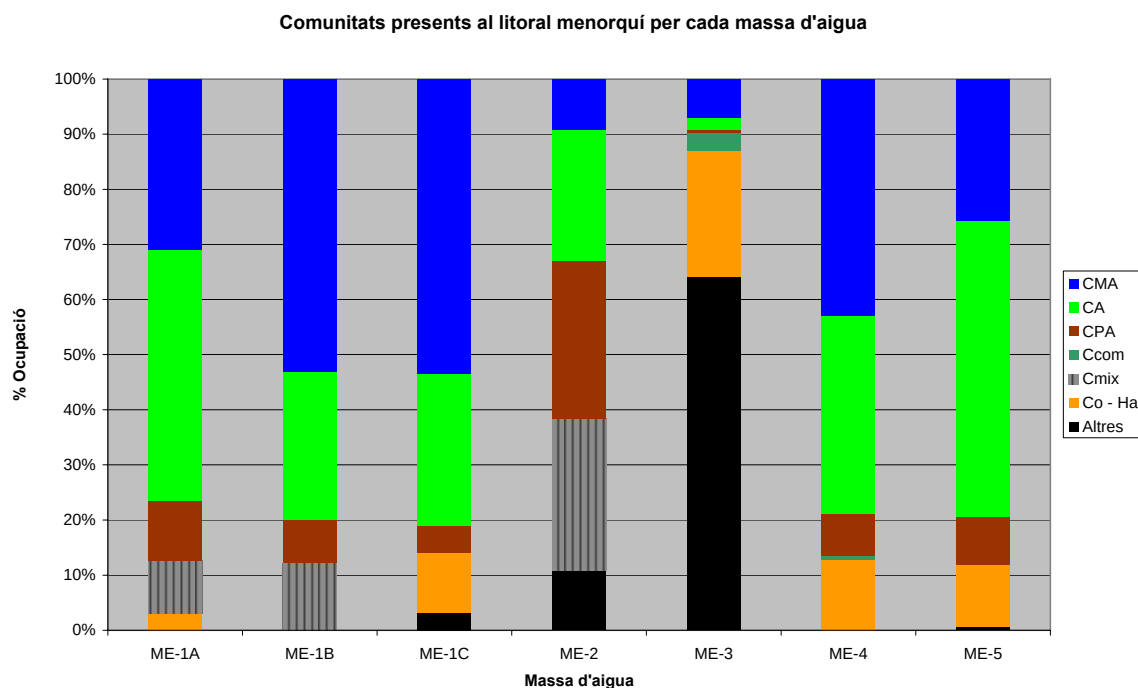


Figura 2.17: Percentatge d'ocupació de les diferents comunitats algals a cada massa d'aigua a Menorca.

A la figura 2.17. podem apreciar que, a excepció de la massa ME-3 (Badia de Maó), la presència del gènere *Cystoseira* és majoritària, sempre per sobre del 85%. A les masses ME-1A (Cap de Bajolí– Cap de Fornells) i ME-1B (Es Morter–Punta des Clot) és especialment rellevant, ja que suposa el 97% i el 100% de la longitud avaluada, respectivament. Un cas particular és la massa ME-2 (Badia de Fornells), on s’ha trobat una proporció espectacular de comunitats mixtes del gènere *Cystoseira*, la més gran de totes les illes de l’arxipèlag. Les masses ME-1C (Cala St. Esteve–Punta Prima), ME-4 (Punta Prima–Punta na Pruna) i ME-5 (Punta na Pruna–Cap de Bajolí) podem dir que tenen una composició algal similar, és a dir, al voltant del 85% de *C. stricta* i la resta de *Corallina elongata*, amb petites introduccions d’altres algues a ME-1C i ME-5, i *C. compressa* a ME-4. la massa ME-3 és la més diferent de totes, per presentar la màxima abundància en altres algues (65%) i *C. elongata* (20%).

A continuació descriurem detalladament les comunitats algals trobades a cada massa d’aigua.

ME-1A: Cap de Bajolí – Cap de Fornells

Aquesta massa d’aigua se situa al nord nord-oest de l’illa. Pertany als municipis de Ciutadella, Ferreries i es Mercadal. És una zona molt poc poblada, només hi trobem un parell d’urbanitzacions. S’han triat dos trams per fer el mostreig: Punta Nati i Cap de Cavalleria.

El tram de Punta Nati té una longitud d’11 km, que suposa el 14% del total de la massa d’aigua i va des de Punta Perpinyà fins a Punta de s’Escullar. La major part del tram està format per parets subverticals amb *Cystoseira stricta* abundant (valor 3), i en algunes ocasions molt abundant, com a Punta Nati. La resta és paret vertical amb peus aïllats de *C. stricta* (valors 2 o 1) o *Corallina elongata*. Tot el tram està revestit, a més, de *Lithophyllum byssoides*, sense arribar a formar “Trottoir”.

El tram del Cap de Cavalleria va des de la platja del mateix nom fins al Cap Roig, i ocupa una longitud de 13 km que suposa el 16% de la massa d’aigua. En general trobem *Cystoseira stricta* molt abundant (valors 4 o 5) sobre parets horitzontals o subverticals, i abundant o poc abundant (valor 3 o 2) sobre parets verticals. A més, a les zones més resguardades hi ha grups del gènere *Cystoseira* de modus calmat (valor 3).

ME-1A				
Percentatge mostrejat: 29,74%	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	Co	733	3,08%	3,16%
	Cs(calmat)	2196	9,24%	9,47%
	Cs1	2121	8,92%	9,14%
	Cs2	717	3,02%	3,09%
	Cs3	9101	38,27%	39,23%
	Cs3-4	1491	6,27%	6,43%
	Cs4	4108	17,28%	17,71%
	Cs4-5	427	1,80%	1,84%
	Cs5	2300	9,67%	9,92%
	P	586	2,46%	

Total: 23781

ME-1B: Es Morter – Punta des Clot

Es troba al nord-est de l'illa i pertany als municipis d'Es Mercadal i Maó. Trobem varies urbanitzacions i el port d'Addaia. Les poblacions més importants estan a prop de Fornells.

S'ha mostrejat un tram d'11 km, el 10% de la massa d'aigua, que va des de la Punta de Mongofre fins al Cap de Favàritx. Des de la Punta de Mongofre fins a cala Caldes predomina el substrat horitzontal o blocs mètrics, i des d'aquest punt fins al Cap de Favàritx, el substrat subvertical. Generalment, a les zones més exposades al mar, trobem *Cystoseira stricta* molt abundant (valors 4 o 5), i a les zones més resguardades, *C. stricta* abundant (valor 3) o poc abundant (valor 2) o altres espècies del gènere *Cystoseira* de modus calmat.

ME-1B				
Percentatge mostrejat: 10,41%	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	Cs(calmat)	1785	16,58%	17,86%
	Cs2	221	2,05%	2,21%
	Cs3	1759	16,34%	17,60%
	Cs3-4	922	8,56%	9,22%
	Cs4	5065	47,05%	50,68%
	Cs5	243	2,26%	2,43%
	NA	57	0,53%	
	P	713	6,62%	

Total: 10765

ME-1C: Cala St. Esteve – Punta Prima

Aquesta massa d'aigua es troba al sud-est de l'illa, i pertany als municipis d'Es Castell i Sant Lluís. Hi trobem la població de Binissaida i un parell d'urbanitzacions.

S'ha mostrejat un tram de 7.6 km que suposa el 62% del litoral de la massa d'aigua. És un tram que va des de Cala Sant Esteve fins a Cala d'Alcalfar. Trobem *Cystoseira stricta* molt abundant (valors 4 o 5) o abundant (valor 3) en una proporció similar, a sobre de substrat horitzontal o subvertical. Sobre parets verticals o extraplomades hi ha *Corallina elongata*.

<i>ME-1C</i> Percentatge mostrejat: 62,39%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	U	94	1,25%	1,27%
	AF+U	138	1,83%	1,87%
	Co	814	10,78%	10,98%
	Cs2	361	4,78%	4,87%
	Cs3	1148	15,20%	15,49%
	Cs3-4	901	11,93%	12,16%
	Cs4	2071	27,42%	27,94%
	Cs4-5	649	8,60%	8,76%
	Cs5	1235	16,35%	16,66%
	NA	94	1,24%	
	P	47	0,62%	
		Total:	7552	

ME-2: Badia de Fornells

Es troba al nord de l'illa i pertany al municipi d'Es Mercadal. Trobem les poblacions de Fornells i Ses Salines, encara que no és una zona molt urbanitzada. Trobem el port de Fornells.

S'ha seleccionat la part més externa de la badia, a més de l'Illa de Sargantana, ja que les comunitats de l'interior de la badia no poden ser avaluades amb la metodologia CARLIT. Té una longitud de 6 km, que correspon a un 29% de la massa. Es tracta d'un litoral format per parets prou altes i principalment substrat subvertical, on trobem comunitats mixtes del gènere *Cystoseira*, però *C. stricta* només predomina a la part més externa de la badia. Als llocs on la paret és vertical, el cinturó de *C. stricta* es fa més feble (valor 2). A l'Illa de Sargantana i a l'embarcador de Fornells, de substrat artificial, trobem sobretot ulvàcies.

<i>ME-2</i> Percentatge mostrejat: 28,89%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	Ccomp	48,62	0,83%	0,99%
	Cmix4	248,24	4,26%	5,03%
	Cs(calmat)	1313,03	22,53%	26,63%
	Cs2	932,68	16,00%	18,92%
	Cs2-3	476,76	8,18%	9,67%
	Cs3	1114,57	19,12%	22,60%
	Cs3-4	58,88	1,01%	1,19%
	Cs4	204,20	3,50%	4,14%
	Fanero	533,72	9,16%	10,82%
	NA	897,23	15,40%	

Total: 5827,93

ME-3: Port de Maó

Aquesta massa d'aigua es troba al sud-est de l'illa i pertany als municipis d'Es Castell i Maó, que presenten els seus nuclis urbans a la costa. A més hi ha moltes urbanitzacions que converteixen la zona en la més poblada de Menorca. Com estructura artificial destaca el Port de Maó.

S'ha mostrejat pràcticament tota la massa d'aigua, el 97%, que són 25 km. La majoria de les comunitats algals són fotòfiles o incrustants, com *Neogoniolithon brassica-florida* als llocs sobrepasturats per *Paracentrotus lividus*, i en un segon lloc per *Corallina elongata* a les parets verticals. Només trobem *Cystoseira stricta* o comunitats mixtes del gènere a la sortida de la badia, i *C. compressa* a Cala Llonga.

<i>ME-3</i> Percentatge mostrejat: 97,35%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	L+U	78	0,32%	0,55%
	L	1918	7,76%	13,41%
	AF	5631	22,78%	39,38%
	Co	3254	13,17%	22,76%
	Ccomp3	281	1,14%	1,97%
	Ccomp5	194	0,79%	1,36%
	Cs2	70	0,28%	0,49%
	Cs3	331	1,34%	2,31%
	Cs4	895	3,62%	6,26%
	Cs5	97	0,39%	0,68%

Fanero+AF	298	1,21%	2,08%
Fanero	1252	5,07%	8,76%
NA	10192	41,24%	
P	223	0,90%	

Total: 24714

ME-4: Punta Prima – Punta na Pruna

Aquesta massa d'aigua està al sud de l'illa i te orientació sud-oest. Pertany als municipis de Sant Lluís, Maó, Alaior, es Migjorn Gran, Ferreries i Ciutadella. Trobem les poblacions de Biniancolla, Sant Tomàs, son Bou i moltes urbanitzacions, algunes de grans dimensions. És una zona bastant poblada i turística. S'han triat dos trams de costa per mostrejar: Binibeca i Cala Mitjana.

El tram de Binibeca va des del Morro d'en Butifarra fins a Cala Binidali, i fa 9 km que corresponen al 13% de la massa d'aigua. La costa és principalment subvertical amb *Cystoseira stricta* molt abundant (valor 4 o 5) o abundant (valor 3), i en segon lloc predomina la paret vertical amb *Corallina elongata* o *C. stricta* poc abundant (valor 1 o 2). A s'Illot d'en Marçal trobem *C. stricta* molt abundant (valor 5) sobre substrat horitzontal.

El tram de Cala Santa Galdana va des de Punta Rabiosa fins a Punta de na Gall, 11 km que suposen el 17% de la massa d'aigua. La paret en aquest tram és predominantment subvertical. Diferenciem dues zones. Una primera des de Punta Rabiosa fins a s'Olleta de Trebalúger, on trobem *Cystoseira stricta* en un cinturó (valor 4) a la part més exposada al mar i taques de *C. stricta* (valor 3) a les parts més resguardades, a prop de les cales. Un segona zona, que va des de s'Olleta de Trebalúger fins a Punta de na Gall, presenta *C. stricta* abundant (valor 3) a la part més exposada al mar, i a les més resguardades peus aïllats de *C. stricta* (valors 1 o 2) o *Corallina elongata* a les parets verticals o extraplomades. Trobem un petit tros amb peus aïllats de *C. compressa* a Cala Santa Galdana.

ME-4 Percentatge mostrejat: 29,90%	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	Co	2250	10,89%	12,72%
	Ccomp1	148	0,72%	0,84%
	Cs1	739	3,58%	4,18%
	Cs2	1101	5,33%	6,22%
	Cs2-3	182	0,88%	1,03%
	Cs3	3971	19,22%	22,45%

Cs3-4	2357	11,41%	13,32%
Cs4	5362	25,96%	30,32%
Cs4-5	1184	5,73%	6,69%
Cs5	394	1,91%	2,23%
NA	819	3,97%	
P	2149	10,40%	

Total: 20655

ME-5: Punta na Pruna – Cap de Baiolí

Aquesta massa d'aigua se situa al sud-oest de Menorca i pertany al municipi de Ciutadella. Trobem la població de Ciutadella, a més de vàries urbanitzacions importants; es tracta d'una zona molt freqüentada. Hi trobem els ports de la Marina de Cala en Bosch i de Ciutadella.

S'ha mostrejat un tram entre el Cap d'Artrutx i Cala Santandria de 10 km de longitud que suposa el 24% de la massa d'aigua. La situació més freqüent és *Cystoseira stricta* abundant (valor 3) sobre substrat subvertical. A les zones on hi ha substrat horitzontal trobem valors més alts de *C. stricta* (valor 4 o 5), i *Corallina elongata* a les parets verticals o extraplomades. Com excepció, a Cala Xada i es Sac des Blat trobem un tros amb peus aïllats de *C. stricta* (valor 1 o 2).

<i>ME-5</i> Percentatge mostrejat: 23,56%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	U	67	0,66%	0,67%
	Co	1132	11,16%	11,20%
	Cs1	181	1,78%	1,79%
	Cs2	691	6,81%	6,84%
	Cs3	3928	38,71%	38,87%
	Cs3-4	1513	14,91%	14,97%
	Cs4	1667	16,43%	16,49%
	Cs4-5	927	9,14%	9,18%
	P	40	0,39%	

Total: 10145

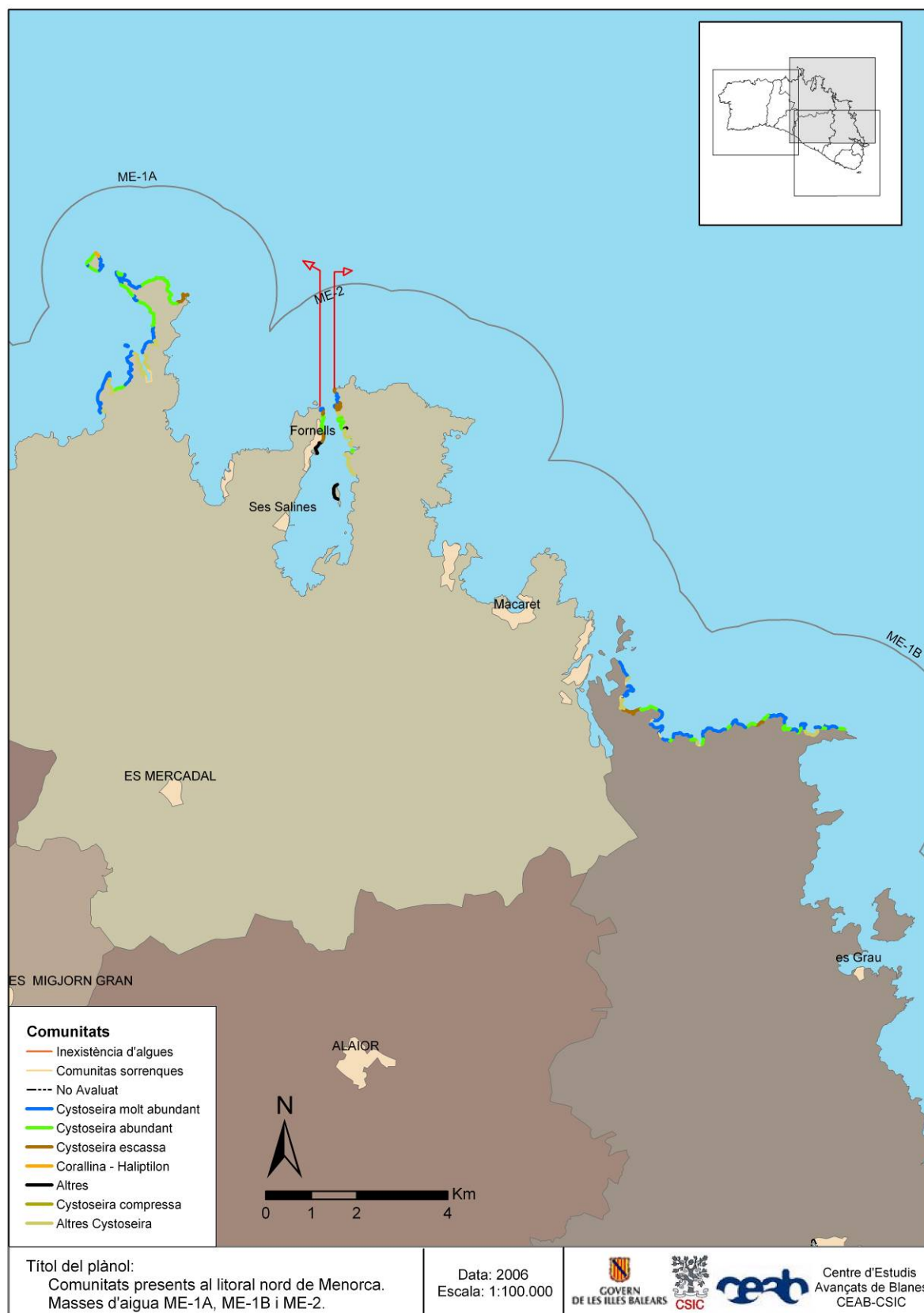


Figura 2.18: Comunitats algals presents al litoral nord de Menorca. Any 2006.

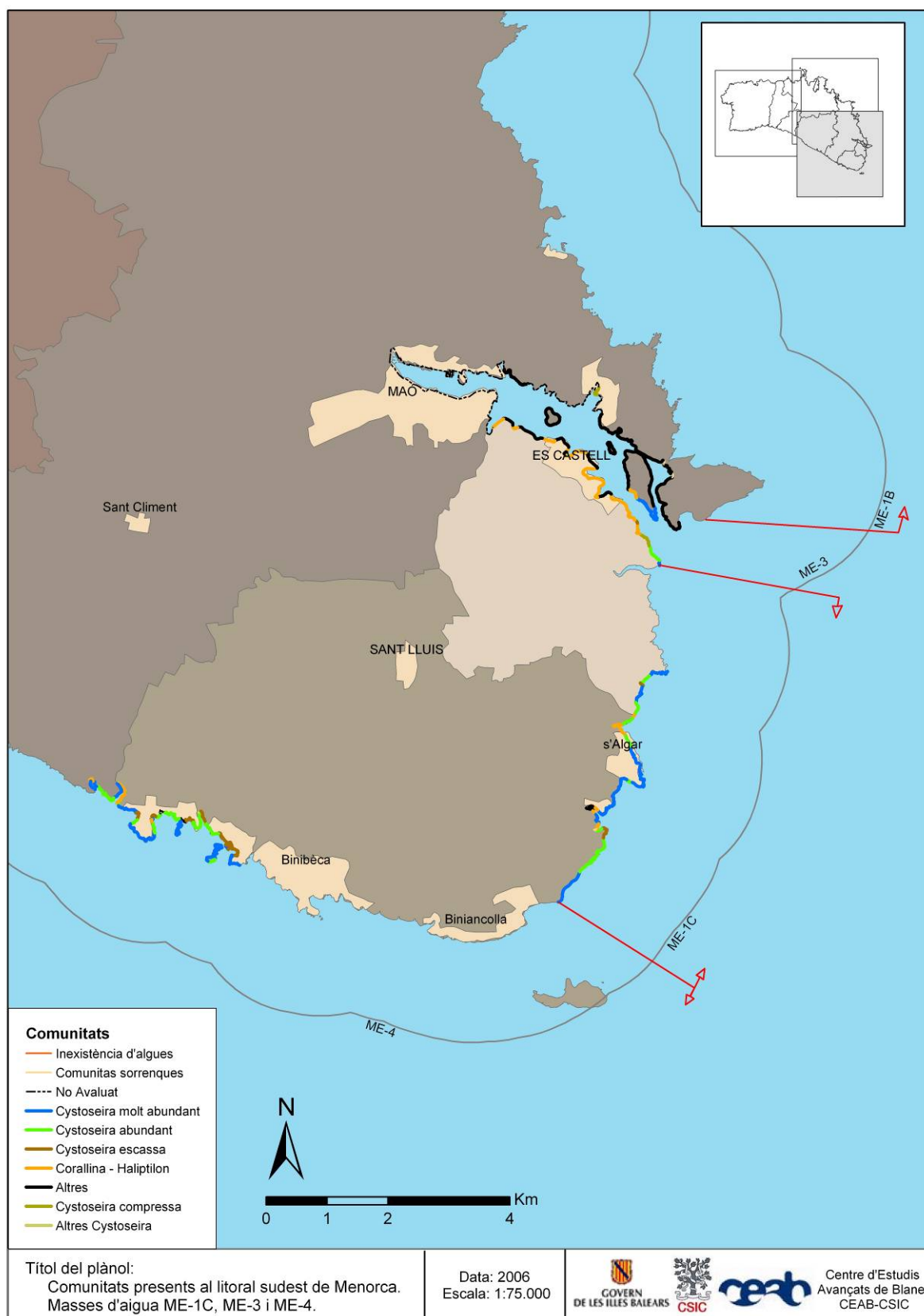


Figura 2.19: Comunitats algals presents al litoral sud-est de Menorca. Any 2006.

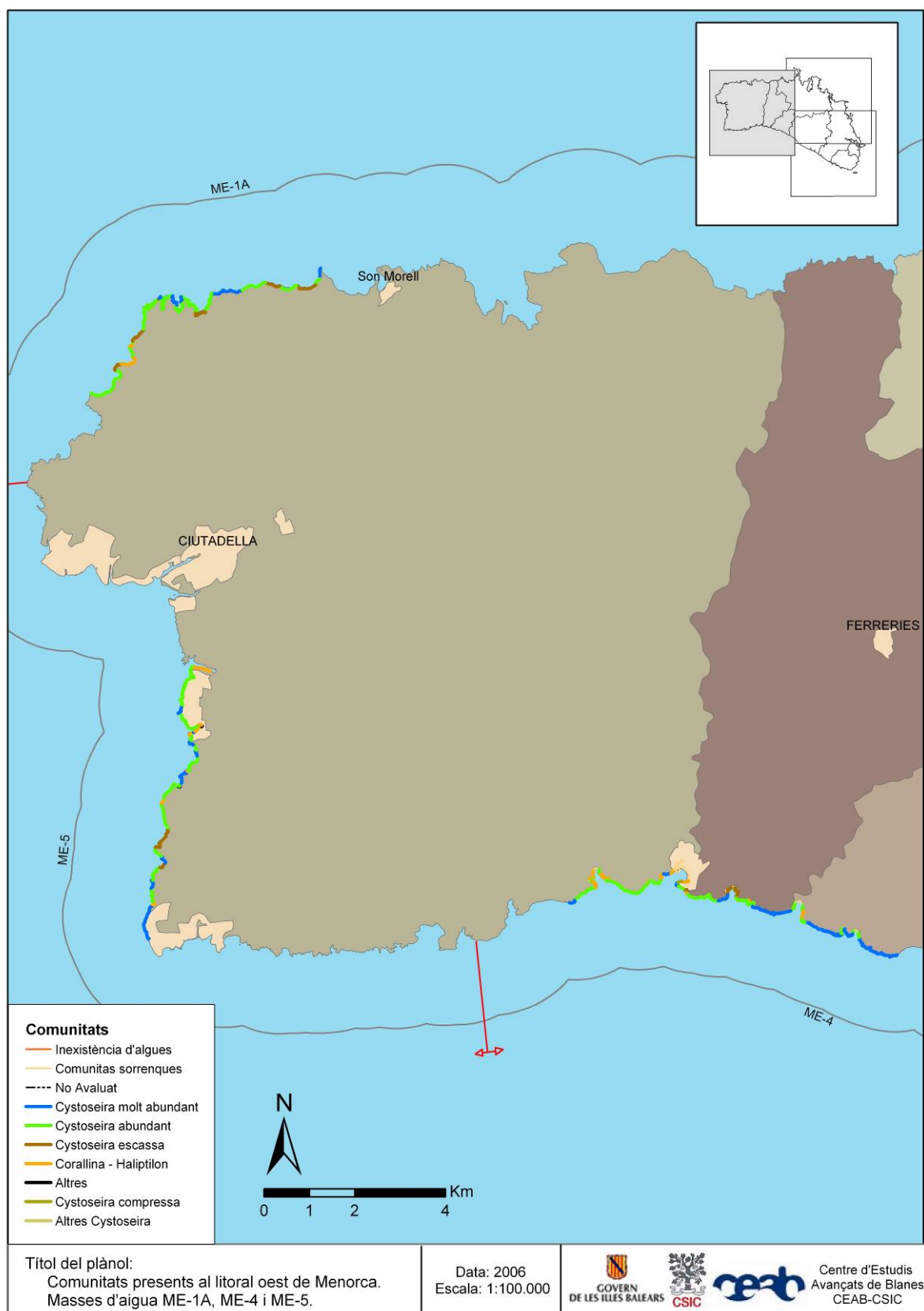


Figura 2.20: Comunitats algals presents al litoral oest de Menorca. Any 2006.

EIVISSA I FORMENTERA

Són illes molt menys explotades que Mallorca, si bé Eivissa està prou urbanitzada i afectada pel turisme, Formentera es considera una illa pràcticament verge malgrat que també rep impacte del turisme. L'impacte ambiental més acusat d'aquestes illes és el patit per la urbanització dispersa.

A la taula 2.7. presentem la delimitació per masses d'aigua del litoral i el nombre de trams mostrejats per cada massa d'aigua. S'han donat noms diferents als trams que pertanyen al mateix municipi o a la mateixa massa d'aigua.

Taula 2.7: Denominació i longituds de les masses d'aigua i els trams mostrejats i percentatge mostrejat a cada massa d'aigua a Eivissa i Formentera.

PITIUSES								
MASSA D'AIGUA	DELIMITACIÓ	Nº TRAMS	MUNICIPI	NOM TRAMS	Long. MA (km)	Long. tram (km)	% Mostrejat	
IB-1A	Punta des Jondal – Punta sa Pedrera	3	Sant Josep	Es Vedrà	77,4	8,4	11	40
			Sant Josep	Cala Tarida		13,9	18	
			Sant Josep	Sa Conillera		8,4	11	
IB-1B	Cap Negret – Cap des Mossons	1	Sant Antoni	Cap Nunó	21,3	10,1	48	
IB-2	Badia de Sant Antoni	1	Sant Josep – Sant Antoni	Sant Antoni	17,2	15,7	91	
IB-3	Cap des Mossons – Punta Grossa	1	Sant Joan	Sant Vicent de sa Cala	62,0	10,2	17	
IB-4	Punta Grossa – Cala Llenya	1	Sant Carles	Tagomago	23,2	9,7	42	
IB-5	Cala Llenya – Punta Blanca	2	Sant Carles	Punta Arabí	25,6	18,3	71	80
			Sant Carles	Punta Blanca		2,0	9	
IB-6	Punta Blanca – Punta Andreus	1	Sant Carles	Roca Llisa	19,0	12,9	68	
IB-7	Punta des Andreus – Punta sa Mata	1	Eivissa	Eivissa	26,7	18,8	71	
IBFO-8	Els Freus d'Eivissa i Formentera	2	St. Francesc	s'Espalmador	87,0	9,2	11	15
			Sant Francesc	Punta sa Pedrera		3,9	4	
FO-9	Punta sa Gavina – Punta Pesqueres	1	Sant Francesc	Cala Saona	26,6	9,1	31	
FO-10	Pta. ses Pesqueres – Punta Pedreres	1	Sant Francesc	Punta de sa Creu	14,9	8,9	60	

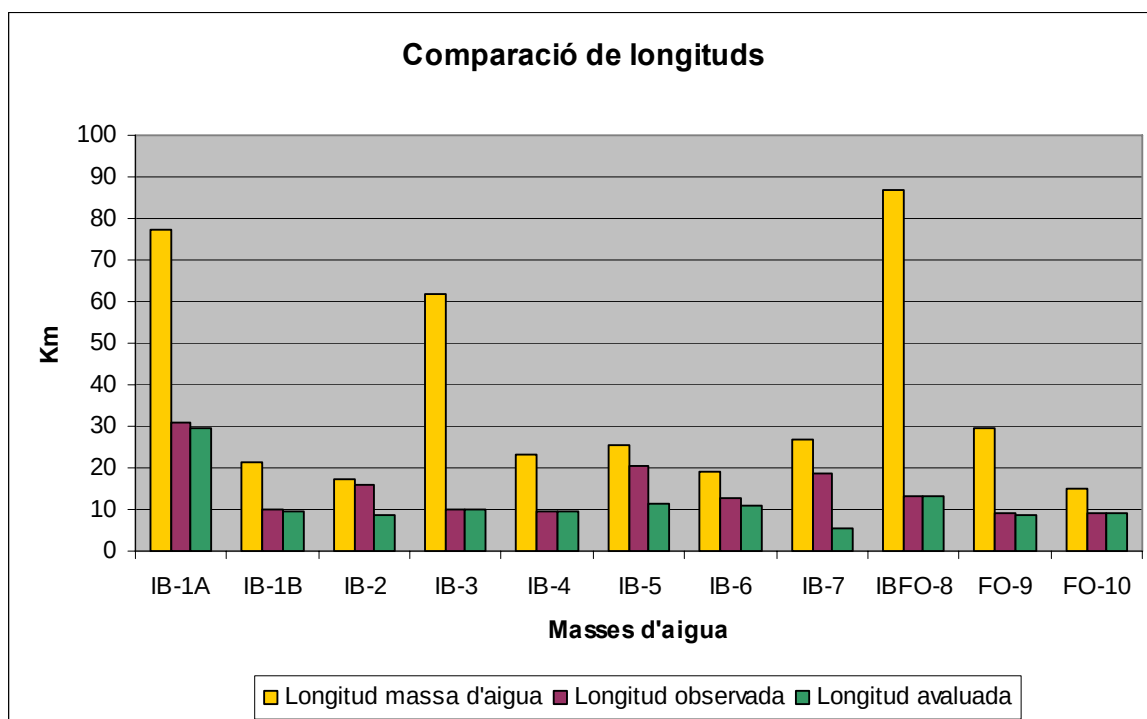


Figura 2.21: Representació de les longituds mostrejades i avaluades i importància relativa respecte a la longitud de la massa d'aigua a Eivissa i Formentera.

La figura 2.21. representa les longituds de les masses d'aigua, el tram mostrejat, i la part que ha pogut ésser avaluada, per definir l'aproximació del mostreig a la situació real. Hem de considerar que la diferència entre longitud mostrejada i longitud avaluada depèn de la quantitat de costa corresponent a l'interior de ports i platges.

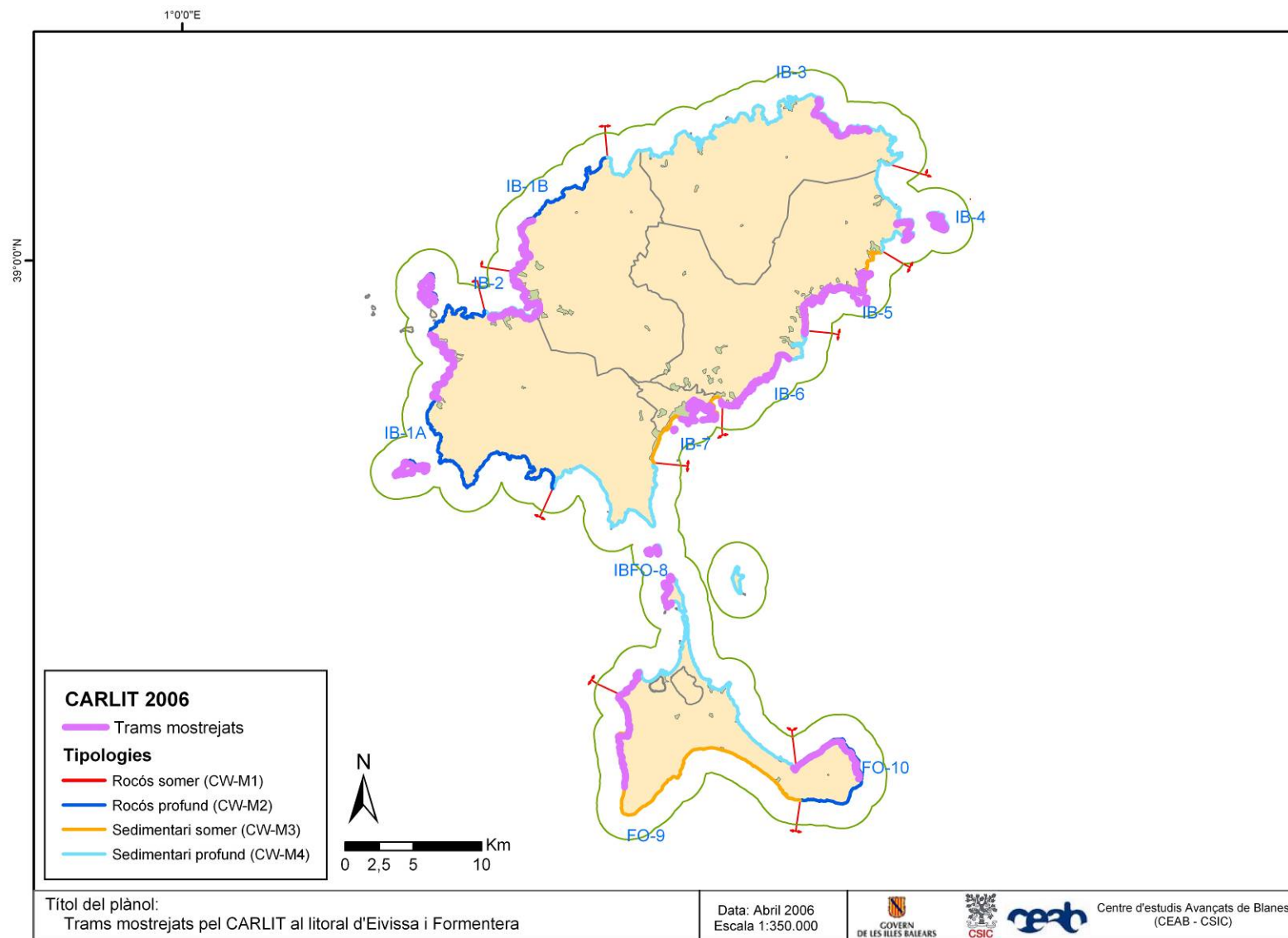


Figura 2.22: Trams mostrejats al litoral d'Eivissa i Formentera. Any 2006.

La descripció de les situacions trobades als mostrejos de cada massa d'aigua es presenta al gràfic següent.

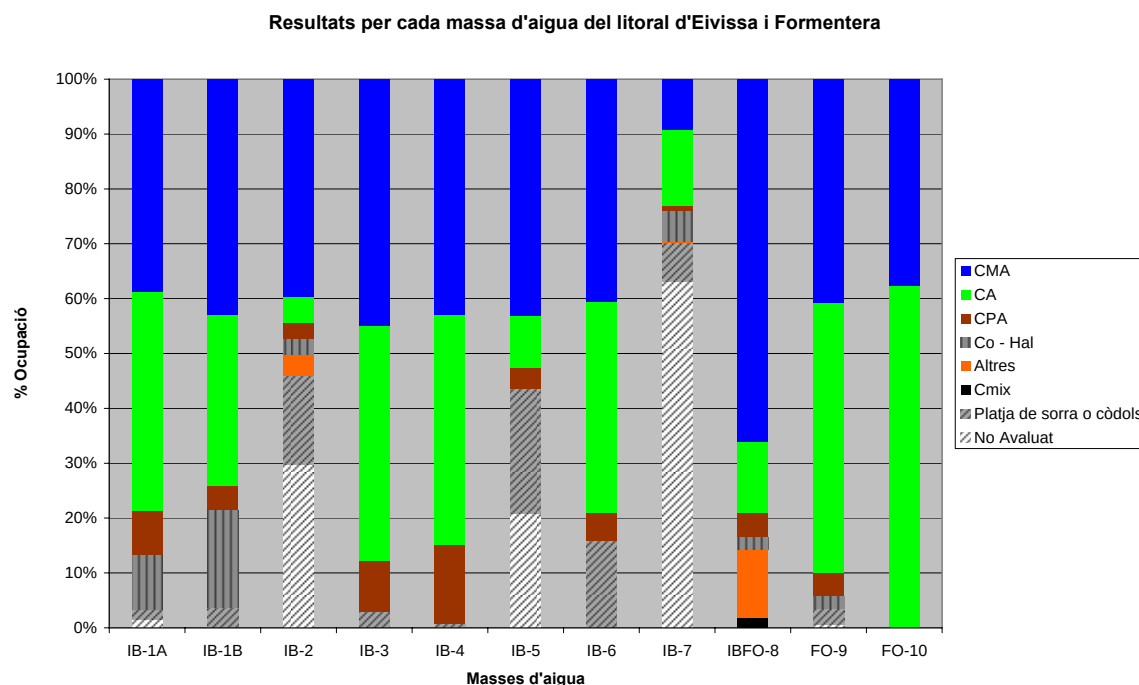


Figura 2.23: Situacions trobades al mostreig de cada massa d'aigua a Pitiüses.

A la figura 2.23: estan representats els trams mostrejats al litoral d'Eivissa i Formentera, detallats per masses d'aigua. Veiem que a les masses d'aigua IB-2 (Sant Antoni), IB-5 (Punta Arabí) i IB-7 (Eivissa) destaca la part “No Avaluat”, ja que s’hi troben ports de grans dimensions. De fet, les ciutats d'Eivissa i de Sant Antoni es consideren els nuclis poblacionals més importants i turístics de l'illa. Observem també que a les masses d'aigua on hem trobat més platges són: IB-2 (Sant Antoni), IB-5 (Punta Arabí), i IB-6 (Roca Llisa).

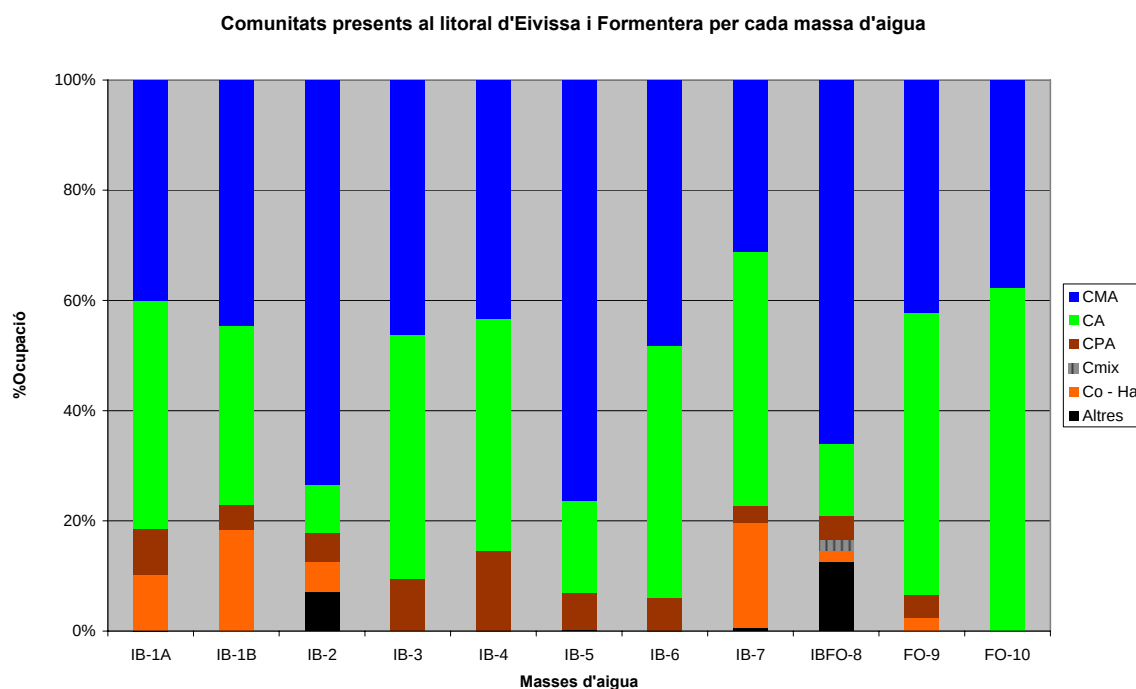


Figura 2.24: Percentatge d'ocupació de les diferents comunitats algals a cada massa d'aigua a Pitiüses.

A la figura 2.24. especifiquem les comunitats algals trobades als trams mostrejats al litoral de les illes Pitiüses. Observem que excepte al cas de IB-7 (Eivissa) totes les masses d'aigua presenten un percentatge de *Cystoseira stricta* molt abundant, per sobre del 40%, i que totes contenen *C. stricta* almenys en un 80% de la seva costa. Hi ha casos extrems on no hi ha cap altra comunitat principal present, com a les masses d'aigua IB-3 (St Vicent de sa Cala), IB-4 (Tagomago), IB-5 (Punta Arabí), IB-6 (Roca Llisa), i FO-10 (Pta de sa Creu).

A continuació descriurem detalladament les comunitats algals trobades a cada massa d'aigua.

IB-1A: Punta des Jondal – Punta sa Pedrera

Aquesta massa d'aigua es troba al sud-oest de l'illa d'Eivissa i pertany al municipi de Sant Josep. Trobem els nuclis de població d'Es Cubells i varies urbanitzacions, especialment a la part nord de la massa d'aigua. Es van seleccionar tres trams per mostrejar: els illots d'Es Vedrà i Es Vedranell, la zona adjacent a Cala Tarida i l'illa de sa Conillera.

Els illots d'Es Vedrà i Es Vedranell es troben al sud-oest de la massa d'aigua i tenen una longitud de 8 km que suposa l'11% de la massa d'aigua. Estan constituïdes per parets baixes excepte a la paret sud d'Es Vedrà. El patró general de comunitats és de *Cystoseira stricta* amb valors molt abundant o

abundant (valors 5-3) en parets subverticals o blocs mètrics, *Corallina elongata* en parets extraplomades o verticals, i puntualment *C. stricta* poc abundant (valor 2) en algunes parets verticals.

El tram de Cala Tarida va des de Cala Vedella fins a Punta de s'Embarcador, és a dir, 14 km que suposen el 18% de la massa d'aigua. En aquest tram es concentren la majoria de les urbanitzacions esmentades abans. La part des de Cala Vedella fins a Cala Molí està representada per taques de poblacions de *Cystoseira stricta* (valor 3) i valors més baixos de *C. stricta* (valor 2) o *Corallina elongata* en algunes parets verticals. La part des de Cala Molí fins a Punta de s'Embarcador presenta principalment *C. stricta* molt abundant (valors 4 o 5), excepte a la zona de Cala Tarida, que trobem peus aïllats de *C. stricta*, a vegades amb ulvàcies.

El tram de sa Conillera té una longitud de 8 km, amb una representació de l'11% de la massa d'aigua. Trobem *Cystoseira stricta* molt abundant (valors 4-5) en substrat horitzontal o subvertical. A les parets verticals *C. stricta* abundant (valor 3), i en una proporció menor, *C. stricta* poc abundant (valors 1-2) o *Corallina elongata*.

IB-1A		Longitud	Percentatge	Percentatge
Percentatge mostrejat: 39,67%		tram (m)	observat	avaluat
Comunitat				
U		10	0,03%	0,03%
Co		3038	9,89%	10,23%
Cs1		821	2,67%	2,77%
Cs2		1498	4,88%	5,05%
Cs2-3		137	0,45%	0,46%
Cs3		9758	31,76%	32,88%
Cs3-4		2541	8,27%	8,56%
Cs4+U		186	0,60%	0,63%
Cs4		7710	25,10%	25,98%
Cs4-5		1374	4,47%	4,63%
Cs5		2609	8,49%	8,79%
NA		478	1,56%	
P		561	1,83%	

Total: 30721

IB-1B: Cap Negret – Cap des Mossons

Aquesta massa d'aigua se situa a l'oest de l'illa, amb una orientació nord-oest, i pertany al

municipi de Sant Antoni. És una zona molt poc poblada, només trobem un parell d'urbanitzacions. S'ha seleccionat un tram que va des de Cap Negret fins a Corral de Guillem. Són 10 km que suposen el 48% de la massa d'aigua. Respecte a les comunitats algals diferenciem dues zones, una des de Cap Negret fins a ses Fontanelles on predomina *Cystoseira stricta* amb valor abundant (valor 3) sobre substrat subvertical o blocs mètrics i *Corallina elongata* sobre parets verticals o extraplomades, i una altra zona des de ses Fontanelles fins a Corral de Guillem on predomina *C. stricta* molt abundant (valors 4-5).

<i>IB-1B</i> Percentatge mostrejat: 47,45%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	Co	1784	17,69%	18,39%
	Cs1	120	1,19%	1,24%
	Cs2+U	67	0,66%	0,69%
	Cs2	252	2,50%	2,60%
	Cs3	3146	31,20%	32,44%
	Cs4	3627	35,97%	37,40%
	Cs4-5	212	2,10%	2,18%
	Cs5	490	4,86%	5,05%
	P	386	3,83%	
		Total:	10083	

IB-2: Badia de Sant Antoni

Aquesta massa d'aigua es troba a l'oest de l'illa d'Eivissa i pertany als municipis de Sant Antoni de Portmany i Sant Josep. És una zona prou freqüentada, amb el nucli de població de Sant Antoni, el port, i vàries urbanitzacions.

El tram mostrejat va des d'es Port des Torrent fins a Cap Negret, amb una longitud de 16 km, que suposa el 91% de la massa d'aigua. Trobem principalment *Cystoseira stricta* molt abundant (valor 5 sobre substrat horitzontal i valor 4 en substrat subvertical). A les parets extraplomades hi ha *Corallina elongata* o peus aïllats de *C. stricta*, i a l'espigó del Port de Sant Antoni i als voltants *Colpomenia sinuosa* i ulvàcies.

IB-2				
Percentatge mostrejat: 91,23%				
	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	U	607	3,86%	7,14%
	Co	469	2,98%	5,52%
	Cs2	433	2,75%	5,09%
	Cs3	553	3,52%	6,51%
	Cs3-4	203	1,29%	2,38%
	Cs4	1145	7,29%	13,49%
	Cs4-5	524	3,34%	6,18%
	Cs5	4558	29,02%	53,68%
	NA	4690	29,85%	
	P	2528	16,09%	

Total: 15709

IB-3: Cap des Mossons – Punta Grossa

Aquesta massa d'aigua es troba al nord de l'illa d'Eivissa. Pertany al municipi de Sant Joan, principalment, excepte una petita part del litoral que és de Sant Antoni. Trobem la població de Portinatx, Sant Vicent de sa Cala i algunes urbanitzacions, però no és una zona molt freqüentada.

S'ha mostrejat un tram entre Caló des Pou i Punta Escullat, amb una longitud de 10 km, que suposa el 17% de la massa d'aigua. Generalment trobem un cinturó continu de *Cystoseira stricta* (valors 4-5). Però a les parets verticals o més altes aquest cinturó es perd (valor 3) o només hi ha peus aïllats de *C. stricta* (valor 2).

IB-3				
Percentatge mostrejat: 16,45%				
	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	Cs1	475	4,66%	4,80%
	Cs2	466	4,57%	4,71%
	Cs3	2712	26,59%	27,40%
	Cs3-4	1667	16,33%	16,83%
	Cs4	2414	23,66%	24,38%
	Cs4-5	210	2,05%	2,12%
	Cs5	1957	19,18%	19,77%
	P	142	1,39%	
	R	160	1,56%	

Total: 10202

IB-4: Punta Grossa – Cala Llenya

Aquesta massa d'aigua se situa al nord-est de l'illa d'Eivissa i pertany al municipi de Sant Carles. Trobem les poblacions d'Es Figuerol i un parell d'urbanitzacions.

El tram seleccionat per mostrejar va des del Canal d'en Martí fins al Cap Roig al litoral de l'illa d'Eivissa, a més de l'illa de Tagomago. En total són 10 km que suposen el 42% de la longitud de la massa d'aigua. En general es tracta de parets baixes, excepte a la punta del Cap Roig i al Cap de Xaloc, a Tagomago. Trobem *Cystoseira stricta* molt abundant (valor 4-5) o abundant (valor 3) en proporció similar a les parets subverticals o als blocs mètriques, i *C. stricta* poc abundant (valor 1-2) a les parets verticals.

<i>IB-4</i> Percentatge mostrejat: 41,92%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	Cs1	257	2,64%	2,66%
	Cs2	1151	11,81%	11,89%
	Cs3	3742	38,40%	38,66%
	Cs3-4	346	3,55%	3,57%
	Cs4	3363	34,51%	34,75%
	Cs5	819	8,40%	8,46%
	P	66	0,68%	
		Total:	9743	

IB-5: Cala Llenya – Punta Blanca

Es troba a l'est d'Eivissa i té orientació sud-est. Pertany al municipi de Sant Carles i hi trobem la població de Santa Eulària, a més de vàries urbanitzacions. El nucli de població té un Port Esportiu. S'han seleccionat dos trams pel mostreig: Punta Arabí i Punta Blanca.

El tram de Punta Arabí se situa entre l'illa d'Es Canar i el port esportiu de Santa Eulària. Té una longitud de 18 km que representa el 72% de la massa d'aigua. Presenta un cinturó de *Cystoseira stricta* continu (valors 4 o 5) a la part rocosa, a excepció de l'espigó del port i un parell de parets verticals, on el valor de *C. stricta* disminueix fins a valor 3. És una zona amb moltes platges.

El tram de Punta Blanca es troba entre Es Caló de s'Alga i Punta Blanca, i presenta una extensió de 2

km que suposa el 9% de la massa d'aigua. El valor més freqüent és el de *Cystoseira stricta* abundant (valor 3), si bé a les parets verticals i Punta Blanca trobem valors inferiors (valor 2) i a les parets horitzontals, màxims (valor 5) de *C. stricta*.

<i>IB-5</i> Percentatge mostrejat: 79,51%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	U	28	0,14%	0,24%
	Cs1	59	0,29%	0,51%
	Cs2	244	1,20%	2,12%
	Cs2-3	458	2,25%	3,99%
	Cs3	1252	6,16%	10,90%
	Cs3-4	683	3,36%	5,95%
	Cs4	3329	16,38%	28,99%
	Cs4-5	367	1,81%	3,20%
	Cs5	5061	24,91%	44,09%
	NA	4224	20,79%	
	P	4284	21,09%	
	R	326	1,61%	
Total: 20315				

IB-6: Punta Blanca – Punta de s'Andreu

Aquesta massa d'aigua està al sud-est d'Eivissa i pertany al municipi de Sant Carles. Presenta varies urbanitzacions.

S'ha triat un tram de costa que va des de Salt d'en Serrà fins a la Cala Talamanca. És d'una longitud de 13 km, que suposa el 68% de la massa d'aigua. La meitat del tram està format per un horitzó continu de *Cystoseira stricta*, assentat principalment sobre substrat horitzontal o blocs mètrics. Una quarta part és *C. stricta* abundant (valor 3) sobre parets subverticals o blocs mètrics, i la resta són blocs decimètrics pelats o parets verticals amb peus aïllats de *C. stricta* (valors 1 o 2).

<i>IB-6</i> Percentatge mostrejat: 68,27%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	Cs1	294	2,27%	2,70%
	Cs2	359	2,77%	3,30%

Cs3	3026	23,37%	27,79%
Cs3-4	1955	15,10%	17,96%
Cs4	1872	14,46%	17,19%
Cs4-5	1379	10,65%	12,67%
Cs5	2002	15,47%	18,39%
P	277	2,14%	
R	1781	13,76%	

Total: 12945

IB-7: Punta de s'Andreu – Punta de sa Mata

Aquesta massa d'aigua està al sud sud-est de l'illa d'Eivissa, i pertany al municipi del mateix nom. Trobem la capital de l'illa i les urbanitzacions circumdants. És la zona més poblada de l'illa, i s'hi troba el port més gran: el Port d'Eivissa.

Per fer el mostreig s'ha seleccionat un tram que va des de Cala Talamanca fins a l'illa de ses Rates. Són 19 km de costa que suposen el 71% de la massa d'aigua. Al voltant de la meitat de la longitud del tram està poblat per un cinturó continu de *Cystoseira stricta* (valor 4 o 5) sobre parets horitzontals o subverticals. Trobem valors inferiors de *C. stricta* a parets subverticals o verticals (valor 2 o 3). Als espigons exteriors del port, sobre el substrat artificial, hi ha *Corallina elongata* acompanyada d'*Haliptilon virgatum*, *Patella* spp., *Balanus* spp. i ulvàcies. Per últim mencionar la presència de blocs decimètrics pelats a Es Freuet i al costat de l'espigó més antic.

<i>IB-7</i> Percentatge mostrejat: 70,52%	<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
	U	38	0,20%	0,67%
	Co+U	285	1,51%	5,08%
	Co	776	4,12%	13,85%
	Cs2	155	0,82%	2,77%
	Cs2-3	27	0,14%	0,48%
	Cs3	1452	7,72%	25,93%
	Cs3-4	1121	5,96%	20,01%
	Cs4	1279	6,80%	22,84%
	Cs4-5	220	1,17%	3,93%
	Cs5	248	1,32%	4,43%
	NA	11869	63,07%	
	R	1351	7,18%	

Total: 18819

IBFO-8: Els Freus d'Eivissa i Formentera

Aquesta massa d'aigua engloba el sud de l'illa d'Eivissa i el nord de l'illa de Formentera, per tant pertany als municipis de Sant Josep i Sant Francesc. Trobem les poblacions de Sant Francesc de s'Estanty, Sant Jordi de ses Salines i algunes urbanitzacions (a Eivissa) i Sant Ferran de ses Roques i Sant Francesc de Formentera (a Formentera). Hi ha el port de La Savina (a Formentera). Per fer el mostreig s'han seleccionat dos trams: s'Espalmador i Punta sa Pedrera.

Al tram corresponent a s'Espalmador s'ha mostrejat l'oest d'aquesta illa a més de l'Illa des Penjats i Illetes Negres. Són 9 km que fan l'11% de la massa d'aigua. A les tres illes més petites trobem parets baixes horitzontal amb *Cystoseira stricta* en un cinturó continu (valor 5), i a l'illa des Porcs i l'Illa de sa Torreta, només canvia el tipus de substrat que és subvertical. A l'illa de s'Espalmador el substrat és principalment subvertical, a vegades en blocs mètrics, i també presenta *C. stricta* de manera constant, excepte a sa Torreta i la Punteta des Gafi, on trobem algues fotòfiles i al nord de l'illa, on hi ha un petit tram amb *Cystoseira crinita*.

El tram corresponent a Punta sa Pedrera va des d'aquest punt fins a Punta sa Gavina, i ocupa una longitud de 4 km, el 5% de la massa d'aigua. Generalment trobem *Cystoseira stricta* molt abundant (valors 4 o 5) a les parets horitzontals, abundant (valor 3) a les parets subverticals, i poc abundant (valor 2) a les verticals.

IBFO-8 Percentatge mostrejat: 15,06%		Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
Comunitat				
AF		1100	8,39%	8,39%
Co		210	1,60%	1,60%
Halip		71	0,54%	0,54%
Cs(calmat)		787	6,01%	6,01%
Cs2		577	4,41%	4,41%
Cs3		1638	12,50%	12,50%
Cs3-4		68	0,52%	0,52%
Cs4		2972	22,68%	22,68%
Cs5		5680	43,35%	43,35%
Total:		13102		

FO-9: Punta sa Gavina – Punta ses Pesqueres

Aquesta massa d'aigua correspon als extrems oest i sud de l'illa de Formentera, i pertany al municipi de Sant Francesc. És una zona pràcticament despoblada i sense cap port.

S'ha mostrejat un tram de 9 km que suposa el 31% de la massa d'aigua i va des de Punta sa Gavina fins al Torrent de sa Fusta. Des de Punta de sa Gavina fins a Punta Rasa trobem parets baixes principalment amb *Cystoseira stricta* molt abundant (valors 4 o 5) sobre substrat horitzontal o subvertical, i en segon lloc *C. stricta* abundant (valor 3) sobre blocs mètrics. A partir de Punta Rasa, les parets són altes i subverticals, on predomina *C. stricta* abundant (valor 3).

FO-9 Percentatge mostrejat: 30,68%	Comunitat	Longitud tram (m)	Percentatge observat	Percentatge avaluat
	Co	211	2,32%	2,40%
	Cs2	373	4,11%	4,25%
	Cs3+U	878	9,66%	10,00%
	Cs3	3460	38,10%	39,47%
	Cs3-4	151	1,66%	1,72%
	Cs4	3283	36,14%	37,44%
	Cs5	413	4,54%	4,71%
	NA	54	0,60%	
	P	261	2,87%	

Total: 9082

FO-10: Punta ses Pesqueres – Punta ses Pedreres

Aquesta massa d'aigua se situa al sud-est de l'illa de Formentera i allotja la població d'El Pilar de la Mola. Pertany al municipi de Sant Francesc. És una zona molt poc poblada i sense cap port.

S'ha fet un mostreig des de la Punta de ses Roques fins a es Racó de sa Pujada que ocupa un tram de 9 km, és a dir, el 60% de la massa d'aigua. És una zona de penya-segats alts, aproximadament la meitat és paret vertical amb *Cystoseira stricta* abundant (valor 3), i l'altre amb *C. stricta* molt abundant a sobre de parets horitzontals, subverticals o blocs mètrics.

FO-10
 Percentatge mostrejat: 59,72%

<i>Comunitat</i>	<i>Longitud tram (m)</i>	<i>Percentatge observat</i>	<i>Percentatge avaluat</i>
Cs3	4912	55,03%	55,03%
Cs3-4	658	7,38%	7,38%
Cs4	2178	24,40%	24,40%
Cs4-5	830	9,29%	9,29%
Cs5	348	3,90%	3,90%

Total: 8925

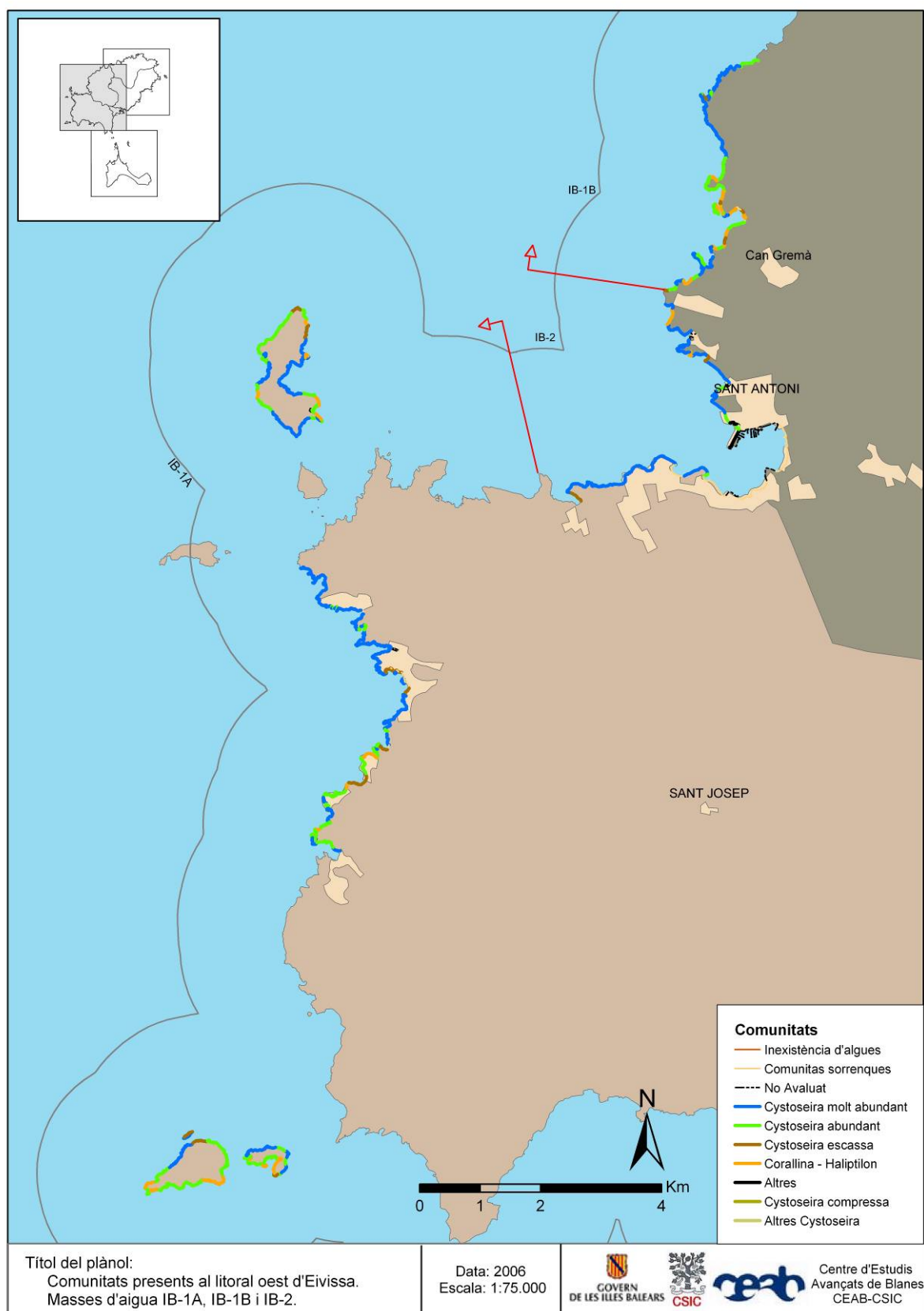


Figura 2.25: Comunitats algals presents al litoral oest d'Eivissa. Any 2006.

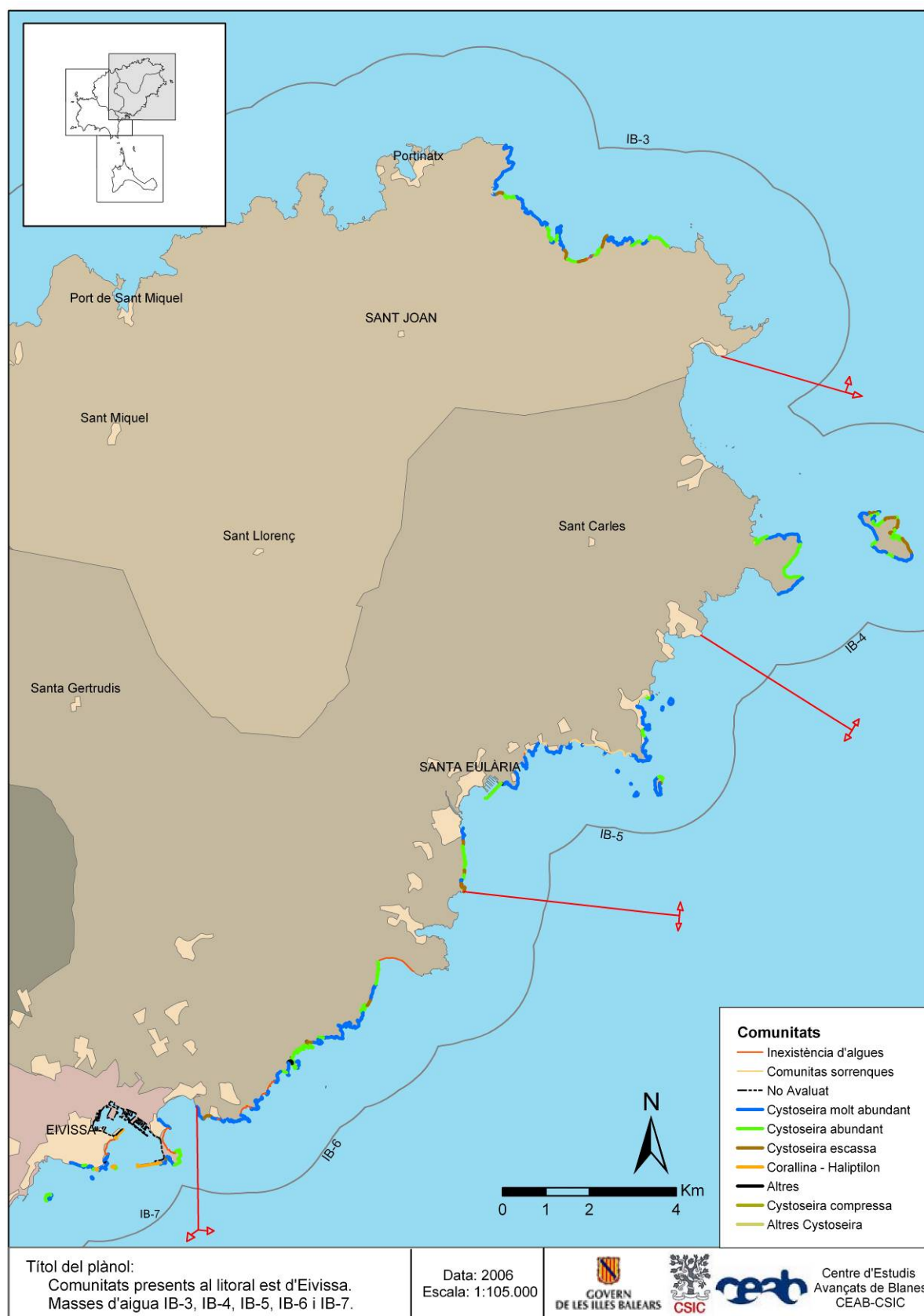


Figura 2.26: Comunitats algal presents al litoral est d'Eivissa. Any 2006.

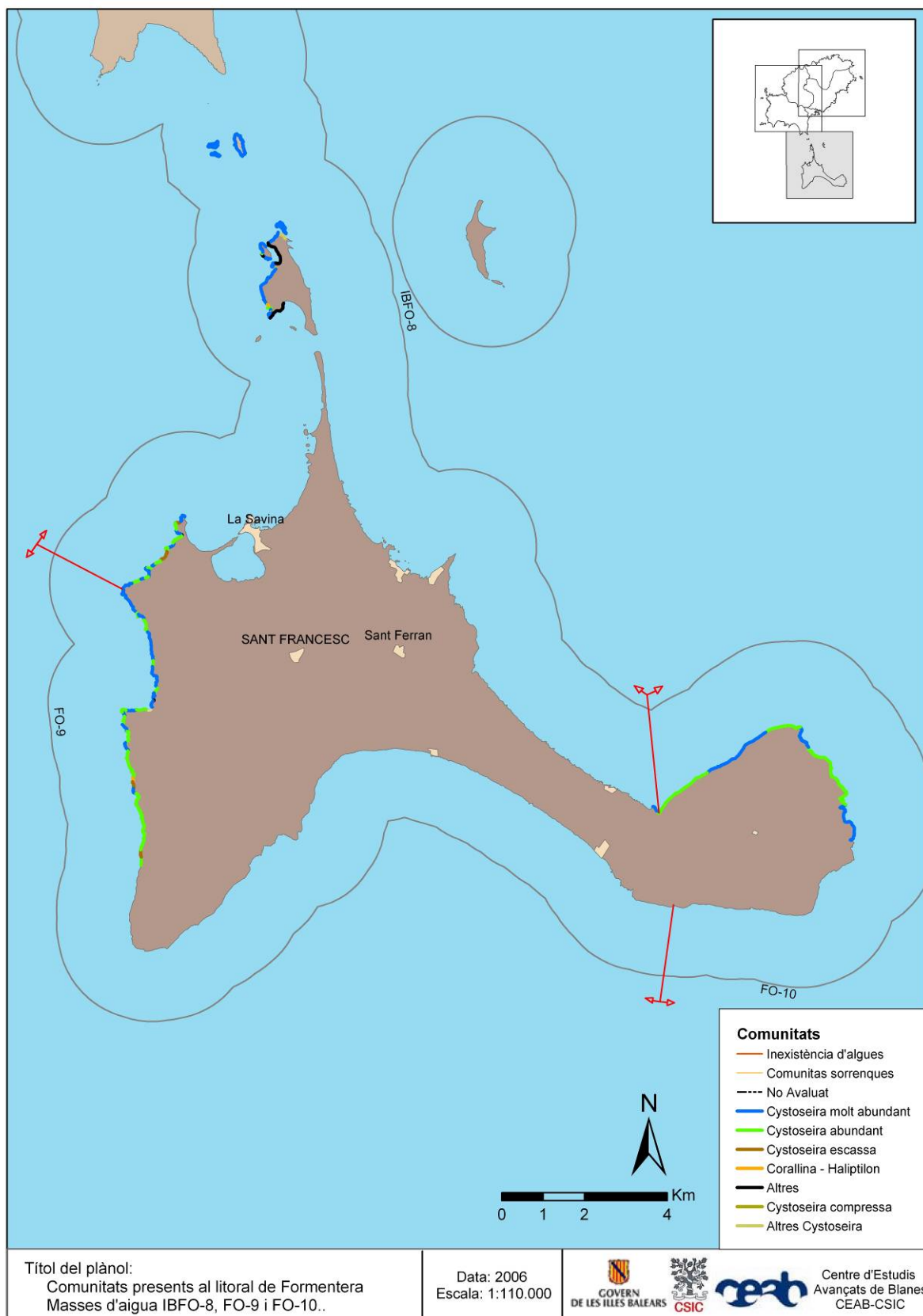


Figura 2.27: Comunitats algals presents al litoral de Formentera. Any 2006.

2. Estat ecològic del litoral balear

2.1. EQR

Recordem que l'índex EQR es calcula en base a un quocient entre dos valors (l'observat a la zona d'estudi, dividit per l'observat a les zones de referència) que estan acotats entre 1 i 20. L'índex EQR, que en resulta d'aquest quocient, serà un valor entre 0 i 1 que s'interpretarà en tots els casos segons les agrupacions de categoria i color de la Taula 2.8. Els valors pròxims a 0 indiquen un estat ecològic molt deficient mentre els pròxims a 1 indiquen un bon estat ecològic.

Taula 2.8. Categories assignades a un tram de costa en funció de l'EQR.

VALOR EQR	CATEGORIA	COLOR
>0,75 – 1	Molt bo	Blue
>0,6 – 0,75	Bo	Green
>0,4 – 0,6	Mediocre	Yellow
>0,25 – 0,4	Deficient	Orange
0 – 0,25	Dolent	Red

A continuació (taules 2.9, 2.10 i 2.11) es presenten els resultats d'aplicar l'índex EQR a les comunitats cartografiades l'any 2006. Els resultats es presenten per cada massa d'aigua.

Taula 2.9: Valor d'EQR per a cada massa d'aigua a Mallorca.

MALLORCA		
MASSA D'AIGUA	DELIMITACIÓ	VALOR EQR
MA-1A	Cala Falcó – Na Foradada	1
MA-1B	Punta Castellet – Punta Negra	1
MA-2	Badia de Santa Ponça	0,82
MA-3A	Punta Negra – Cap Gros	1
MA-3B	Ses Punes – Illa Formentor	0,99
MA-4	Badia de Sóller	0,86
MA-5	Badia de Pollença	0,97
MA-6	Cap Pinar – Illa d'Aucanada	0,99
MA-7	Illa d'Aucanada – Colònia St. Pere	0,92
MA-8	Colònia St. Pere – Cap Capdepera	1
MA-9	Cap de Capdepera – Portocolom	0,91
MA-10	Punta des Joncs – Cala Figuera	0,87

MALLORCA		
MA-11	Cala Figuera – Cala Beltran	0,91
MA-12	Cabrera	1
MA-13	Cala Beltran – Cap de Regana	1
MA-14	Cap de Regana – Cap de Enderrocat	1
MA-15	Cap de Enderrocat – Cala Major	0,69
MA-16	Cala Major – Cala Falcó	0,96

Taula 2.10: Valor d'EQR per a cada massa d'aigua a Menorca.

MENORCA		
MASSA D'AIGUA	DELIMITACIÓ	VALOR EQR
ME-1A	Cap de Bajolí – Cap de Fornells	0,97
ME-1B	Es Morter – Punta des Clot	1
ME-1C	Cala St. Esteve – Punta Prima	0,99
ME-2	Badia de Fornells	1
ME-3	Port de Maó	0,70
ME-4	Punta Prima – Punta na Pruna	0,93
ME-5	Punta na Pruna – Cap de Bajolí	0,91

Taula 2.11: Valor d'EQR per a cada massa d'aigua a Pitiüses.

EIVISSA I FORMENTERA		
MASSA D'AIGUA	DELIMITACIÓ	VALOR EQR
IB-1A	Punta des Jondal – Pta sa Pedrera	0,96
IB-1B	Cap Negret – Cap des Mossons	0,93
IB-2	Badia de Sant Antoni	1
IB-3	Cap des Mossons – Punta Grossa	0,99
IB-4	Punta Grossa – Cala Llenya	0,98
IB-5	Cala Llenya – Punta Blanca	1
IB-6	Punta Blanca – Punta des Andreus	1
IB-7	Punta des Andreus – Pta de sa Mata	0,93
IBFO-8	Els Freus d'Eivissa i Formentera	1
FO-9	Pta. sa Gavina – Pta. ses Pesqueres	1
FO-10	Pta ses Pesqueres – Pta ses Pedreres	0,98

Com podem veure a les taules de valors d'EQR presentades (Taules 2.9, 2.10 i 2.11), la valoració de la qualitat de les aigües costaneres a totes les illes de l'arxipèlag balear és “Molt bona”, a excepció de les masses d'aigua MA-15 (Cap Enderrocat – Cala Major) i ME-3 (Port de Maó), on és “Bona”. Aquests resultats es corresponen als valors de comunitats algals presentats en l'apartat anterior, on predomina la presència de *Cystoseira stricta* a totes les masses d'aigua, trobant-se en segon lloc *C. elongata* o *H. virgatum* als indrets on les condicions ambientals són menys favorables per l'assentament de *C. stricta*, sobretot per la inclinació del substrat (vertical o extraplomat) i el grau d'il·luminació. En el cas de les masses d'aigua MA-15 i ME-3, s'ha comprovat que les comunitats algals trobades es corresponen amb condicions de qualitat d'aigua menys bones que a la resta de masses d'aigua, disminueix l'abundància de *C. stricta*, que és substituïda per Algues fotòfiles, *Corallina elongata* o *Haliptilon virgatum* i altres espècies menys sensibles a la contaminació com *Neogoniolithon brassica-florida* amb *Paracentrotus lividus*, si bé continuen presentant bona qualitat d'aigua. Això pot ser degut a una alta pressió antròpica que es reflecteix en urbanitzacions, turisme i ports, així com pel fet que són zones confinades (badies) on s'acumulen la matèria orgànica i la contaminació que provenen de terra.

Fent una aproximació més detallada, de les masses d'aigua amb un estat ecològic “Molt Bo” (és a dir, totes les masses d'aigua excepte MA-15 i ME-3), distingim les masses MA-1A, MA-1B, MA-3A, MA-8, MA-12, MA-13, MA-14, ME-1B, ME-2, IB-2, IB-5, IB-6, IBFO-8 i FO-9, amb valor d'EQR igual a 1. Això suposa el 42% de la longitud total de l'illa de Mallorca, el 35% de l'illa de Menorca i el 44% a les illes Pitiüses. D'altra banda, les masses MA-2, MA-4 i MA-10, també amb estat ecològic “Molt bo”, presenten valors d'EQR de: 0,82, 0,86 i 0,87 respectivament. Les úniques 2 masses qualificades amb estat ecològic “Bo” són: MA-15 i ME-3, amb EQR=0,69 i EQR=0,70 respectivament.

Cal destacar que les Illes d'Eivissa i Formentera són les que tenen un millor estat ecològic: “Molt bo”, no havent-hi cap massa d'aigua amb valors d'EQR menors de 0,9, seguit de l'illa de Menorca on, a excepció de ME-3 amb qualificació “Bo” (Port de Maó), tota la resta de masses tampoc no baixen de valors d'EQR=0,9, i finalment l'illa de Mallorca, on hi ha tres masses d'aigua: MA-2, MA-4 i MA-10 amb puntuació per sota de 0,9 (encara que obtenen igualment la qualificació d'EQR “Molt bo”), i MA-15, amb “Bo”, rebent tota la resta de masses la qualificació “Molt bo” amb valors d'EQR superiors a 0,9.

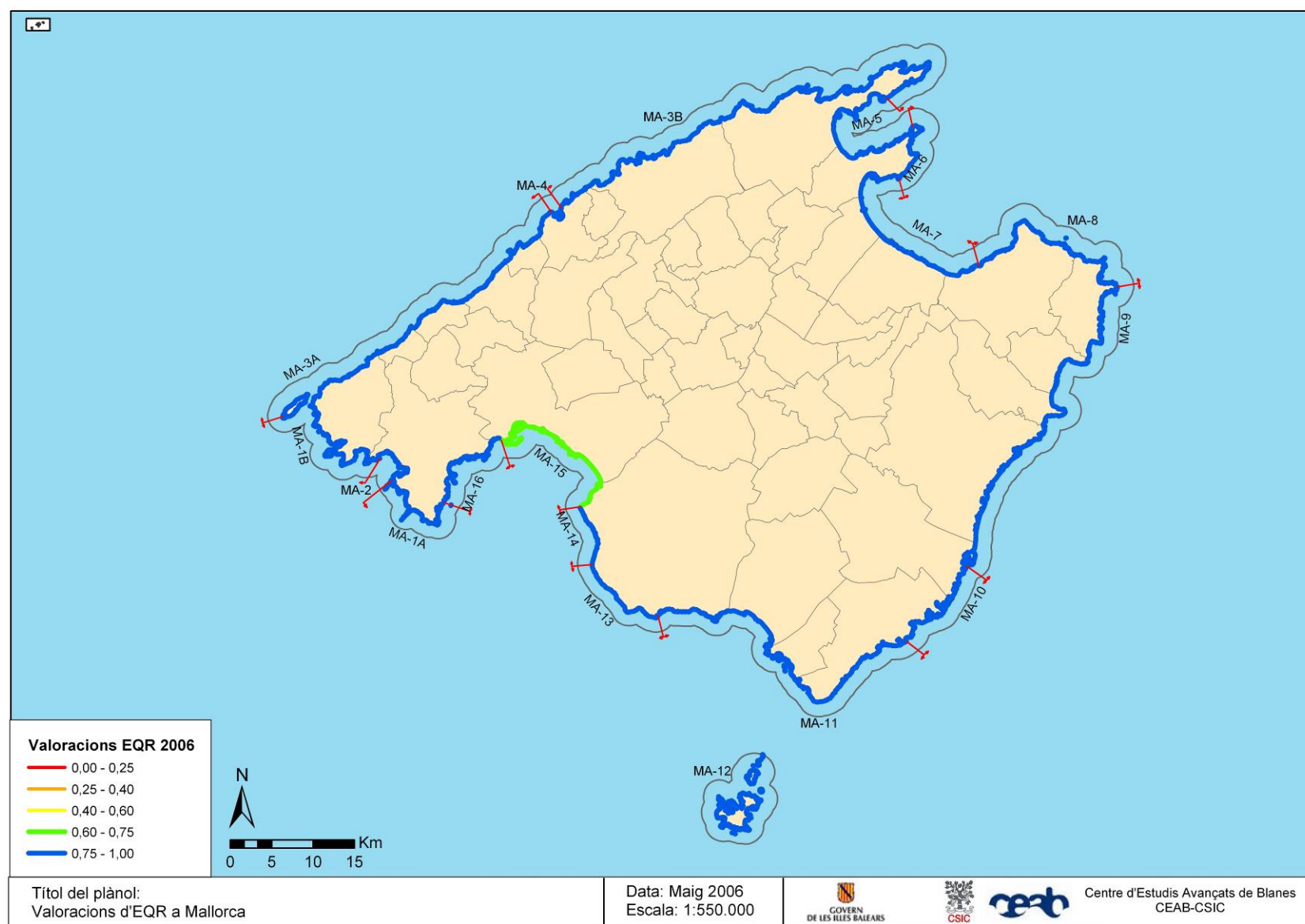


Figura 2.28: Valors d'EQR per a cada massa d'aigua a les illes de Mallorca i Cabrera. Any 2006.



Figura 2.29: Valors d'EQR per a cada massa d'aigua a Menorca. Any 2006.

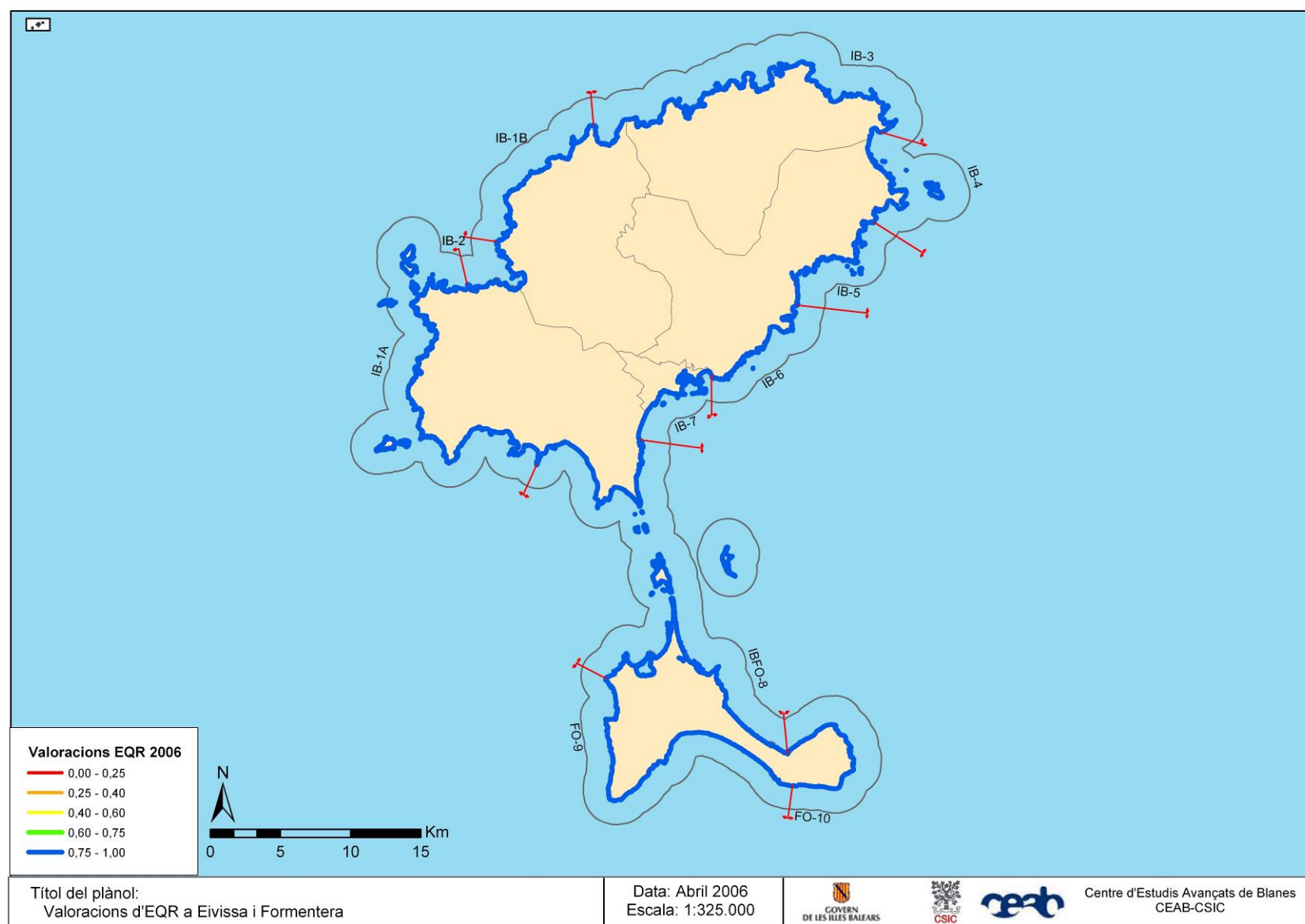


Figura 2.30: Valors d'EQR per a cada massa d'aigua a les illes d'Eivissa i Formentera. Any 2006

DISCUSSIÓ

La metodologia que s'ha presentat en aquest informe sobre la valoració de la qualitat de l'aigua mitjançant l'observació de les comunitats algals litorals, tractament de dades en una cartografia litoral (CARLIT) i el càlcul dels valors EQV i EQR, s'ha anat desenvolupant a la costa catalana des de l'any 2001. Aquesta metodologia ens permet fer una valoració força precisa del litoral, mitjançant un estudi en continu de la costa, no destructiu, i que no requereix processat al laboratori, sinó un tractament de les dades amb un sistema d'informació geogràfica (SIG). Al llarg d'aquests anys, s'ha millorat la metodologia per apropar els resultats a la situació real. Aquest mètode ens permet comparar els canvis de les comunitats algals al llarg del temps i per tant, observar l'evolució de la qualitat de l'aigua. De fet, aquesta metodologia ha estat recentment publicada a la revista científica *Marine Pollution Bulletin*, i n'adjuntem una còpia a l'Annex III.

L'índex EQR ha estat dissenyat com una eina útil per la gestió ambiental de la costa. En el cas de les illes Balears, s'associa a les masses d'aigua, que són l'entitat de gestió ambiental definides per la costa. D'aquesta manera, es compleixen les premises de la Directiva que requereixen donar un estatus ecològic a les masses d'aigua per tal d'aplicar plans de gestió que evitin el deteriorament de les aigües.

Però aquesta metodologia té una sèrie de limitacions. En primer lloc, la seva aplicació queda restringida al litoral de substrate rocós, fet que implica que en aproximadament un 7 % de la costa balear no es pugui aplicar, ja que hi trobem platges de sorra o còdols. Concretament, les masses que queden més limitades són: MA-7 (Alcúdia) MA-5 (Pollença), MA-15 (Palma) i MA-11 (Ses Salines). A més, els valors màxims d'EQR els obtenim majoritàriament amb la comunitat clímax de *Cystoseira stricta* (valors 4 i 5), la qual no es pot donar en substrates extraplomats.

D'altra banda, la idoneïtat de portar una embarcació pneumàtica petita, que permet un apropament a la costa per estudiar les comunitats, és alhora un entrebanc pels sectors de costa grans, que estan molt exposats als vents dominants, i amb molt pocs ports (des d'on posar la barca a l'aigua) (p. e. Serra de Tramuntana, Cap de Ferrutx, Cap de Ses Salines, costa nord de Menorca, zona de S'Albufera d'Es Grau, Nord d'Eivissa o Cap de Barbària), limitant la possibilitat de mostreig.

No obstant això, aquesta metodologia és aplicable a totes les masses d'aigua del litoral balear, i en un alt percentatge de cadascuna d'elles. És una metodologia que té avantatges respecte d'altres, i resulta una molt bona eina per fer un seguiment biològic de les comunitats bentòniques (en el nostre cas del litoral), fet necessari per complir la Directiva Marc de l'Aigua (DMA, 2000/60/CE) a les Illes Balears.

Pel que fa a les delimitacions de les Masses d'aigua de les Illes Balears, pensem que hi ha tres consideracions importants a tenir en compte: en primer lloc, caldria 1) considerar masses d'aigua diferents aquelles que queden interrompudes per una altra massa d'aigua com són: IB-1, MA-1, MA-3 i ME-1, que nosaltres ja hem contemplat com a masses diferents separant-les en sectors A i B, o fins i tot C (IB-1A, IB1-B, MA-1A, MA-IB, MA-3A, MA-3B, ME-1A, ME-1B i ME-1C.), i realitzant mostrejos independents. Una altra consideració seria 2) revisar les masses d'aigua que són heterogènies, pel fet que reben impactes de forma desigual, com són: MA-5, MA-7 O MA-16, ja que l'estat ecològic resultant no és reflex de les situacions concretes. A més, si aquestes masses no es mostregen senceres, podria ser que els trams escollits no fossin representatius de la massa d'aigua. Posem com a exemple el cas de la massa MA-7, que correspon a la Badia d'Alcúdia, i engloba una costa de diferents característiques socioeconòmiques, com són el Port d'Alcúdia, amb diverses urbanitzacions massificades i molt substrat artificial on hem trobat comunitats litorals força degradades amb ulvàcies i valors molt baixos de *Cystoseira*, i alhora la Colònia de Sant Pere, una zona residencial de baix impacte, amb valors alts de *C. stricta* i presència de l'escull de *Dendropoma*, ambdós amb valors màxims d'EQR. D'aquesta manera, la mitjana obtinguda: qualitat ecològica "Molt bona" (Valor EQR= 0,92) no reflexa amb precisió la situació real. Finalment, 3) els ports haurien de considerar-se com a masses d'aigua fortament modificades, essent masses diferents, i no considerant-se en el mostreig. En el cas de ports naturals importants com el Port de Maó, ens dóna com a resultat un percentatge no avaluat del 41%, i la valoració de la massa d'aigua no és representativa de tota la massa d'aigua. En un futur proper, s'hauria de revisar les masses d'aigua proposades per les Illes Balears, amb la finalitat que atenguin millor les necessitats de gestió.

Respecte de les valoracions obtingudes, en general les aigües costaneres de totes les illes de l'arxipèlag balear tenen una qualitat "Molt bona", on predomina la presència de *Cystoseira stricta* a totes les masses d'aigua a excepció de les MA-15 (Cap Enderrocat – Cala Major) i ME-3 (Port de Maó), on és "Bona". En el cas de les masses d'aigua MA-15 i ME-3, s'ha comprovat que les comunitats algals trobades es corresponen amb condicions de qualitat d'aigua menys bones que a la resta de masses d'aigua, disminueix l'abundància de *C. stricta*, que és substituïda per *Corallina elongata* o *Haliptilon virgatum* i per d'altres espècies menys sensibles a la contaminació com *Neogoniolithon brassica-florida* amb *Paracentrotus lividus*, si

bé continuen presentant bona qualitat d'aigua. Això ve donat per una forta modificació del litoral, en forma d'urbanitzacions a primera línia de mar o construccions de ports, és a dir, l'impacte del turisme, que podríem dir que és la causa principal d'aquestes modificacions, juntament amb altres pressions associades, com un major volum d'aigües residuals. I a més, s'hi suma el fet que són zones confinades (badies) on hi ha menys possibilitat de dilució de la matèria orgànica i els contaminants que a mar obert.

Ara per ara, aquestes dues masses (MA-15 i ME-3) són les que estarien més properes d'un futur incompliment de la normativa, malgrat haurien d'obtenir un valor d'EQR <0,6 (aquest any han rebut valoració 0,69 i 0,7 respectivament). No obstant això, un augment de les pressions antròpiques en forma d'augment de les aigües residuals que desemboquen al mar, la construcció de nous ports i espigons entre d'altres, comportaran disminució de la qualitat de l'aigua, que vindrà reflexat per uns valors d'EQR inferiors als actuals.

En general, podem concloure que la qualitat ambiental del litoral balear és molt bona, amb poca heterogeneïtat, ja que de les 36 masses d'aigua, totes han obtingut un nivell de qualitat ecològica "Molt bo" excepte MA-15 i ME-3 que tenen un nivell "Bo".

CONCLUSIONS

Ha estat la primera vegada que s'ha aplicat la metodologia que es fa servir a Catalunya a les Illes Balears, i per això, s'han d'interpretar els resultats obtinguts tenint en compte que les diferències geogràfiques entre ambdues zones poden influenciar-los.

La presència de *Cystoseira stricta* és majoritària a totes les illes, si bé observem que els valors més alts es troben a les illes Pitiüses (un 92.5% en comparació amb el 85% de Mallorca i el 73,5% de Menorca). En termes generals podem dir que l'estat ecològic del litoral balear és "Molt bo" (amb valors d'EQR que oscil·len entre 0,82 i 1), amb l'excepció de les masses MA-15 (de Cap Enderrocat a Cala Major) a Mallorca, i de ME-3 (Maó) a Menorca, que reben una qualificació de "Bo" (0,69 i 0,70 respectivament).

En general, podem concloure que, segons els resultats de la metodologia CARLIT, l'estat ecològic del litoral balear és majoritàriament Molt bo, i que ara per ara no hi hauria cap massa d'aigua que incomplís la Directiva.

CAPÍTOL 3: Avaluació de la qualitat ambiental utilitzant les comunitats algals de substrat rocós com a indicadors

CAPÍTOL 3: AVALUACIÓ DE LA QUALITAT AMBIENTAL UTILITZANT LES COMUNITATS ALGALS DE SUBSTRAT ROCÓS COM A INDICADORS.

INTRODUCCIÓ

El fet que les comunitats bentòniques algals, degut a la seva naturalesa sedentària integrin els canvis de l'ecosistema, fa que puguin ser utilitzades com a indicadors de la qualitat ambiental del medi (annex VI).

Quan les pertorbacions, tant naturals com d'origen antròpic, esdevenen cròniques i porten als vegetals a un *stress* continuat, s'observen canvis en la composició, i en l'estructura de la comunitat. Aquests canvis consisteixen en la disminució de la riquesa específica, del recobriment total, de la biomassa de la diversitat, del nombre d'espècies d'algues com fucofícies i rodofícies, i/o un augment de clorofícies i cianobacteris. Per tant, es dona una simplificació de les estructures poblacionals i una uniformització de l'aspecte. També hi ha un canvi en les estratègies adaptatives, de manera que les espècies sensibles habitualment de creixement lent i de cicle de vida llarg són reemplaçades per espècies més tolerants o oportunistes.

L'objectiu d'aquest treball és obtenir mostres de zones considerades molt bones per a incloure-les en el gradient de qualitat ambiental trobat amb les estacions de la costa catalana. D'aquesta manera es reafirma l'ús de les comunitats de macroalgues de fons rocós com a indicadors de possibles alteracions en el medi.

METODOLOGIA

1. Recollida de mostres

L'any 2006, durant els mesos d'Abril-Juny, es van mostrejar nou punts del litoral Balear de fons durs: 4 a Mallorca, 2 a Menorca i 3 a Eivissa-Formentera (Taula 3.1). La posició està expressada en base al DATUM universal (WGS 84) i el fus 31S. A les figures 3.1, 3.2 i 3.3 es mostra la situació geogràfica de les mostres de fons durs recollides en cadascuna de les Illes.

Taula 3.1. Relació de les estacions d'infralitoral mostrejades (Illa, estació, codi d'estació utilitzat en les anàlisis i coordenades).

Illa	Estació	Codi estació	X	Y
Mallorca	Tramuntana 1	Tram1	31 s 0445330	4384679
	Tramuntana 2	Tram2	31 s 0445330	4384679
	Cabrera-Conillera 1	Cabcon1	31 s 0496159	4337084
	Cabrera-Conillera 2	Cabcon2	31 s 0496159	4337084
	Cala Ratjada 1	Ratj1	31 s 0539170	4393404
	Cala Ratjada 2	Ratj2	31 s 0539170	4393406
	Santanyí 1	Sant1	31 s 0510725	4351793
	Santanyí 2	Sant2	31 s 0510725	4351793
Menorca	Cavalleria 1	Cav1	31 s 0593284	4436705
	Cavalleria 2	Cav2	31 s 0593284	4436705
	S'Algar 1	Alg1	31 s 0611370	4409957
	S'Algar 2	Alg2	31 s 0611370	4409957
Eivissa	Tagomago 1	Tag1	31 s 0382389	4321678
	Tagomago 2	Tag2	31 s 0382389	4382389
	Conillera 1	Con1	31 s 0345176	4316812
	Conillera 2	Con2	31 s 0345173	4316808
Formentera	Saona 1	Sah1	31 s 0359901	4284232
	Saona 2	Sah2	31 s 0359922	4284238

Dues rèpliques van ser agafades a cada estació en la zona infralitoral. Les mostres van consistir en raspats de roca realitzats mitjançant un martell i una escarpa, per tal de recollir tots els individus que composaven la comunitat en 400cm² (20x20cm) (Boudouresque, 1971). D'acord amb Ballesteros (1988a, b, 1992), aquesta superfície és suficient per representar la diversitat i els patrons de les comunitats que es desenvolupen en les comunitats d'algues mediterrànies de fons durs de la zona litoral. Les mostres van ser emmagatzemades en una dilució de formol al 4% en aigua de mar i separades posteriorment per a la seva identificació al laboratori (annex V). La quantificació de les espècies es va fer medint el recobriment. El

recobriment algal s'entén com la superfície recoberta per cada espècie algal al col·locar-la horitzontalment sobre el substrat (Ballesteros, 1992) i s'expressa en cm^2 . La quantificació de l'abundància d'invertebrats s'ha realitzat mesurant el nombre total d'individus trobats per cada espècie.

El recobriment de les espècies incrustants, va ser estimat mitjançant el percentatge de superfície total cobert *in situ*. A aquelles espècies amb un recobriment negligible se'ls va assignar un recobriment de $0,1\text{cm}^2$.

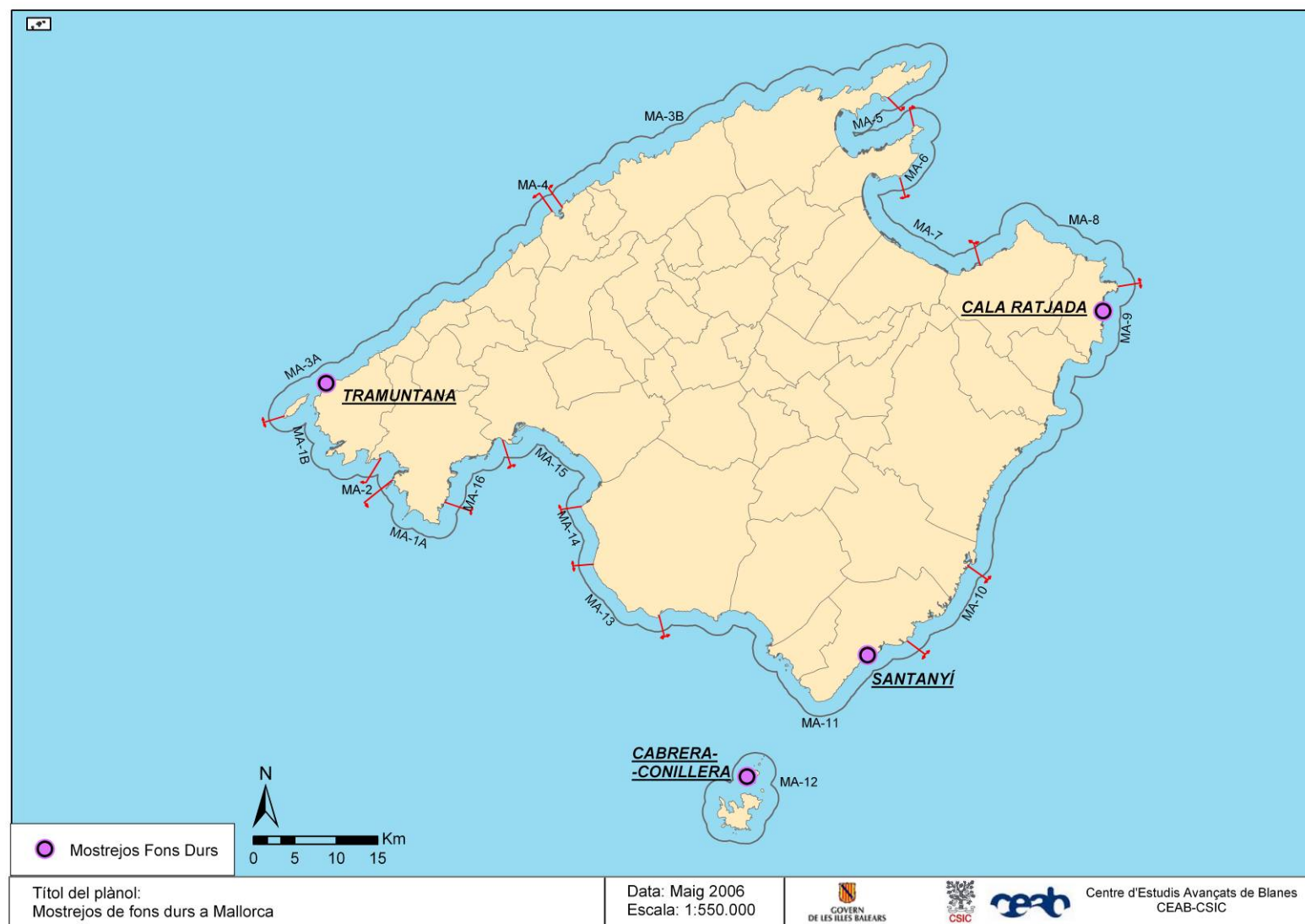


Figura 3.1. Situació de les estacions mostrejades a Mallorca per a l'estudi de la qualitat ambiental de la zona litoral de fons rocós durant l'any 2006.

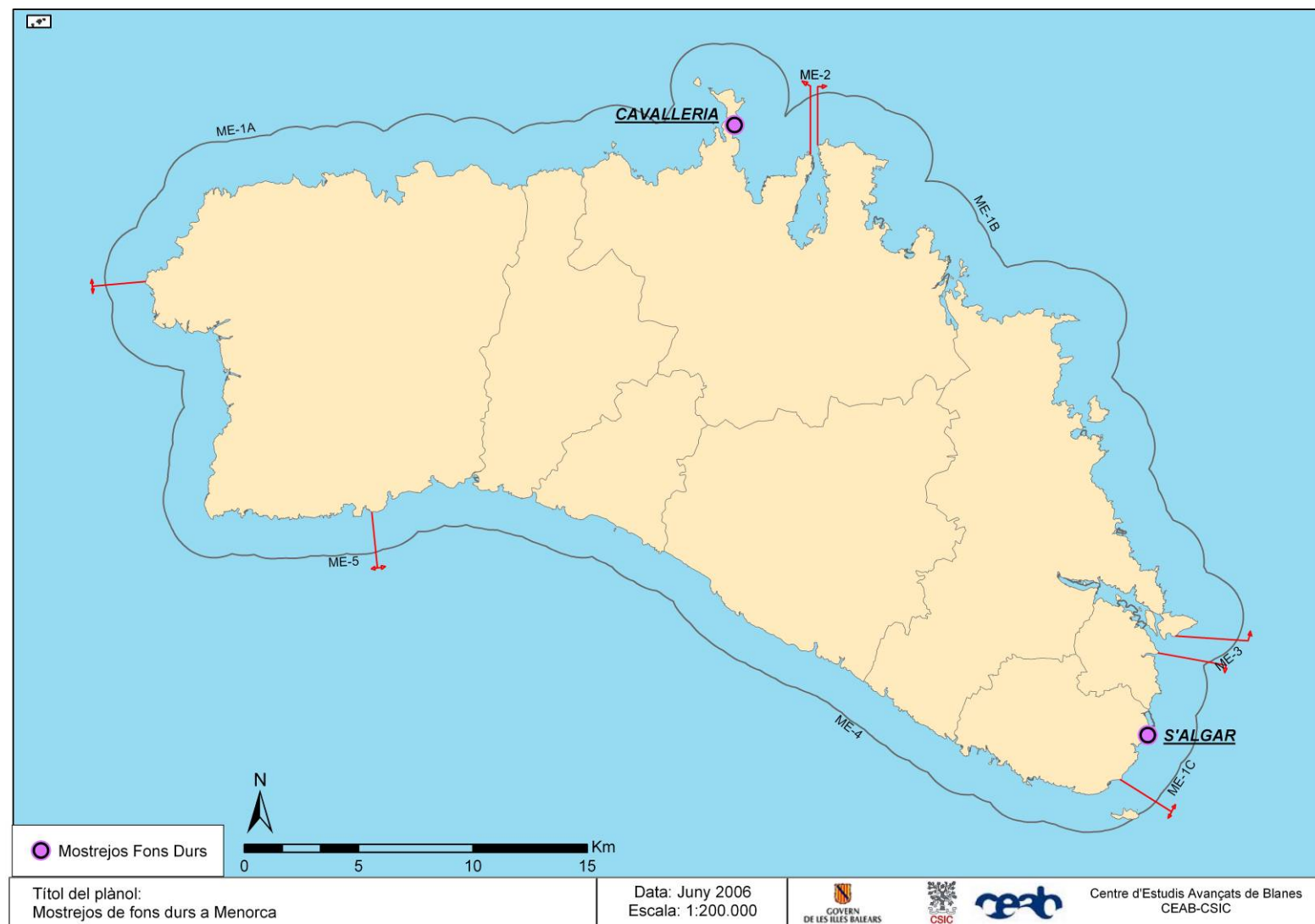


Figura 3.2. Situació de les estacions mostrejades a Menorca per a l'estudi de la qualitat ambiental de la zona litoral de fons rocós durant l'any 2006.

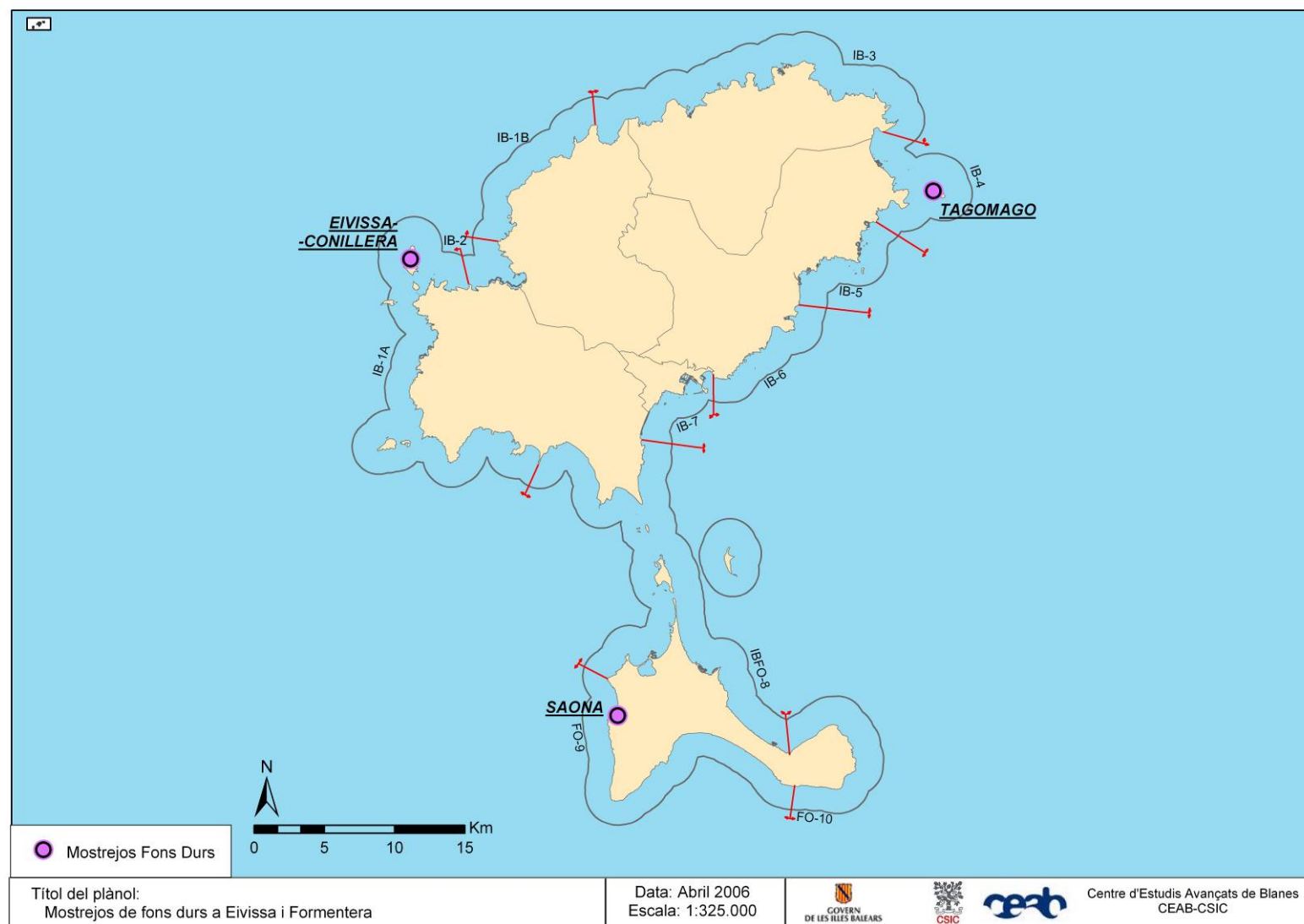


Figura 3.3 Situació de les estacions mostrejades a Eivissa i Formentera per a l'estudi de la qualitat ambiental de la zona litoral de fons rocós durant l'any 2006.

2. Anàlisi de dades

El tractament de les dades s'ha realitzat mitjançant anàlisis multivariant per tal d'ordenar les estacions en l'espai vectorial. L'anàlisi realitzada a les mostres de Balears va ser un "Detrended Correspondence Analysis" (DCA) utilitzant el programa CANOCO (versió 4.5).

En estudis previs sobre la qualitat ambiental de la costa catalana, mitjançant l'avaluació de les comunitats de fons durs, s'ha pogut observar un gradient de qualitat en les estacions analitzades. Per tal de veure on es situarien les estacions de les illes Balears dintre d'aquest gradient de qualitat conegut, s'ha realitzat una DCA dels valors de les estacions de Balears (any 2006) i Catalunya (mostrejades al 1999) conjuntament. Per poder unificar les dues bases de dades, de Balears i de Catalunya, s'han igualat les espècies *Cystoseira stricta* (espècie estructurant de les comunitats del litoral balear) i *Cystoseira mediterranea* (espècie estructurant de les comunitats del litoral català) com a *Cystoseira mediterranea-stricta*.

RESULTATS

Els grups d'algues més abundants que s'ha trobat a les mostres de fons durs han estat els rodòfits, amb 46 espècies, de les quals les espècies més abundants han estat *Neogoniolithon brassica-florida*, i *Corallina elongata*. Per altra banda, respecte al recobriment, els feòfits han estat el grup d'algues amb el recobriment més elevat, essent *Cystoseira stricta* l'espècie més abundant aportant entre un 85 i un 99% de la cobertura total de cada estació mostrejada. Els cloròfits i cianòfits també són presents a les mostres, però amb un menor recobriment. El nombre d'invertebrats ha estat de 74 tàxons, amb un total de 133 individus, on el grup dominant és el de mol·lusc que representa un 36% de l'abundància total d'invertebrats mostrejats a les estacions de fons durs (Taula 3.2).

Taula 3.2. Nombre de tàxons i recobriment total, i número de tàxons i d'individus macroinvertebrats a les mostres de substrat rocós de les costes balears.

Grup	Nºtàxons	Recobriment total (cm ²)
Rodòfits	46	699,52
Feòfits	14	20218,48
Cloròfits	10	75,66
Cianòfits	4	0,35
Grup	Nºtàxons	Nº individus
Invertebrats	74	133

Les següents representacions mostren el resultat de les anàlisis d'ordenació fetes a partir de les dades de recobriment algal i abundància faunística per a cadascuna de les estacions de les Illes Balears.

A la figura 3.4 es mostra la DCA del recobriment de les rèpliques de les diferents estacions que representa un 45,6% de la variància total (l'eix I explica un 26,7% i l'eix II un 12,5%). En aquesta representació es pot observar una diferència en la distribució de les rèpliques per a dues de les estacions de l'illa de Mallorca: Cabrera-illa des Conills i Tramuntana (Cab-Cat/Tram). Les estacions Tramuntana 1 i Cabrera-illa des Conills 1 es diferencien de la resta per estar formades per *Cystoseira compressa*, en un 5% i un 4% del total del recobriment, respectivament; i Tramuntana 2 és la única estació amb *Corallina elongata* (amb un 4% del total del recobriment).

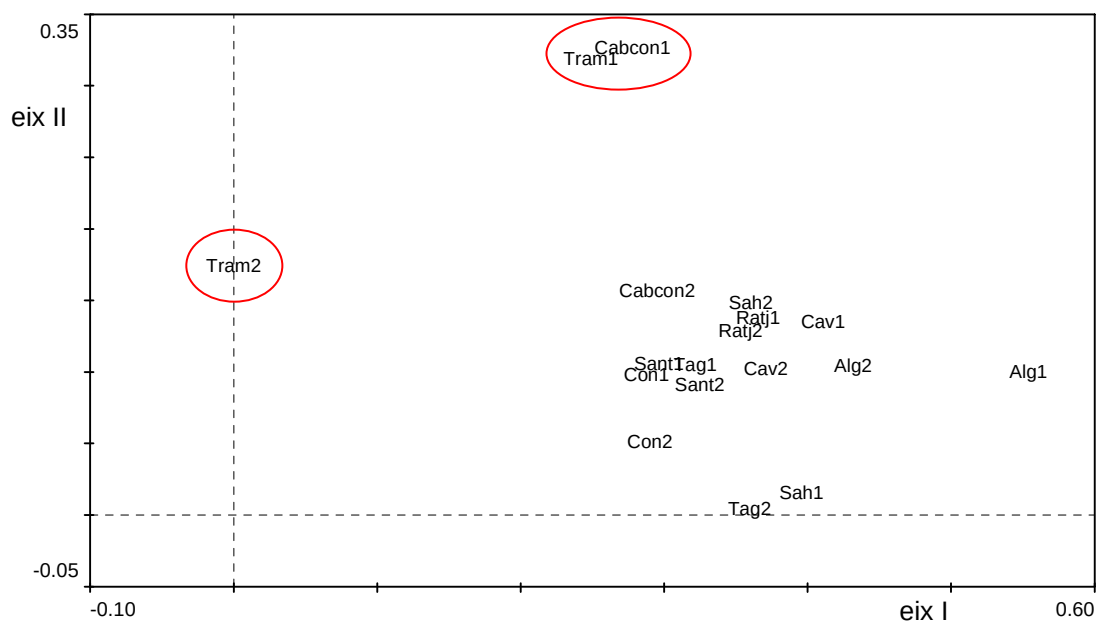


Figura 3.4. Representació de les rèpliques de les mostres de fons durs en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA). Quantificació pel recobriment. El significat dels cercles s'explica al text.

Per tal de simplificar els gràfics i la interpretació dels resultats, s'han realitzat les anàlisis emprant la mitjana de les rèpliques per a cada estació. S'han pintat amb colors les estacions de les diferents illes.

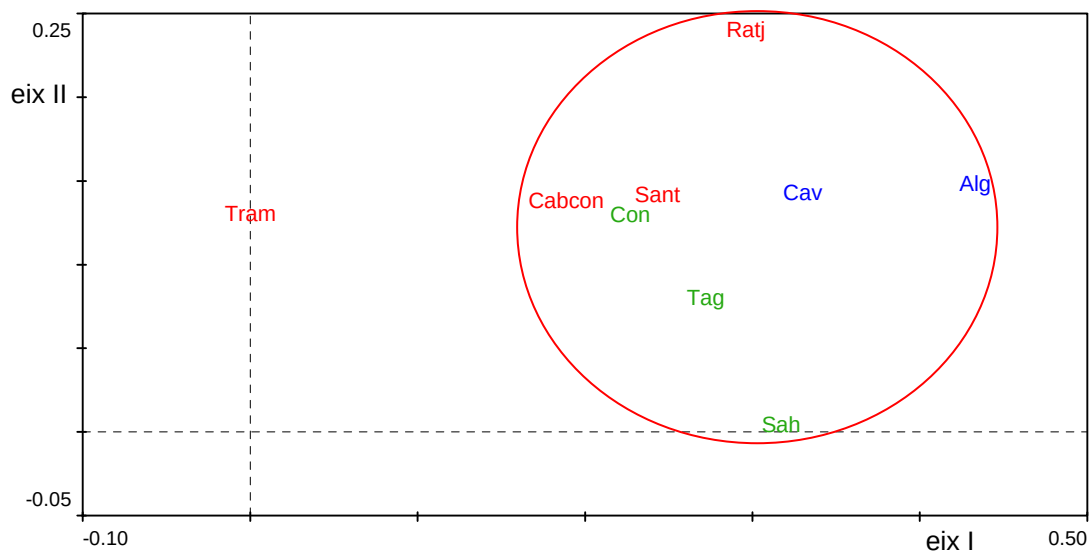


Figura 3.5. Representació de l'ordenació de les mostres de substrat dur en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA). Els diferents colors representen les diferents illes: en vermell, Mallorca, en blau, Menorca i en verd, Eivissa-Formentera. El significat dels cercles s'explica al text.

A la figura 3.5 es presenten els resultats d'aplicar una DCA a la mitjana de les estacions mostrejades. L'eix I representa el 34,9% de la variància total i l'eix II un 10,7%. Amb aquesta distribució obtenim una representació en la que l'eix I discrimina l'estació de Tramuntana, a Mallorca, a l'esquerra del gràfic de la resta. Tenint en compte que aquesta estació és l'única que està formada per *Corallina elongata*, podem dir que l'eix I discrimina per la presència d'aquesta alga, situant a la dreta de l'eix aquelles estacions que no la presenten. Per altra banda, aquesta anàlisi no permet definir quina qualitat ambiental tenen la resta d'estacions que queden agrupades a la dreta de l'eix I. Per tal de tenir una idea de com es distribueixen les mostres de la costa balears segons un gradient de qualitat ambient s'han analitzat les dades amb les de la costa catalana de 1999.

A continuació es presenten els resultats de totes les anàlisis d'ordenació fetes a partir de les dades de recobriment algal i abundància faunística de Balears analitzades anteriorment, juntament amb les dades de la costa catalana al 1999.

La DCA de la figura 3.6 representa les estacions de Balears i Catalunya. L'eix I explica un 8,4% i el segon un 5,2% de la variància total. El fet de que les estacions 95 i 101 de la costa catalana queden separades del gruix d'estacions permet obtenir el gradient ambiental. Aquestes estacions són les úniques dominades exclusivament per Ulvaceas (*Cladophora coelothrix* i *Ulva rigida*, i *Enteromorpha compressa*, respectivament). Les algues verdes pertanyents als gèneres *Ulva*, *Enteromorpha* i *Cladophora*, són espècies oportunistes que colonitzen ràpidament el

substrat després de l'existència d'una pertorbació; sobretot deguda a l'eutrofització provinent d'entrades d'aigua dolça i a fenòmens mecànics com l'abrasió. Per tant, la presència de proliferacions d'algues verdes a les estacions 95 i 101 senyala que l'eix I es relaciona amb el grau de pertorbació de les comunitats. Aquesta anàlisi, però, no permet discernir un gradient entre la resta d'estacions que queden agrupades a la part dreta de l'eix I. Per això, s'ha fet de nou la DCA eliminant les estacions 95 i 101 de la anàlisi (Figura 3.7).

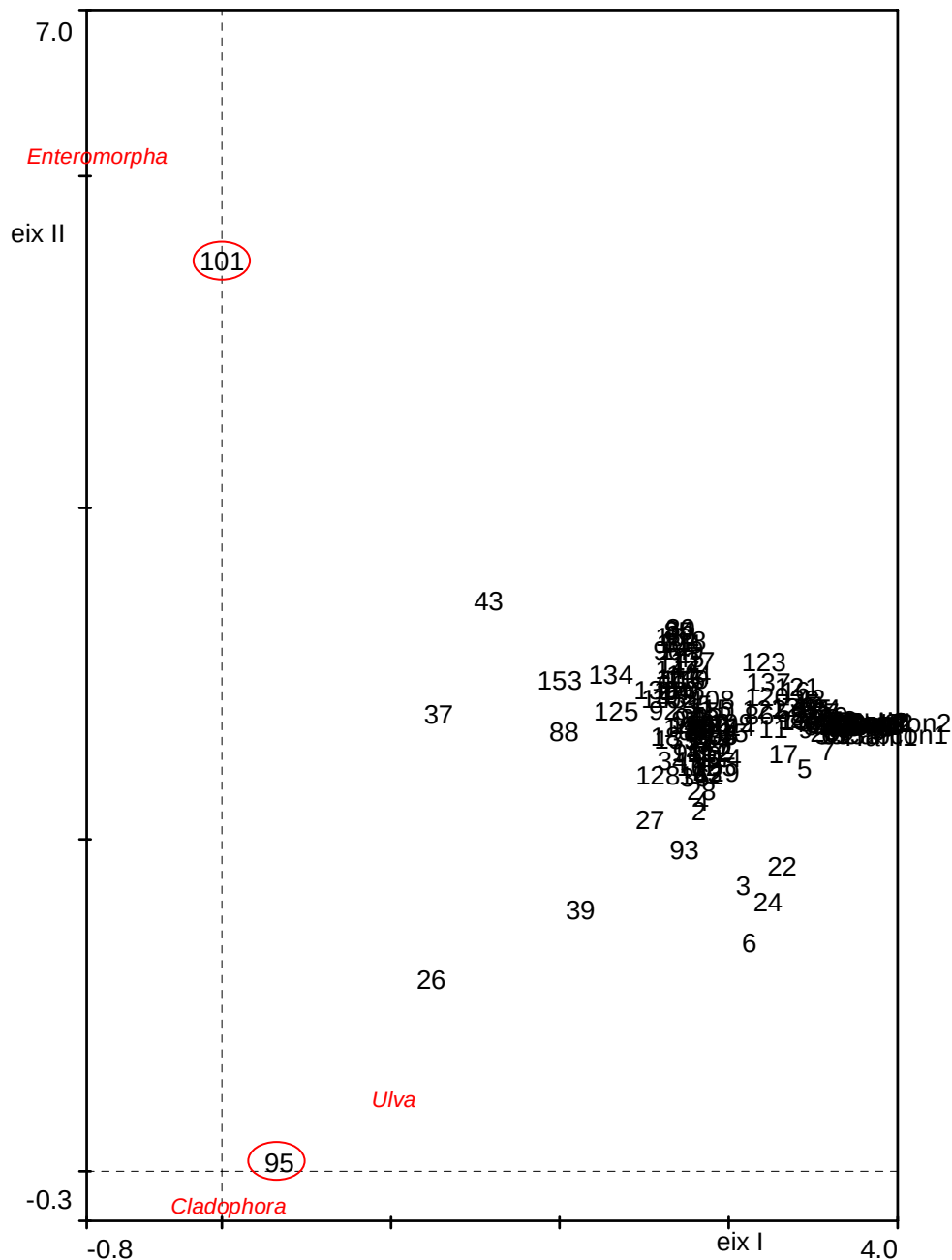


Figura 3.6. Representació de l'ordenació de les mostres de substrat dur del 2006 a Balears i de 1999 a Catalunya, en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA). Es senyalen de color vermell les espècies majoritàries per les estacions 95 i 101 (*Cladophora coelothrix*, *Ulva rigida* i *Enteromorpha compressa*). El significat dels cercles s'explica al text.

En aquesta nova DCA els dos primers eixos absorbeixen un 13,6% de la variància total (l'eix I representa un 8,4% i l'eix II un 5,2%). S'ha representat en color blau les estacions de Balears, i en color negre les estacions mostrejades a Catalunya. Es pot observar com les estacions de Balears prenen valors més alts del primer eix, juntament amb les estacions de Catalunya amb percentatges elevats d'abundància de *Cystoseira mediterranea-stricta*. Les estacions amb percentatges elevats de *Corallina elongata* i absència de *Cystoseira* prenen valors baixos de l'eix I. Les comunitats de *Cystoseira* es desenvolupen en zones no pol·lucionades i aquestes són substituïdes per comunitats dominades per *Corallina elongata* al incrementar les concentracions de nutrients a la columna d'aigua. Per tant, es pot observar un gradient clar de qualitat de l'aigua repartit sobre el primer eix.

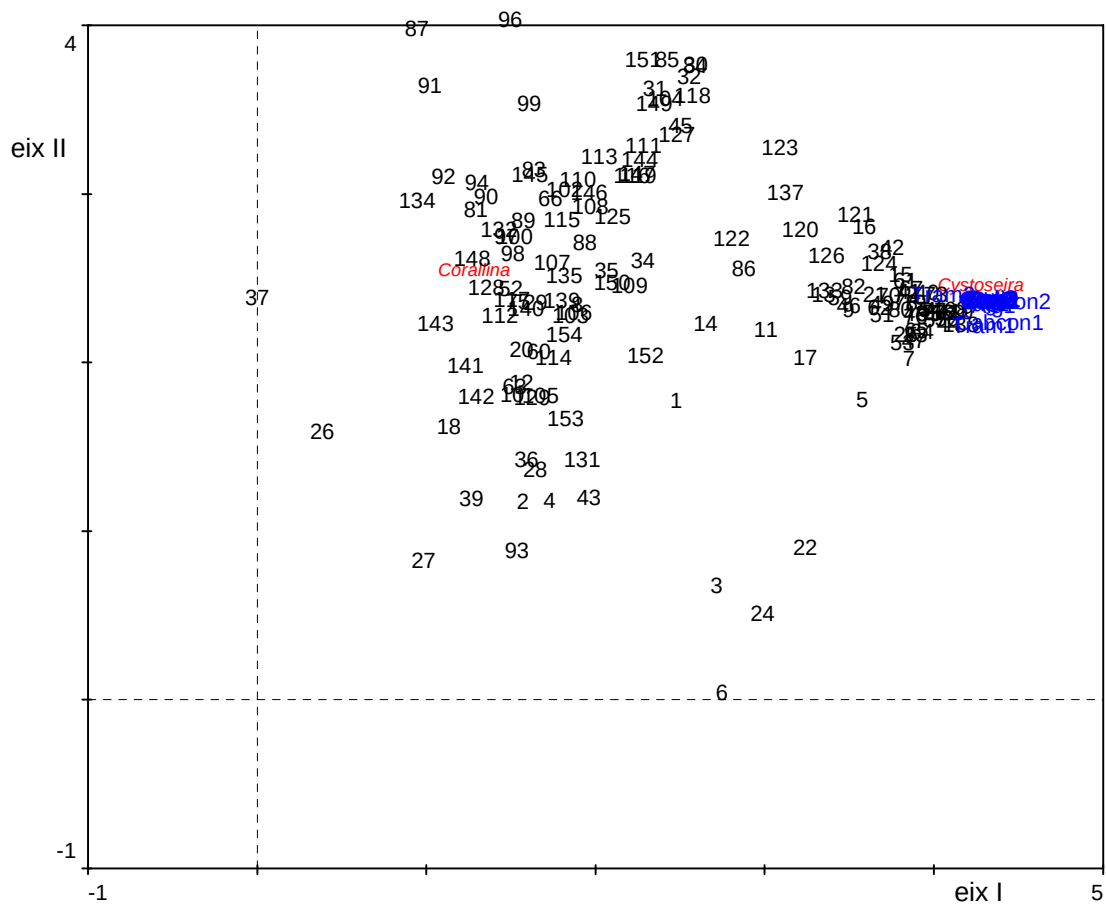


Figura 3.7. Representació de l'ordenació de les mostres de substrat dur de 2006 a Balears i de 1999 a Catalunya, en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA). S'han eliminat les estacions 95 i 101 de Catalunya. Els diferents colors representen les diferents bases de dades: en blau, estacions de la costa balear i en negre, les mostres de la costa catalana. Es senyalen de color vermell les espècies majoritàries *Cystoseira mediterranea-stricta* i *Corallina elongata*.

Aquest gradient es fa patent si es representa la DCA de l'abundància mitjana de les mostres (eliminant les estacions 95 i 101), on la grandària dels cercles indica el percentatge relatiu de *Cystoseira mediterranea-stricta* (figura 3.8) i *Corallina elongata* (figura 3.9). A la figura 3.8 es pot veure com la part més positiva de l'eix I concentra aquelles estacions amb *Cystoseira mediterranea-stricta* com a espècie estructurant de la comunitat, i no està present en les estacions que resten a l'esquerra de l'eix I. A la figura 3.9 es pot observar com *Corallina elongata* està present en la majoria de les estacions a llarg del primer eix, però aquelles estacions amb una abundància major de *Corallina* queden agrupades en els valors més baixos de l'eix I, coincidint amb les estacions sense *Cystoseira*.

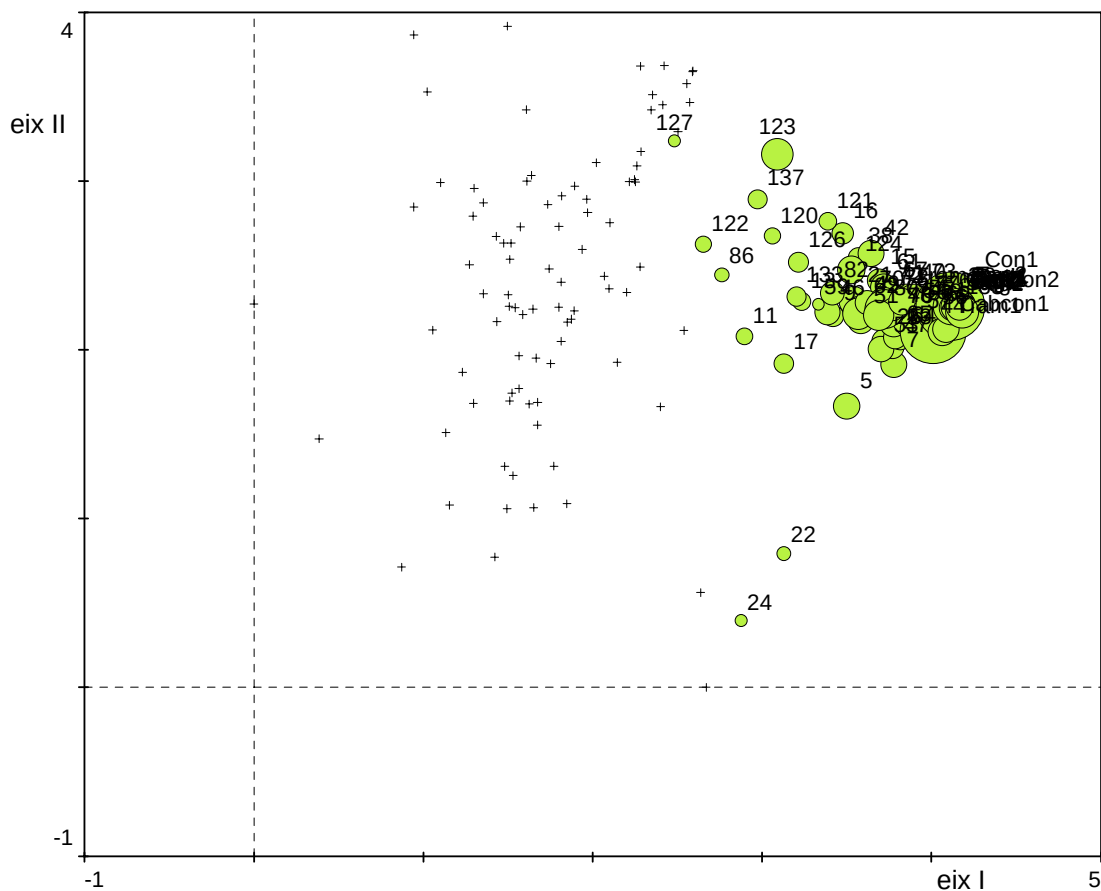


Figura 3.8. Representació de l'ordenació de les mostres de substrat dur de 2006 a Balears i de 1999 a Catalunya, en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA). S'han eliminat les estacions 95 i 101 de Catalunya. La grandària dels cercles representa el percentatge relatiu de *Cystoseira mediterranea-stricta* per a cada estació.

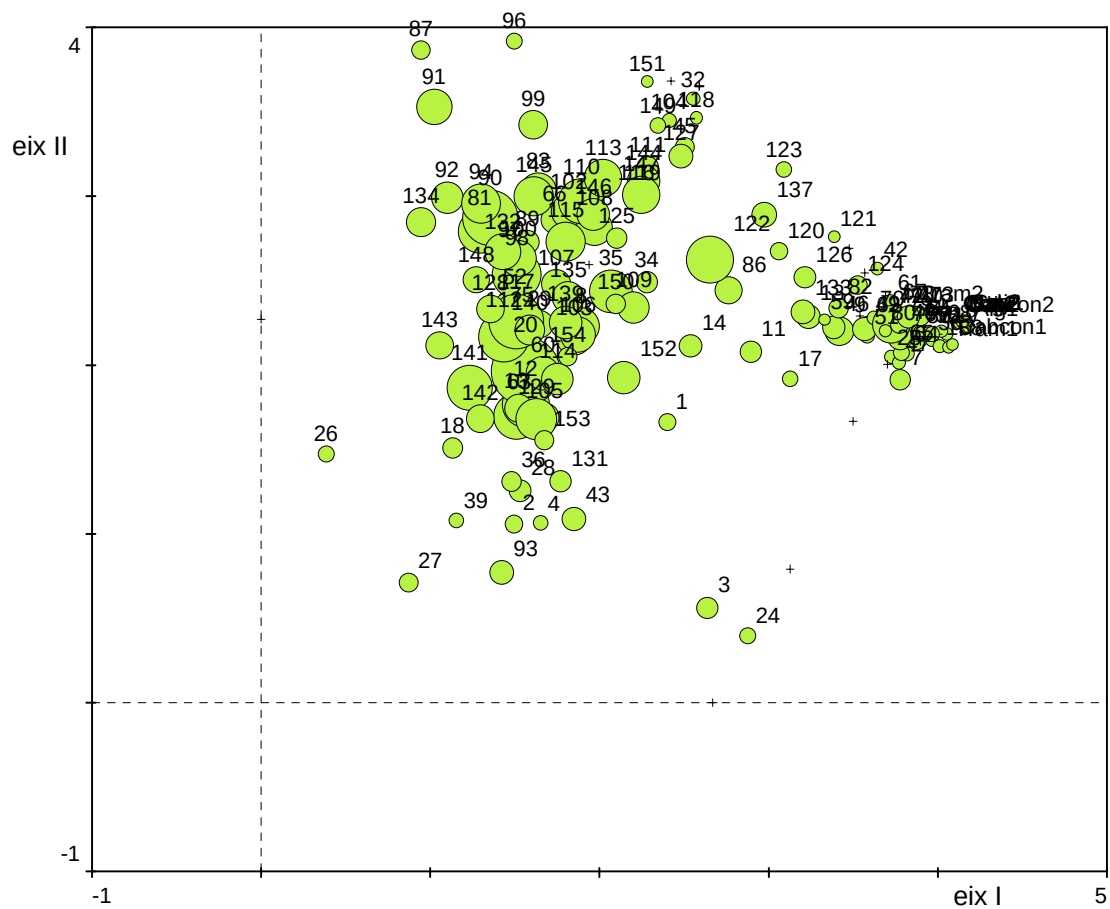


Figura 3.9. Representació de l'ordenació de les mostres de substrat dur del 2006 a Balears i de 1999 a Catalunya, en l'espai definit pels dos primers eixos principals (DCA). S'han eliminat les estacions 95 i 101 de Catalunya. La grandària dels cercles representa el percentatge relatiu de *Corallina elongata* per a cada estació.

Per tant, les estacions de les illes Balears mostrejades es situen en l'extrem del gradient dominat per *Cystoseira*, és a dir, a l'extrem del gradient ambiental, per tant es considera que són estacions sense perturbacions i amb molt bo estat ecològic.

DISCUSSIÓ

El fet que més del 85% de la cobertura algal de les comunitats de fons rocós sigui de *Cystoseria stricta*, determina que aquesta espècie és el principal component estructurant de les comunitats bentòniques en zones no alterades de les Illes Balears. Tenint en compte que el gènere *Cystoseira* és característic de les comunitats clímax de fons rocosos de la Mediterrània, les estacions mostrejades poden ser avaluades com a estacions amb un estat de desenvolupament òptim.

En quant a les anàlisis DCA realitzades per a totes les estacions de Balears, es pot veure que no hi ha una diferenciació de les comunitats algals per illes. L'eix I es pot considerar com discriminant entre aquelles estacions que presenten *Corallina elongata* com és l'estació de Tramuntana a Mallorca, de la resta d'estacions dominades per *Cystoseria stricta*. Però tot i la presència de *Corallina elongata* a l'estació de Tramuntana, la baixa proporció d'aquesta (4% del recobriment total de l'estació de Tramuntana) en comparació amb el 88% del recobriment total de *Cystoseira stricta*, fa pensar que no es tracta d'una estació amb una qualitat ambiental inferior a la resta.

Si es disposen les estacions mostrejades a Balears dintre d'un gradient conegut de qualitat ambiental a escala supra-regional, podem veure com totes les estacions de Balears es situen a l'extrem on es concentren les estacions de millor qualitat ambiental. El gradient de qualitat de les aigües està compost per estacions dominades per *Ulvàcies*, en zones molt pertorbades; estacions dominades per *Corallina*, en comunitats amb nivells intermitjos d'enriquiment de nutrients; i estacions dominades per *Cystoseira*, en comunitats amb un bon estat ecològic no alterades. Les estacions de les illes Balears es situen juntament amb les estacions de Catalunya dominades per espècies del gènere *Cystoseira*, i per tant, espècies sensibles a la pol·lució, la desaparició de les quals revelaria una alteració de la qualitat de l'aigua.

CONCLUSIONS

Les comunitats bentòniques de fons rocós mostrejades a les illes Balears durant l'any 2006, són comunitats madures i dominades per *Cystoseria stricta*, feòfit sensible a la alteració de la qualitat ambiental.

Quan les mostres de Balears s'inclouen dintre del gradient de qualitat ambiental obtingut a les aigües costaneres de Catalunya, es pot reafirmar que les mostres de Balears s'agrupen amb les estacions de millor estat ecològic.

BIBLIOGRAFIA

Ballesteros, E., 1988a. Composición y estructura de la comunidad infralitoral de *Corallina elongata* Ellis & Solander de la Costa Brava (Mediterráneo Occidental). Investigación Pesquera 52, 135-151.

Ballesteros, E., 1988b. Estructura y dinámica de la comunidad de *Cystoseira mediterranea* Sauvageau en el Mediterráneo Noroccidental. Investigación Pesquera 52, 313-334.

Ballesteros, E., 1992. Els vegetals i la zonació litoral: espècies, comunitats i factors que influeixen en la seva distribució. Arxius Secció Ciències 101, 1-616. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.

Boudouresque, C-F., 1971. Qualitative and quantitative methods of study of the benthos (in particular of phytobenthos). Tethys. Vol. 3, no. 1, pp. 79-104.

CONCLUSIONS FINALS

CONCLUSIONS FINALS

En primer lloc hem de dir que, mitjançant la metodologia de fons tous s'han avaluat 28 de les 36 masses d'aigua (donada la dificultat de trobar sorres fines), i amb la metodologia CARLIT s'han avaluat totes les masses d'aigua (ja que en aquest cas la limitació de mostreig són les zones sorrenques, i aquestes són relativament reduïdes a l'arxipèlag balear). Així és que aquestes dues metodologies es complementen, la primera avaluant els fons infralitorals de sorres fines, i la segona el litoral rocós. A continuació, presentem la taula de les valoracions d'estat ecològic de les masses d'aigua en base als resultats obtinguts amb les dues metodologies.

Taula 4. Resultats d'EQR CARLIT i MEDOCC per a cada massa d'aigua.

MASSA D'AIGUA		DELIMITACIÓ	EQR CARLIT	EQR MEDOCC
EIVISSA I FORMENTERA	IB-1A	Punta des Jondal – Pta sa Pedrera	MOLT BO	BO
	IB-1B	Cap Negret – Cap des Mossons	MOLT BO	BO
	IB-2	Badia de Sant Antoni	MOLT BO	
	IB-3	Cap des Mossons – Punta Grossa	MOLT BO	MOLT BO
	IB-4	Punta Grossa – Cala Llenya	MOLT BO	MOLT BO
	IB-5	Cala Llenya – Punta Blanca	MOLT BO	MOLT BO
	IB-6	Punta Blanca – Punta des Andreus	MOLT BO	MOLT BO
	IB-7	Punta des Andreus – Pta de sa Mata	MOLT BO	
	IBFO-8	Els Freus d'Eivissa i Formentera	MOLT BO	MOLT BO
	FO-9	Pta. sa Gavina – Pta. ses Pesqueres	MOLT BO	MOLT BO
	FO-10	Pta ses Pesqueres – Pta ses Pedreres	MOLT BO	
MASSA D'AIGUA		DELIMITACIÓ	EQR CARLIT	EQR MEDOCC
MALLORCA	MA-1A	Cala Falcó – Na Foradada	MOLT BO	
	MA-1B	Punta Castellet – Punta Negra	MOLT BO	BO
	MA-2	Badia de Santa Ponça	MOLT BO	BO
	MA-3A	Punta Negra – Cap Gros	MOLT BO	MOLT BO
	MA-3B	Ses Puntetes – Illa Formentor	MOLT BO	MOLT BO
	MA-4	Badia de Sóller	MOLT BO	BO
	MA-5	Badia de Pollença	MOLT BO	MOLT BO
	MA-6	Cap Pinar – Illa d'Aucanada	MOLT BO	MOLT BO
	MA-7	Illa d'Aucanada – Colònia St. Pere	MOLT BO	MOLT BO
	MA-8	Colònia St. Pere – Cap Capdepera	MOLT BO	
	MA-9	Cap de Capdepera – Portocolom	MOLT BO	MOLT BO
	MA-10	Punta des Jons – Cala Figuera	MOLT BO	BO
	MA-11	Cala Figuera – Cala Beltran	MOLT BO	BO
	MA-12	Cabrera	MOLT BO	BO
	MA-13	Cala Beltran – Cap de Regana	MOLT BO	
	MA-14	Cap de Regana – Cap de Enderrocat	MOLT BO	
	MA-15	Cap de Enderrocat – Cala Major	BO	BO
	MA-16	Cala Major – Cala Falcó	MOLT BO	BO

MASSA D'AIGUA		DELIMITACIÓ	EQR CARLIT	EQR MEDOCC
MENORCA	ME-1A	Cap de Bajolí – Cap de Fornells	MOLT BO	
	ME-1B	Es Morter – Punta des Clot	MOLT BO	BO
	ME-1C	Cala St. Esteve – Punta Prima	MOLT BO	BO
	ME-2	Badia de Fornells	MOLT BO	BO¹
	ME-3	Port de Maó	BO	MEDIOCRE¹
	ME-4	Punta Prima – Punta na Pruna	MOLT BO	BO
	ME-5	Punta na Pruna – Cap de Bajolí	MOLT BO	BO

¹Categories assignades provisionalment, ja que caldria tractar les masses d'aigua ME-2 i ME-3 com a aigües confinades.

Segons els resultats de la metodologia de fons tous, la majoria de les masses d'aigua de les Illes Balears presenten un estat ecològic Bo i Molt bo, a excepció de la massa d'aigua de Maó (ME-3), que ha rebut una valoració provisional de Mediocre, trobant-se en situació d'incompliment de la Directiva. Però degut al confinament natural que es dona a ME-3, no es pot comparar amb la resta, aigües costaneres obertes, i de fet se l'hauria d'avaluar juntament amb la massa d'aigua ME-2 (Fornells) com a aigües confinades, assignant de nou una categoria d'estat ecològic. Com a conclusió, es pot dir per tant que segons els macroinvertebrats, la majoria de les masses d'aigua de les Illes Balears estan exemptes de problemes majors. Pel que fa als resultats de la metodologia CARLIT, l'estat ecològic del litoral balear és majoritàriament Molt bo, a excepció de les masses d'aigua (MA-15 i ME-3) amb Bo, i que ara per ara no hi hauria cap massa d'aigua que incomplís la Directiva.

Comparativament, les valoracions de l'estat ecològic de les masses d'aigua obtingudes amb la metodologia CARLIT, són lleugerament superiors a les obtinguts amb els fons tous, tot i que ambdues metodologies valoren les masses d'aigua entre Molt Bo i Bo. Aquesta diferència l'atribuïm al fet que les comunitats algals (indicadors de la metodologia CARLIT) responen a l'enriquiment per nutrients (que en el cas de les algues litorals relacionem amb un origen antròpic), en canvi les comunitats d'invertebrats de fons tous responen a l'increment de matèria orgànica (tant al·lòctona i d'origen antròpic, com autòctona i provinent de restes naturals). Això explicaria que a les Illes Balears la valoració de l'estat ecològic dels fons tous sigui inferior, ja que les aigües són oligotròfiques (amb pocs nutrients), però hi ha molts aportos de matèria orgànica natural en forma de detritus de *Posidonia oceanica* que condicionen la composició de les comunitats de fons tous, amb una presència notable d'espècies tolerants que fan baixar la valoració. Per aquest motiu de cara a fer futurs estudis de la matèria orgànica dels sediments de fons tous serà imprescindible diferenciar la fracció que correspon a un origen natural per poder interpretar els resultats amb més precisió, i així poder aplicar un factor de correcció al resultat d'EQR obtingut.

Pel que fa a la delimitació de les masses d'aigua, en primer lloc caldria considerar:

1) masses d'aigua diferents aquelles que queden interrompudes per una altra massa d'aigua com son: IB-1, MA-1, MA-3 i ME-1, que nosaltres ja hem contemplat com a masses diferents, separant-les en sectors A i B, o fins i tot C (IB-1A, IB-1B, MA-1A, MA-1B, MA-3A, MA-3B, ME-1A, ME-1B i ME-1C), i realitzant mostrejos independents. Una altra consideració, seria la de 2) revisar les masses d'aigua que son heterogènies pel fet que reben impactes de forma desigual, com son: MA-5, MA-6 o MA-16, ja que l'estat ecològic resultant no és reflex de les situacions concretes. I 3) tractar els ports com a masses d'aigua fortament modificades.

Per últim, esmentar que la Xarxa Operativa, encarregada de fer un seguiment més intens en aquelles zones problemàtiques, s'hauria d'aplicar a les masses d'aigua del port de Maó i la Badia de Fornells, les quals, mereixerien un tractament diferenciat a la resta per les seves característiques geomorfològiques que les acosten més a sistemes de tipus transicional que de mar obert. D'altres indrets que mereixerien probablement un seguiment més precís mitjançant la Xarxa Operativa serien aquells indrets de la Badia de Palma, Alcúdia i Pollença on s'han detectat problemes i que, d'acoplar les masses d'aigua a les pressions que es reben, incomplirien potser amb la Directiva o estarien en una situació de risc marcat.

És necessari, un cop realitzat aquest estudi, confrontar els resultats aportats per les macroalgues i els macroinvertebrats amb els resultats d'altres grups de treball (*Posidonia*, fitoplàncton, físico-químics) per tal de valorar de forma definitiva la qualitat de cada massa d'aigua i establir possibles noves divisions o particions d'aquestes masses en funció de la informació obtinguda i, finalment, establir una valoració de qualitat ambiental global de cada massa d'aigua en funció de tots els indicadors.

**ANNEX I: COL·LECCIÓ FOTOGRÀFICA MACROINVERTEBRATS
BALEARS**

ANNEX I: COL·LECCIÓ FOTOGRÀFICA MACROINVERTEBRATS BALEARS

TIPUS ANNELIDA

Oligochaeta



Oligochaeta

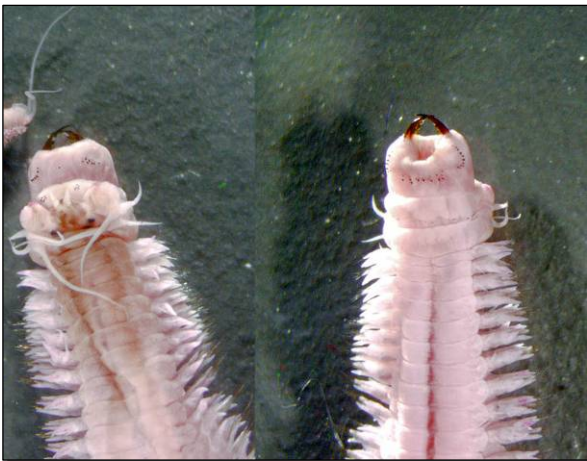
Polychaeta



Armandia sp.



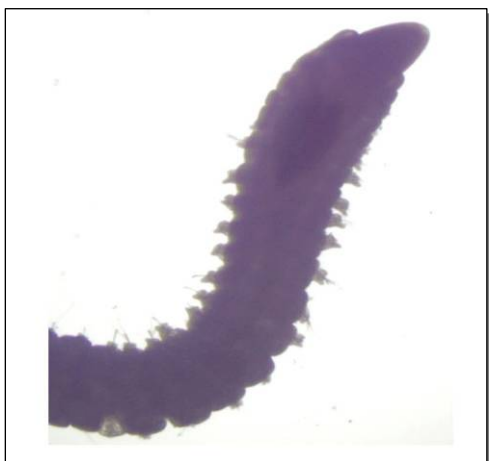
Glycera sp.



Hediste sp.



Heteromastus sp.



Lumbrineris sp.



Nereiphylla sp.



Notomastus latericeus



Phyllodoce sp.



Polygordius sp.



Protodorvillea kefersteini



Pseudopolydora sp.



Syllis sp.

TIPUS ARTHROPODA

Amphipoda



Ampelisca sp.



Bathyporeia guilliamsoniana



Corophyum sp.



Gammaridea sp.



Leucothoe sp.



Lysianassa sp.



Periculodes longimanus



Phtisica marina

Anisopoda



Anisopoda sp.



Apseudes latreillei



Leptochelia savignyi



Tanaidae

Copepoda



Calanoida



Copepoda



Harpacticoida

Cumacea



Bodotria scorpioides



Iphinoe serrata



Leucon sp.



Pseudocuma longicorne

Decapoda

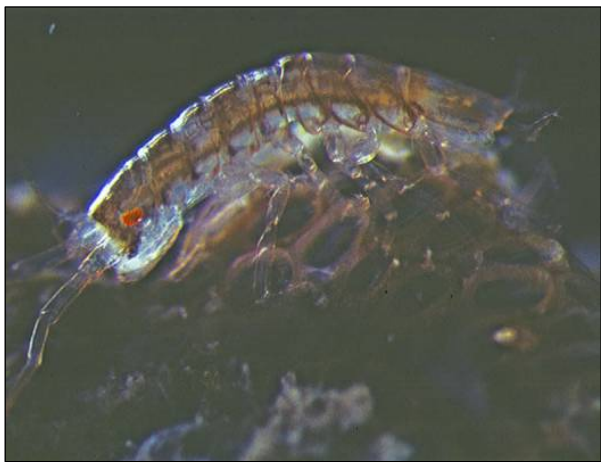


Anapagurus laevis



Diogenes pugilator

Isopoda



Eurydice affinis



Idotea sp.



Lekanesphaera hookeri

Leptostraca



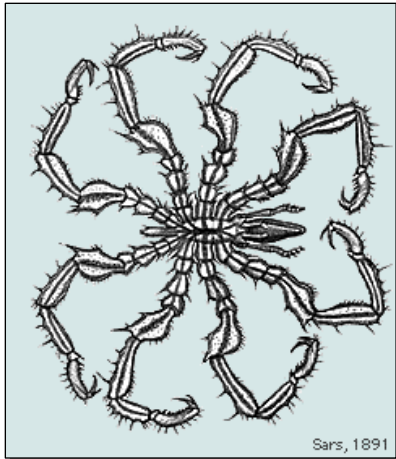
Nebalia bipes

Mysidacea



Mysidacea

Pycnogonida



Achelia echinata

TIPUS ASCHELMINTHES

Nematoda



Nematoda

TIPUS CHAETOGNATHA



Chaetognatha

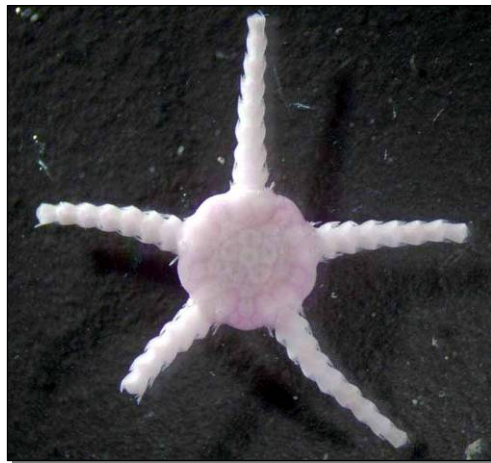
TIPUS ECHINODERMATA



Amphipholis squamata



Amphiura chiajei

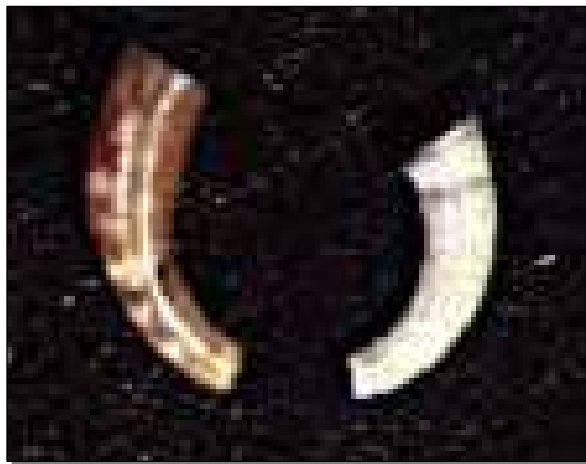


Ophiura albida

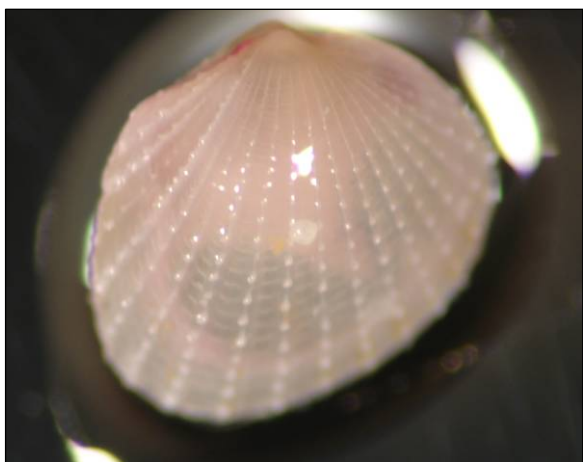
TIPUS MOLLUSCA



Acanthocardia sp.



Caecum sp.



Cardiidae juvenil



Chamaelea gallina juvenil



Limatula sp.



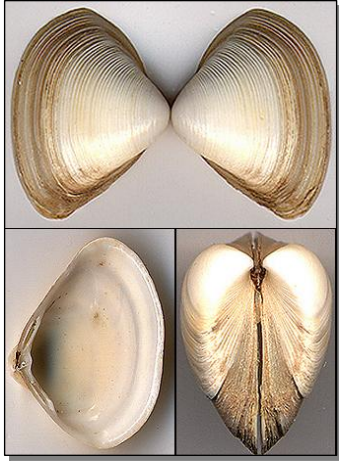
Loripes lacteus



Lucinella divaricata



Retusa umbilicata



Spisula subtruncata



Tellina fabula

TIPUS NEMERTINI



Nemertea

TIPUS PLATHELMINTHES

Turbelaria



Turbelaria

TIPUS SIPUNCULIDA



Aspidosiphon müelleri



Sipunculida

ANNEX II: FITXA INFRALITORAL DE FONS TOUS

ANNEX II: FITXA INFRALITORAL DE FONTS TOUS

LLOC		NÚMERO MOSTRA	
MUNICIPI		SUBSTRAT	
DATA		MESURA SEDIMENT	
SITUACIÓ		MATÈRIA ORGÀNICA	
SITUACIÓ GEOGRÀFICA		CONTAMINANTS	
FONDÀRIA (metres)		DISTÀNCIA POBLACIÓ	
EXPOSICIÓ		DISTÀNCIA RIU/RIERA	
ORIENTACIÓ		EUTRÒFIA APARENT	
ABOCADOR		MOSTREJADOR	

ESPÈCIE	Abundància	Biomassa

Contaminants

Hidrocarburs	
Zenc	
Plom	
Mercuri	
Cadmi	
Coure	

OBSERVACIONS

Les dades que es fan constar a cada fitxa són les següents:

Lloc: denominació de la zona.

Municipi: municipi al qual pertany el lloc on s'agafa la mostra.

Data: la data del mostreig.

Situació: coordenades geogràfiques del lloc on s'agafa la mostra.

Situació geogràfica: indica si es tracta d'una badia o un cap, un lloc obert o un lloc tancat.

Fondària de la mostra: expressada en metres.

Grau d'exposició: mesura el grau d'exposició a les onades de l'àrea estudiada. Categories: MF (molt forta), F (forta), M (mitjana), B (baixa), MB (molt baixa).

Orientació: l'orientació es mesura segons la rosa dels vents amb la major aproximació possible (NE, SW, NW, N, S).

Abocador: informa de si hi ha un abocador proper.

Número de mostra: número assignat a cada rèplica de cada estació.

Substrat: les possibilitats són les següents:

- 1.- Fang
- 2.- Sediment fi
- 3.- Sediment gruixut

Mesura del sediment: mida mitjana del sediment segons l'anàlisi granulomètrica.

Matèria orgànica en el sediment: s'expressa en percentatge de matèria orgànica en el sediment analitzat.

Contaminants: s'indiquen els contaminants que tinguin valors elevats.

Distància a la població més propera: es mesura en km i és la distància lineal.

Distància riu/riera més propera: es mesura en km i és la distància lineal.

Eutròfia aparent a la línia de costa, s'indica:

- 0.- No hi ha eutròfia aparent
- 1.- Natural (gavines abundants)
- 2.- Port

3.- Platja, poble

4.- Col·lector

5.- Riu, riera

Mostrejador/a: nom de la persona o persones responsables de la recollida de la mostra.

ANNEX III: Recopilació de les metodologies i aplicació dels diferents índex de qualitat ambiental de la literatura sobre fons tous

ANNEX III: RECOPIACIÓ DE LES METODOLOGIES I APLICACIÓ DELS DIFERENTS ÍNDEX DE QUALITAT AMBIENTAL DE LA LITERATURA SOBRE FONS TOUS

INTRODUCCIÓ

En els darrers anys s'han proposat diversos índexs per avaluar la qualitat ambiental de les aigües costaneres basats en l'estudi de les comunitats bentòniques de fons tous. Aquesta proliferació d'estudis es deu a la necessitat d'implantar la Directiva Marc de l'Aigua que obliga a establir diferents categories de qualitat ambiental (Molt bo, Bo, Moderat, Deficient i Dolent) per a les aigües marines.

De la recerca bibliogràfica sobre els índexs de qualitat ambiental s'han triat dos (AMBI i BENTIX) que ens han semblat interessants d'aplicar a les dades del litoral balear. Altres índexs trobats a la bibliografia (Engle et *al.* 1994 i Weisberg et *al.* 1997) combinen mesures de diversitat, taxonòmiques i de composició tròfica, però degut a que s'han desenvolupat en àrees geogràfiques molt específiques d'Amèrica del Nord pensem que no són aplicables al litoral Balear.

Últimament s'ha treballat en el desenvolupament d'un nou índex de qualitat ambiental per a les comunitats de fons tous que pugui ser utilitzat com a eina fiable i precisa per expressar el grau de pertorbació o l'estat ecològic de la costa mediterrània occidental. Aquest índex de qualitat ambiental és el MEDOCC (Índex del Mediterrani Occidental). La metodologia del MEDOCC, la seva aplicació i els resultats obtinguts s'exposen en aquest informe (Capítol 1).

En aquest apartat presentem la base teòrica sobre la que es desenvolupen els índexs AMBI i BENTIX, així com els resultats d'aplicar-los a les comunitats bentòniques de la costa balear. S'han comparat, també, les categories de qualitat ambiental que assolim amb aquests dos índexs i les categories obtingudes amb el mètode MEDOCC.

És important destacar que les sorres gruixudes no han estat considerades per cap país membre en l'estudi de la qualitat ambiental del litoral al considerar que, degut a l'elevat hidrodinamisme, no poden reflectir les condicions de les aigües que les banyen. Aquests índexs només s'han aplicat a les estacions de sediments fins, per tant, no es donaran valors d'estat ecològic a les estacions de sediments gruixuts.

RESULTATS

1. AMBI

1.1 Teoria

Els responsables del desenvolupament de l'índex AMBI són els investigadors del grup de recerca liderats per A. Borja de l'empresa AZTI, ubicada al País Basc (Borja *et al.* 2000). La base teòrica sobre la que es desenvolupa aquest índex és la capacitat que tenen les espècies de respondre a les variacions, naturals o induïdes per l'home, de les condicions ambientals. Per al desenvolupament d'AMBI els seus autors divideixen les espècies de la macrofauna bentònica en cinc grups segons la seva sensibilitat a un gradient de pertorbació:

- I. Espècies molt sensibles a l'enriquiment orgànic i només presents en condicions no pertorbades.
- II. Espècies indiferents a l'enriquiment orgànic. Sempre es troben en densitats molt baixes.
- III. Espècies tolerants a l'enriquiment de matèria orgànica. Augmenten la densitat amb l'enriquiment en matèria orgànica.
- IV. Espècies oportunistes de segon ordre.
- V. Espècies oportunistes de primer ordre.

El càlcul de l'índex s'obté a partir d'una fórmula molt simple basada en els percentatges de l'abundància de cada grup ecològic.

$$\text{AMBI} = \{(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)\} / 100$$

on, GI, GII, GIII, GIV i GV són els diferents grups ecològics als que s'assignen les espècies d'una comunitat.

Amb aquesta fórmula s'obté un valor continu comprès entre 0 i 6. Per a valors baixos d'AMBI la qualitat ambiental és bona i a mesura que el valor augmenta la qualitat ambiental empitjora fins a un valor de 7 corresponent a condicions azoiques. Els límits de les categories proposats a l'escala de l'AMBI, i les correspondències amb (1) la dominància dels grups ecològics, (2) l'estat de la comunitat bentònica (*sensu* Grall and Glémarec 1997), (3) la classificació segons el grau de pertorbació de la zona, i (4) l'estat ecològic tal i com es defineix en la DMA, es presenten a la taula 1.

Taula 1. Resum dels valors d'AMBI i les seves equivalències (modificat de Borja et al. 2003).

Coeficient Biòtic	Grup ecològic dominant	Estat de la comunitat bentònica	Classificació segons pertorbació	Estat ecològic
0,0<AMBI<0,2	I	Normal	No pertorbat	Molt bo
0,2<AMBI<1,2		Empobrida		
1,2<AMBI<3,3	III	Desequilibrada	Lleugerament pertorbat	Bo
3,3<AMBI<4,3	IV-V	Transicional cap a contaminada	Moderadament pertorbat	Mediocre
4,3<AMBI<5,0		Contaminada	Fortament pertorbat	Deficient
5,0<AMBI<5,5		Transicional cap a fortament contaminada		Dolent
5,5<AMBI<6,0	V	Fortament contaminada		
6,0<AMBI<7,0	Azòic	Azòica	Extremadament pertorbat	

Per establir les condicions de referència i els límits entre les cinc categories ambientals que proposa la DMA, el grup de recerca d'AZTI, s'ha basat en les tècniques d'ordenació en un segon pas en el desenvolupament de l'índex, anomenat M-AMBI (Multimètric AMBI). La tècnica d'ordenació utilitzada és l'anàlisi de components principals (PCA) i les variables utilitzades són: els valors del coeficient biòtic obtinguts amb l'índex AMBI, els valors de Riquesa i els de Diversitat. Segons els autors bascos aquestes tres mètriques són els descriptors que ofereixen una millor representació de l'estat ecològic de les comunitats de macroinvertebrats de fons tous. Aquests autors estableixen dos tipus d'estats de referència: la corresponent a un estat ecològic Bo i un estat ecològic Dolent. Aquesta metodologia permet calcular els valors d'EQR i EcoQ, tal i com determina la DMA.

Mitjançant l'aplicació de la PCA s'obté l'ordenació de les estacions en base al pes que les diferents variables considerades (riquesa, diversitat i coeficient biòtic AMBI) tinguin sobre cadascuna de les dues components principals (Factor 1 i Factor 2). A la figura 1 es representa un esquema de l'obtenció de l'estat ecològic a partir de l'ordenació espacial de les estacions. La distància lineal que uneix les dues estacions de referència, corresponents a les condicions potencialment millors que es podrien trobar per a cada tipologia (estat ecològic "High", Molt bo) i les pitjors (estat ecològic "Bad", Dolent), equival a un valor numèric =1. Aquesta distància es divideix en 5 trams equivalents a les 5 categories ambientals, segons la definició de l'EcoQ establerta a la DMA. A partir de la projecció perpendicular de cada estació a la línia que connecta les dues estacions de referència ("Bad" i "High") de l'espai multidimensional s'obté la qualificació ambiental de l'esmentada estació. Així per exemple l'estació 1 de la figura 1 estaria

qualificada amb qualitat ambiental “Poor”. La projecció de les estacions que es situen fora del rang entre les condicions de referència (Bad i High) tindrien assignat un estat ecològic High (estació 2 a la Figura 1) i Bad (estació 3 a la Figura 1).

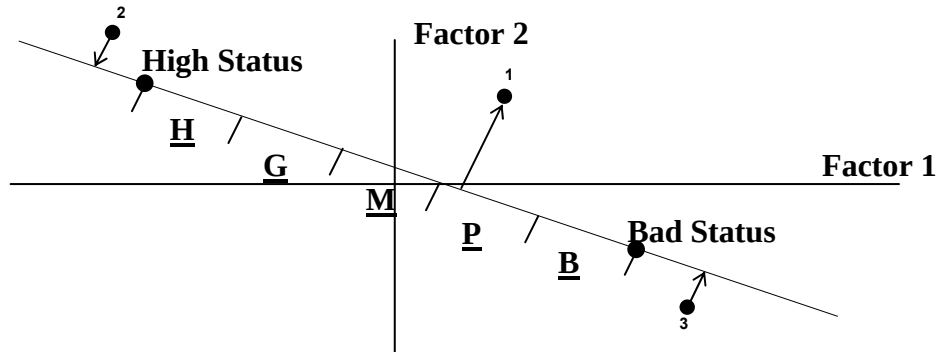


Figura 1. Representació esquemàtica de l'obtenció de l'estat ecològic a partir de l'ordenació de les estacions en la PCA segons la metodologia desenvolupada a AZTI. Llegendra: B: Bad, P: Poor, M: Moderate, G: Good, H: High. (Modificat de Bald et al. 2005)

1.2 Aplicació

1.2.1 Coeficient Biòtic AMBI

El resultat d'aplicar aquest índex a les dades del litoral balear es presenta a la taula 2 (apartat 1.2.2). El nombre promig d'espècies que intervenen en el càlcul és del 97% i està comprès entre un 80% i un 100%. Així doncs, podem considerar que en la majoria dels casos les condicions d'aplicabilitat d'AMBI es compleixen ja que segons els propis autors el percentatge de tàxons que intervenen en el càlcul ha de ser almenys del 80%. Malgrat això observem que algunes estacions tenen un percentatge alt d'espècies no assignades com les estacions ME10, MA2, MA24, MA28, amb un 12,5%, 17,2%, 11,9%, i 19,3%, respectivament.

A la figura 2 representem gràficament els resultats d'aplicar AMBI a les dades obtingudes en les estacions de sediments fins al llarg del litoral balear durant el 2005.

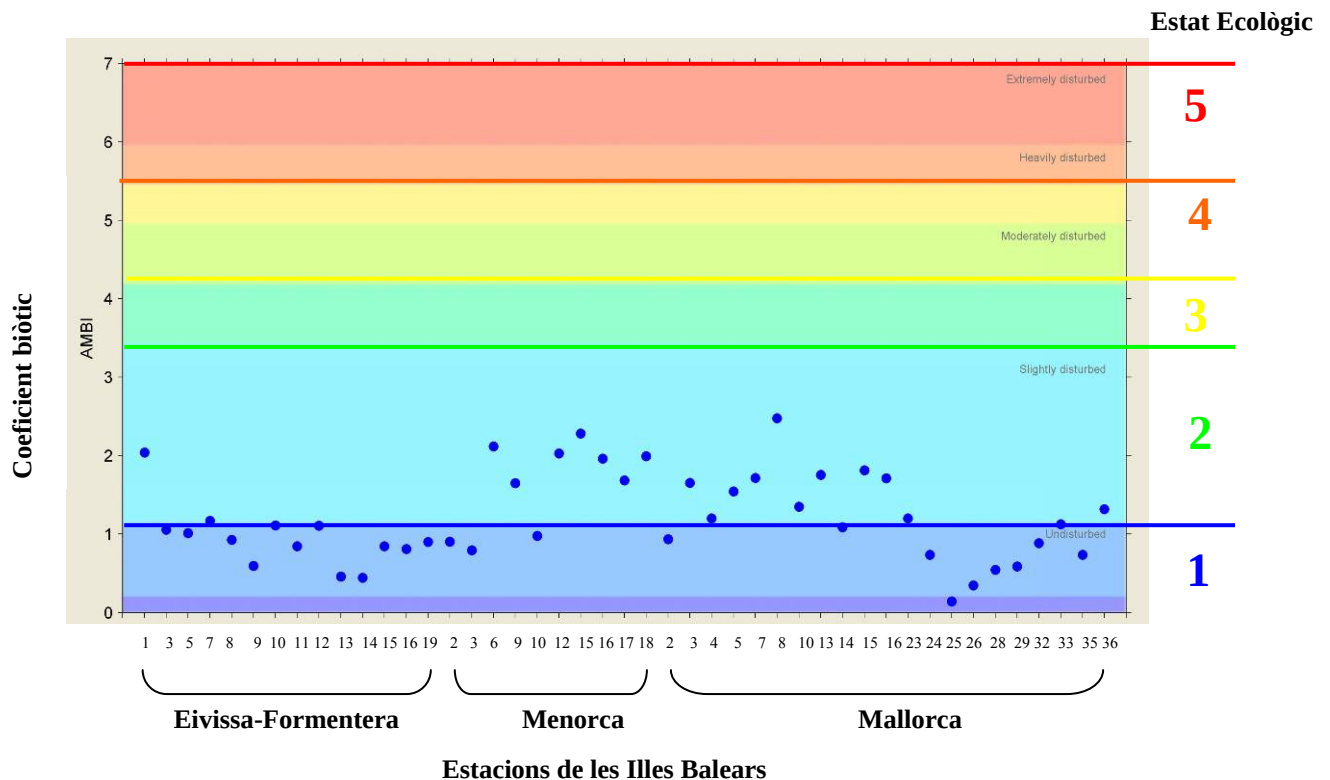


Figura 2. Representació del coeficient biòtic i l'estat ecològic proposat per AZTI (Borja et al. 2000) a les estacions mostrejades en les diferents illes (Eivissa i Formentera, Menorca i Mallorca). 1 (Molt bo), 2 (Bo), 3 (Mediocre), 4 (Deficient) i 5 (Dolent).

Els resultats mostren que l'estat ecològic de les diferents estacions del litoral balear és Molt bo i Bo. Un 58% de les estacions presenten un estat ecològic 1 (Molt bo) i un 42% de les estacions presenten un estat ecològic 2 (Bo). No hi ha cap estació amb estat ecològic Mediocre, Deficient o Dolent. Pel que fa a les illes per separat, podem observar que Eivissa i Formentera són més abundants les estacions amb un estat ecològic Molt bo (93%), a Menorca destaquen més les estacions d'estat ecològic Bo (70%) i, a Mallorca, es mantenen valors semblants entre Bo i Molt bo (50% aproximadament).

Un dels avantatges en l'aplicació de l'AMBI és el fet que els propis autors posen a lliure disposició el llistat dels tàxons (actualment més de 2700) amb categoria ecològica assignada i un programa informàtic que es pot descarregar des d'una adreça electrònica. Aquest programa facilita molt el càlcul de l'índex i a més a més ofereix la possibilitat d'afegir canvis en el llistat d'espècies, en cas, per exemple, d'una ortografia incorrecta. D'altra banda permet graficar els resultats segons diferents formats i consultar els estadístics dels resultats obtinguts.

1.2.2 AMBI multivariant (M-AMBI)

En un següent pas de la metodologia, i per a la determinació de les condicions de referència, els investigadors del País Basc assignen com el pitjor de les condicions esperades (Bad) un valor de riquesa específica i de diversitat = 0; i un valor de Coeficient Biòtic d'AMBI = 7 (valor màxim que correspon a una situació azòica). Per a establir la condició de referència "High" consideren el valor màxim de riquesa específica, el màxim de diversitat i el valor mínim de Coeficient Biòtic AMBI. En aquest cas, el màxim de riquesa correspondria a l'estació ME16 (109), però degut a que es tracta de l'interior de la badia de Fornells, segons el nostre criteri no és un valor representatiu per a la resta de Balears, per tant, com a màxim de riquesa específica s'ha considerat el valor corresponent a l'estació ME6 (76), a la zona de Maó, a la Cala Sant Esteve. El valor màxim de diversitat ha estat 5,06, aquest correspon a l'estació MA11 a Es Banc d'Eivissa (Urbanització del Toro). I per últim, el valor mínim del Coeficient Biòtic AMBI ha estat el corresponent a l'estació MA25 a Cala Llombards (0,14). Els resultats obtinguts amb el M-AMBI es mostren a la taula 2, així i com el valor de qualitat ambiental obtingut en el primer pas del desenvolupament (AMBI) d'aquesta metodologia i els valors de diversitat i riquesa de cada estació.

Taula 2. Assignació de la categoria indicadora de la qualitat ambiental segons l'aplicació del mètode M-AMBI. Es mostren també els valors de riquesa, diversitat i el valor del coeficient biòtic AMBI (els colors corresponen a la qualificació ambiental de les categories (Molt bo ●, Bo ●) i es representa el percentatge d'espècies que no han intervingut en el càlcul del coeficient biòtic AMBI.

Estació	Localitat	Diversitat	Riquesa	Valor AMBI	% Tàxons intervenen	Qualitat Ambiental M-AMBI
Bad	-	0	0	6	-	Bad
High	-	5,06	76	0,14	-	High
IB1	Cala Salada	3,83	34	0,20	0,4	BO
IB3	Cala Tarida	4,8	43	0,10	5,8	BO
IB5	Sa Caixota	4,83	48	0,10	2,4	BO
FO7	Cala Saona	4,65	46	0,11	2,8	BO
IB8	Xarraca (Xuclà)	4,27	47	0,92	0,8	BO
IB9	Port de Sant Miquel	4,18	49	0,59	2,1	BO
IB10	Ses Balandres	2,84	30	0,11	2,2	BO
IB11	Cala de Sant Vicent	3,66	41	0,84	1,8	BO
IB12	Cala Boix	4,32	41	0,11	2,8	BO
IB13	Cala Nova	3,73	34	0,45	5,8	BO
IB14	Ses Roquetes	4,15	61	0,44	2,1	MOLT BO
IB15	Cala Roja, Nord	3,88	32	0,84	3,0	BO
IB16	Cala Llonga	4,4	60	0,81	3,7	MOLT BO
FO19	Es Pujols - Punta Prima	4,18	32	0,90	3,7	BO
ME2	Arenal de Son Saura	3,83	47	0,90	1,2	BO

Estació	Localitat	Diversitat	Riquesa	Valor AMBI	% Tàxons intervenen	Qualitat Ambiental M-AMBI
ME3	Cala Santa Galdana	3,78	51	0,79	3,0	BO
ME6	Port de Maó - Cala Sant Esteve	4,79	76	0,21	1,5	BO
ME9	Es Grau	4,43	62	0,16	3,4	BO
ME10	Arenal de Son Saura - Cala Pudent	4,47	36	0,97	12,5	BO
ME12	Port de Fornells	3,9	62	2,03	3,2	BO
ME15	Port de Maó - Illa Plana	4,54	74	0,23	4,0	BO
ME16	Port de Maó - Canal Illa del Llatzeret	5,06	109	0,19	8,5	MOLT BO
ME17	Ses Salines, Nord	3,38	16	0,16	3,4	BO
ME18	Ses Salines, Sud	4,36	37	0,19	1,2	BO
MA 2	Sa Taleca	3,63	22	0,93	17,2	BO
MA 3	Platja Sóller	4,45	73	0,16	2,4	BO
MA 4	Cap Gros	3,74	29	0,12	3,3	BO
MA 5	Cala Deià	3,41	15	0,15	5,7	BO
MA 7	Sant Elm	3,63	46	0,17	0,7	BO
MA 8	Camp de Mar- Cala es Cranc	2,28	53	0,24	0,2	BO
MA 10	Platja de Sta. Ponça	3,82	51	0,13	1,4	BO
MA 13	Badia de Palma - Cala Vinyes	3,48	54	0,17	1,2	BO
MA 14	Badia de Palma - Marivent	3,98	59	0,10	3,3	BO
MA 15	Badia de Palma - C. M. St. Antoni	4,37	56	0,18	16,0	BO
MA 16	Badia de Palma - C. M. s' Arenal	4,69	64	0,17	6,3	BO
MA 23	Cabrera - L'Olla	4,81	44	1,20	3,0	BO
MA 24	Cova des Coloms	3,44	38	0,73	11,9	BO
MA 25	Cala Llombards	1,8	24	0,14	3,7	BO
MA 26	Cala Mondragó	2,41	27	0,34	0,2	BO
MA 28	Cala Petita	3,86	32	0,54	19,3	BO
MA 29	Canyamel	4,39	53	0,58	2,1	MOLT BO
MA 32	Badia d'Alcúdia - Platja de sa Cànova	4,25	36	0,88	3,2	BO
MA 33	Badia d'Alcúdia - Platja de Muro	4,54	34	0,10	8,2	BO
MA 35	Badia d'Alcúdia - Coll Baix	3,48	23	0,73	1,0	BO
MA 36	Badia de Pollença - Urb. Del Mal Pas	5,06	45	0,13	9,2	BO

Cal destacar que les categories de qualitat ambiental que assolim amb el mètode M-AMBI són de Molt bo i Bo. Segons aquest mètode les estacions de les Illes Balears no presenten problemes i per tant no s'ha d'aplicar cap mesura correctora.

En comparar les categories de qualitat ambiental que assolim amb el mètode M-AMBI respecte a les assignades a partir dels valors EQR obtinguts amb l'índex MEDOCC (taula 3) la major part de les estacions, el 58%, mantenen la seva categoria ambiental, mentre que un 33% modifiquen la categoria cap a una millora i només un 9% empitjoren de categoria ambiental.

Taula 3. Comparació de les categories ambientals resultants d'aplicar la metodologia M-AMBI i el MEDOCC. Els colors corresponen a la qualificació ambiental de les categories (Molt bo ●, Bo ●, Moderat ●, Deficient ● i Dolent ●).

Categories MEDOCC	N estacions	Categories M-AMBI	N estacions	%
1	18	1	3	17
		2	15	83
2	23	1	0	0
		2	23	100
3	4	1	1	25
		2	3	75

MEDOCC=M-AMBI	MEDOCC>M-AMBI	MEDOCC<M-AMBI
58%	33%	9%

L'índex de qualitat ambiental M-AMBI presenta un seguit de desavantatges que fa que les classificacions de les estacions de fons tous de la costa Balear no siguin prou satisfactòries segons el nostre criteri. D'altra banda també creiem que la diversitat específica no és un bon paràmetre per mesurar la qualitat ambiental en el litoral Balear. Ens trobem en diverses situacions en que aquests paràmetres no resulten adequats per establir l'estat ecològic de les comunitats de fons tous.

- 1) És un índex per a llocs d'elevada concentració de matèria orgànica (com passa a l'Atlàntic); en mars oligotròfics com el nostre, on hi ha poca matèria orgànica i per tant poca diversitat d'espècies, el M-AMBI pot infravalorar l'estat ecològic de les aigües. Si ens fixem en la qualitat ambiental (taula 2) que dona l'índex AMBI en relació al M-AMBI, observem que, en general, la qualitat ambiental del M-AMBI és més elevada que l'assignada amb només l'índex AMBI.
- 2) En altres casos es sobrevalora l'estat ecològic. Es dona quan l'increment de la diversitat de la comunitat es produeix per la coexistència d'espècies tolerants, indiferents i sensibles, resultant d'un primer estadi de pertorbació. En aquests casos la pertorbació no és suficientment forta com per fer desaparèixer espècies sensibles, però en canvi, les espècies tolerants comencen a desenvolupar-se. Aquest fet ens el trobem a l'estació ME16, a l'interior de la badia de Maó on els valors de diversitat són molt elevats (109). Tot i saber que les comunitats que es troben en aquesta estació estan lleugerament pertorbades, usant aquesta metodologia s'obté un estat ecològic Molt bo. Observant la

taula 2 veiem que l'estació ME16 és l'única que passa d'un estat ecològic Bo amb AMBI a un estat ecològic Molt bo, amb M-AMBI.

- 3) També sobrevalora quan l'increment de diversitat en la comunitat es produeix per la coexistència de diferents espècies tolerants. En aquest cas, l'indret estaria pertorbat però en canvi, els valors de diversitat i riquesa serien alts. Aquesta situació no la trobem en cap de les estacions mostrejades al litoral Balear.
- 4) Quan la comunitat està dominada per una espècie molt abundant, que no es considera com a indicadora de contaminació. En aquesta situació la diversitat disminueix i l'estat ecològic empitjora. A Balears, trobem aquestes condicions principalment a Mallorca (MA25 a Cala Llobards i a MA26 a Mondragó.) on *Loripes lacteus* és molt abundant (ja que constitueix una comunitat) però en canvi no ens indica la existència d'un focus de pertorbació.

2. BENTIX

2.1 Teoria

Aquest índex de qualitat ambiental desenvolupat a les costes gregues (Simboura & Zenetos, 2002) es basa en el mateix principi que AMBI, és a dir en la classificació de les espècies segons la seva tolerància o sensibilitat a les pertorbacions ambientals. En aquest cas però només es consideren dues categories ecològiques diferents:

Grup I: espècies sensibles a la pertorbació.

Grup II: espècies oportunistes.

El càlcul de l'índex s'obté, també a partir d'una fórmula similar a la d'AMBI:

$$\text{BENTIX} = \{(6 \times \% \text{GI}) + (2 \times \% \text{GII})\} / 100$$

on GI i GII representen els dos grups ecològics: sensibles (categoria=1) i oportunistes (categoria=2). Aquesta simplificació a només dos grups fa que espècies considerades com a tolerants a les pertorbacions prenguin la mateixa categoria (categoria 2) que les espècies oportunistes.

El valor que pren BENTIX està comprès entre 2 i 6. L'escala de valors s'inverteix respecte a AMBI, de manera que valors propers a 2 indiquen qualitat ambiental dolenta i a mesura que el valor s'apropa a 6 millora la qualitat ambiental. Els límits proposats en l'escala de BENTIX i l'estat de qualitat ecològica segons es defineix a la Directiva Marc de l'Aigua es presenten a la taula 4.

Taula 4. Resum dels valors de BENTIX i les seves equivalències.

Coeficient Biòtic	Classificació segons pertorbació	Estat ecològic
4,5<BENTIX<6,0	Normal/Pristí	Molt bo
3,5< BENTIX<4,5	Lleugerament pertorbat	Bo
2,5<BENTIX <3,5	Moderadament pertorbat	Mediocre
2,0<BENTIX<2,5	Fortament pertorbat	Deficient
0	Extremadament pertorbat	Dolent

2.2 Aplicació

Els resultats d'aplicar BENTIX a les estacions de la costa balear es presenten a la taula 5. S'han realitzant una sèrie d'aproximacions en cas de no trobar alguna de les espècies de la costa balear al llistat de BENTIX. Aquestes aproximacions han consistit en: (1) donar la categoria de les altres espècies pertanyent al mateix gènere (en cas de que les categories assignades al BENTIX per a les espècies de gènere siguin idèntiques), i (2) donar la categoria que assigna BENTIX al gènere.

Taula 5. Assignació de la categoria indicadora de la qualitat ambiental segons l'aplicació de l'índex BENTIX a les estacions de sorres fines del litoral balear. També es representa el nombre d'espècies de la costa balear que ha intervingut en el càlcul de BENTIX.

Estació	Localitat	% Tàxons no intervenen	Qualitat Ambiental BENTIX
IB 1	Cala Salada	47	BO
IB 3	Cala Tarida	57	BO
IB 5	Sa Caixota	47	BO
FO 7	Cala Saona	59	MOLT BO
IB 8	Xarraca (Xuclà)	47	MEDIOCRE
IB 9	Port de Sant Miquel	53	BO

Estació	Localitat	% Tàxons no intervenen	Qualitat Amiental BENTIX
IB 10	Ses Balandres	56	BO
IB 11	Cala de Sant Vicent	52	BO
IB 12	Cala Boix	50	BO
IB 13	Cala Nova	59	BO
IB 14	Ses Roquetes	56	MOLT BO
IB 15	Cala Roja, Nord	53	BO
IB 16	Cala Llonga	48	BO
FO 19	Es Pujols - Punta Prima	53	MEDIOCRE
ME 2	Arenal de Son Saura	47	MEDIOCRE
ME 3	Cala Santa Galdana	48	MEDIOCRE
ME 6	Port de Maó - Cala Sant Esteve	51	MOLT BO
ME 9	Es Grau	52	MOLT BO
ME 10	Arenal de Son Saura - Cala Pudent	51	MOLT BO
ME 12	Port de Fornells	52	MOLT BO
ME 15	Port de Maó - Illa Plana	49	BO
ME 16	Port de Maó - Canal Illa del Llatzeret	53	MEDIOCRE
ME 17	Ses Salines, Nord	23	MEDIOCRE
ME 18	Ses Salines, Sud	37	MEDIOCRE
MA 2	Sa Taleca	72	BO
MA 3	Platja Sóller	58	MEDIOCRE
MA 4	Cap Gros	56	BO
MA 5	Cala Deià	71	MOLT BO
MA 7	Sant Elm	39	BO
MA 8	Camp de Mar- Cala es Cranc	48	DEFICIENT
MA 10	Platja de Sta. Ponça	42	MOLT BO
MA 13	Badia de Palma - Cala Vinyes	55	MEDIOCRE
MA 14	Badia de Palma - Marivent	63	MEDIOCRE
MA 15	Badia de Palma - C. M. St. Antoni	59	BO
MA 16	Badia de Palma - C. M. s' Arenal	52	BO
MA 23	Cabrera - L'Olla	39	BO
MA 24	Cova des Coloms	60	DEFICIENT
MA 25	Cala Llombards	68	DEFICIENT
MA 26	Cala Mondragó	68	DEFICIENT
MA 28	Cala Petita	71	MEDIOCRE
MA 29	Canyamel	55	MEDIOCRE
MA 32	Badia d'Alcúdia - Platja de sa Cànova	58	MEDIOCRE
MA 33	Badia d'Alcúdia - Platja de Muro	55	BO
MA 35	Badia d'Alcúdia - Coll Baix	60	MOLT BO
MA 36	Badia de Pollença - Urb. Del Mal Pas	49	BO

Els resultats de comparar les categories ecològiques obtingudes al litoral balear a partir del valor EQR obtingut amb l'índex MEDOCC i l'índex BENTIX es presenten a la taula 6. Els resultats mostren que el percentatge d'estacions que amb BENTIX empitjoren de categoria ambiental és del 54%, les que milloren del 13%, mentre que un 33% mantenen la seva categoria

ambiental. En general, la valoració que obtenim amb BENTIX, empitjora l'estat ecològic de les comunitats respecte al resultats establerts segons el mètode MEDOCC.

Taula 6. Comparació de les categories ambientals resultants d'aplicar l'índex BENTIX i el MEDOCC. Els colors corresponen a la qualificació ambiental de les categories (Molt bo ●, Bo ●, Moderat ●, Deficient ● i Dolent ●).

Categories CEAB	N estacions	Categories BENTIX	N estacions	%
1	18	1	4	22
		2	10	56
		3	4	22
2	23	1	5	22
		2	8	35
		3	6	26
		4	4	17
3	4	1	0	0
		2	1	25
		3	3	75

MEDOCC=BENTIX	MEDOCC> BENTIX	MEDOCC< BENTIX
33%	54%	13%

L'índex de qualitat ambiental BENTIX presenta un seguit de desavantatges que fa que segons el nostre criteri les classificacions de les estacions de fons tous de la costa balear no sigui prou satisfactòria:

- 1) El fet de que aquesta classificació contempli únicament dos grups ecològics pot fer que una classificació incorrecta de l'espècie (sobretot si és molt abundant), condueixi a una avaluació errònia de l'estat ecològic.
- 2) Només un 27% de les espècies trobades al litoral balear tenen assignació a BENTIX. Per tant ens trobem moltes espècies que apareixen freqüentment i de forma abundant a les mostres de fons tous les quals no tenen cap valor assignat segons l'índex BENTIX.

CONCLUSIONS

Els índexs AMBI i BENTIX es basen en el mateix concepte, en la classificació segons la bibliografia i en les comunitats de les regions on s'han desenvolupat aquests índexs, de les espècies bentòniques de fons tous segons el grau de sensibilitat i/o tolerància a una pertorbació ambiental donada. Cal destacar que les espècies poden jugar un paper diferent segons l'àrea estudiada i segons les interaccions interespecífiques i les condicions ambientals a nivell més regional. Això pot fer que l'assignació ecològica que donem a una espècie en una regió donada, no sigui vàlida per a una altra zona.

Pel que fa a l'índex BENTIX aquesta classificació contempla únicament dos grups ecològics (sensibles i oportunistes) i això pot fer que una classificació incorrecta de l'espècie (sobre tot si és molt abundant), condueixi a una avaluació errònia de l'estat ecològic molt més greu que en el cas d'AMBI. D'altra banda, un percentatge tan alt de tàxons que no intervenen en el càlcul de l'índex BENTIX, fa que els resultats obtinguts no tinguin validesa.

Referent a l'índex AMBI la classificació que proposen els autors per als organismes bentònics de fons tous ens sembla molt més interessant. El fet de considerar 5 grups ecològics, creiem que s'acosta més al funcionament que tenen les espècies de fons tous sota els efectes d'un cert grau de pertorbació. A mesura que incrementa la intensitat d'una pertorbació ambiental donada les espècies responen a aquesta pertorbació adaptant-se dins de la mesura del possible. Quan el nivell de pertorbació ja no és sostenible per aquella espècie, és reemplaçada per una altra espècie millor adaptada. D'aquesta manera es va produint una successió d'espècies cada vegada més ben adaptades a les condicions ambientals. El que seria discutible, en tot cas, és la categoria que assignen els autors d'AMBI a cada espècie i sobre tot, els nivells proposats de les diferents categories corresponents a l'estat ecològic. Pel que fa a l'AMBI multivariant, és a dir, utilitzant com a variables els valors de Riquesa, Diversitat i els valors del coeficient biòtic obtinguts amb l'índex AMBI, creiem que no ens proporciona una classificació satisfactòria. Segons el nostre criteri, per tant, reflexa millor la qualitat de l'aigua el valor AMBI sense tenir en compte aquestes variables.

Respecte a la recerca bibliogràfica dels índexs de qualitat ambiental podem concloure que tot i que la base teòrica sobre la que es basen aquest índexs presenten un seguit d'avantatges, que ens han semblat interessants, el resultat d'aplicar-los a les comunitats de fons tous de la costa balear no ens proporciona en cap dels casos una classificació satisfactòria de l'estat de la qualitat de l'aigua del litoral balear o, almenys, millor que el proporcionat per l'índex MEDOCC.

BIBLIOGRAFIA

Bald, J., Borja, Á., Muxika, I., Franco, J., Valencia, V. 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: a case-study from the Basque Country (Northern Spain). *Marine Pollution Bulletin* 50, 1508-1522.

Borja, A., Franco, J., Pérez, V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*. 40: 1100-1114.

Borja, A., Muxika, I., Franco, J. 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin*. 46: 835-845.

Engle, V.D., Summers, J.K., Gaston, G.R. 1994. A benthic index of environmental condition of Gulf of Mexico estuaries. *Estuaries* 17: 372-384.

Grall, J., Glémarec, M. 1997. Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 44: 43-53.

Rosenberg, R., Blomqvist, M., Nilsson, H.C., Cederwall, H., Dimming, A. 2004. Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 49: 728-739.

Simboura, N., Zenetos, A. 2002. Benthic indicators to use in Ecological Quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new Biotic Index. *Mediterranean Marine Science* 3: 77-111.

Weisberg, S.B., Ranasinghe, J.A., Schaffner, L.C., Díaz, R.J., Dauer, D.M., Frithsen, J.B. 1997. An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. *Estuaries* 20: 149-158.

ANNEX IV: A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive

**ANNEX IV: A NEW METHODOLOGY BASED ON LITTORAL
COMMUNITY CARTOGRAPHY DOMINATED BY
MACROALGAE FOR THE IMPLEMENTATION OF THE
EUROPEAN WATER FRAMEWORK DIRECTIVE**

ANNEX V: COL·LECCIÓ FOTOGRÀFICA ALGUES BALEARS

ANNEX V: COL·LECCIÓ FOTOGRÀFICA ALGUES BALEARS

CHLOROPHYTA

Anadyomenaceae



Anadyomene stellata

Cladophoraceae



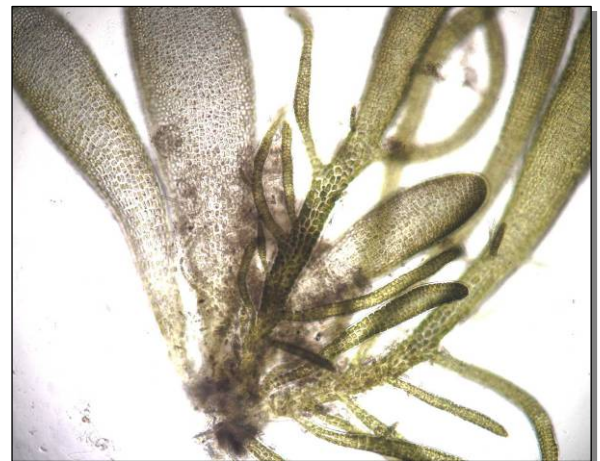
Chaetomorpha aerea

Udoteaceae



Halimeda sp.

Ulvaceae



Enteromorpha sp.

Valoniaceae



Valonia utricularis

PHAEOPHYCEAE

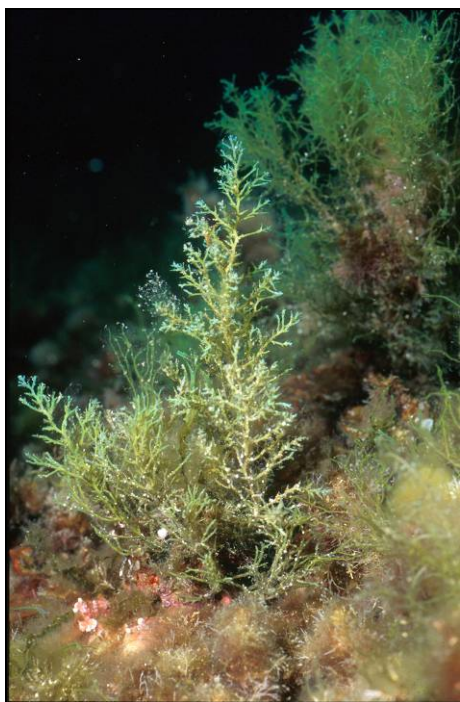
Cystoseiraceae



Base de *Cystoseira*



Cystoseira litoral



Cystoseira balearica

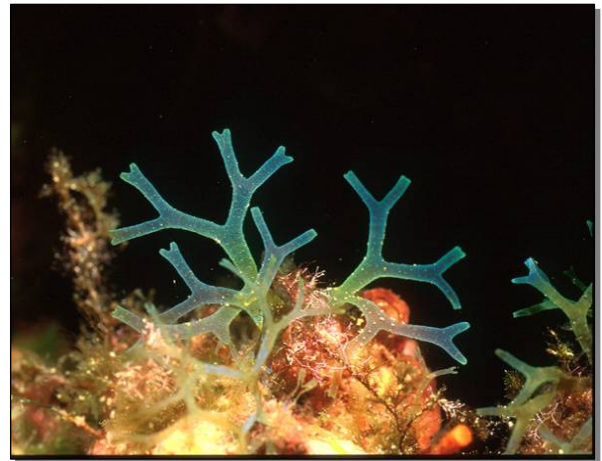


Cystoseira compressa

Dictyotaceae



Dictyota dichotoma



Dictyota sp.



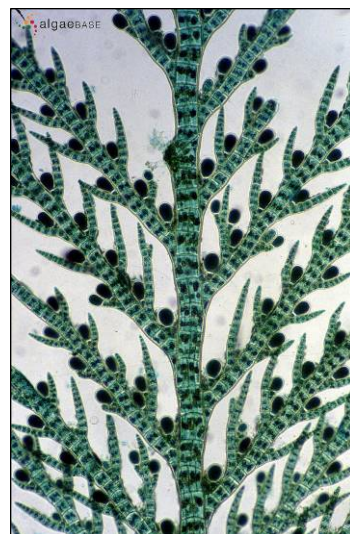
Padina pavonica

Sphacelariaceae



Sphacelaria tribuloides

Stypocaulaceae



Halopteris filicina

RHODOPHYTA

Ceramiaceae



Aglaothamnion sp.



Ceramium ciliatum



Ceramium flaccidum



Ceramium rubrum

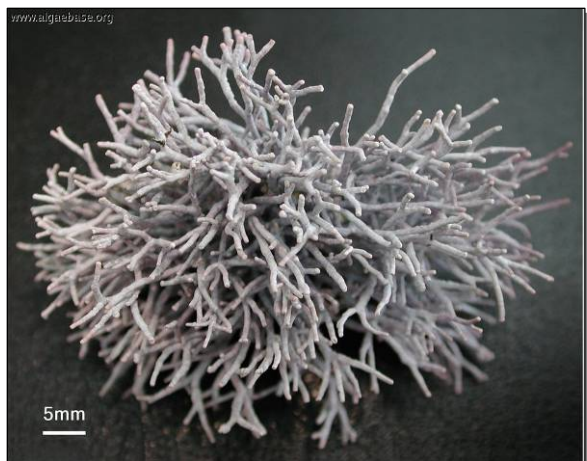


Monosporus pedicellatus



Wrangelia penicillata

Corallinaceae



Amphiroa rigida



Corallina elongata



Jania rubens



Lithophyllum byssoides



Neogoniolithon brassica-florida

Gigartinaceae



Chondracanthus acicularis

ANNEX VI: Rocky-shore communities as indicators of water quality: A case study in the Northwestern Mediterranean

**ANNEX VI: ROCKY-SHORE COMMUNITIES AS INDICATORS OF
WATER QUALITY: A CAUSE STUDY IN THE NORTHWESTERN
MEDITERRANEAN**