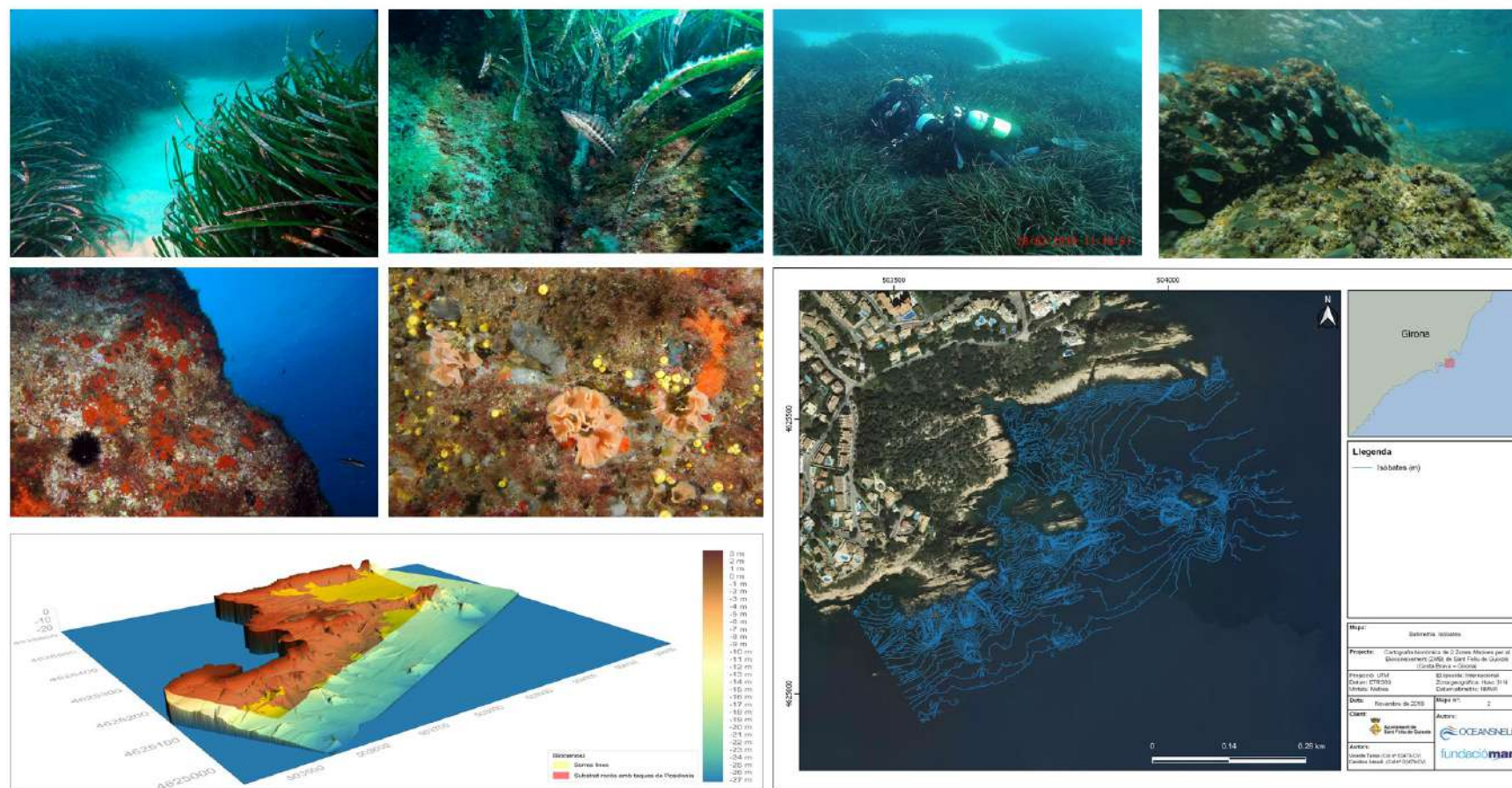


Cartografia Bionòmica de les Zones Marines pel Bioconeixement (ZMB) de Sant Feliu de Guíxols

Costa Brava - Girona

Agost de 2019



fundaciómar



AJUNTAMENT DE
Sant Feliu de Guíxols
www.guixols.cat

SILMAR
XARXA DE SEGUIMENT IBÈRIC
DEL LITORAL MARI

Equip tècnic del projecte:

A. Fundació Mar

- Gestió i coordinació general del projecte
- Prospecció ambiental i submarina d'espècies, comunitats i biocenosis
- Estudis bionòmics i replanteig biocenosis marines.
- Redacció memòria final
- Elaboració de registres videogràfics i fotografia.

- Equip tècnic:

- Miquel Ventura Monsó. Llicenciat en Biologia (UB), MBA (UCJC), Postgrau en gestió de l'aigua (UPC) i Postgrau en gestió de Fundacions (ESADE)
- Pau Omedes. Biòleg (UAB)
- Eduard Bonmatí. Ambientòleg (UdG)

- Col·laboradors del projecte:

- Joan Làzaro Mateo. Fotografia submarina i coneixement del medi
- Enric Rión. Vídeo submarí i fotografia.
- Toni Herrera. Suport Logístic en l'àmbit marí

B. Oceansnell

- Prospecció i cartografia submarina
- Elaboració de mapes bionòmics
- Redacció de la memòria tècnica cartogràfica i bionomia de base

- Equip Tècnic:

- Vicente Tasso Bermell. Llicenciat en Biologia amb MSc diploma d'Estudis Avançats en el programa de doctorat de Biologia Animal i Biologia Marina.
- Carolina Assadi García. Llicenciada en Biologia amb MSc diploma d'Estudis Avançats en el programa de doctorat de Biologia Animal i Biologia Marina.
- Vicente Crespo López. Llicenciat en Biologia
- Josep A. Gilabert Carmona. Llicenciat en Biologia.
- Mustapha El Haddad. Doctor en Biologia.
- Beatriz Rubio Tortosa. Llicenciada en Ciències del Mar



Carrer de la Llibertat, 1 – 17200 – Palafrugell – Girona – Spain
Tel: +34 972 61 10 31 – email: info@fundaciomar.org
www.fundacionmar.org/ facebook.com/fundaciomar - Instagram: fundaciomar



Índex

	Pàgina
1. Sumari	4
2. Antecedents	5
3. Introducció a les Zones Marines pel Bioconeixement (ZMB)	6
4. Justificació i objectius	9
5. Prospecció biològica dels fons marins de les ZMB	10
6. Àmbit d'actuació.	11
7. Pla de treball – Material i mètode	14
7.1 Geodèsia i anivellació	14
7.2 Aixecament batimètric.	15
7.3 Prospecció del fons marí amb escàner d'escombratge lateral (ESL)	16
8. Resultats obtinguts	18
8.1 Aixecament batimètric a les ZMB - Cartografia 2D i 3D	18
8.2 Biocenosis detectades	42
A. Biocenosi d'algues fotòfiles infralitorals (<i>Fons infralitorals rocosos, batuts i ben il·luminats, amb presència predominant de fucals</i>).	42
B. Biocenosi d'algues fotòfiles infralitorals (<i>Fons infralitorals rocosos, calms i ben il·luminats, sense algues fucals</i>).	45
C. Biocenosis de <i>Posidonia oceanica</i> (<i>fons sorrencs i grans blocs de roca, calms i ben il·luminats</i>)	50
D. Biocenosi de les sorres fines (<i>Sorres fines ben calibrades, infralitorals</i>)	53
9. Conclusions i pla d'acció	54
10. Bibliografia.	56

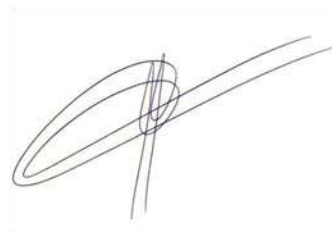
1. Sumari

La present memòria tècnica es el resultat del treball que la Fundació Mar ha desenvolupat durant 10 mesos per la realització de la cartografia submarina i la bionomia bentònica de les comunitats biòtiques existents a les 2 Zones Marines pel Bioconeixement (ZMB) delimitades al litoral de Sant Feliu de Guíxols.

Des de la selecció de l'equip tècnic que ha realitzat el sondeig batimètric de 71,15 ha. marines, la cartografia i els mapes bionòmics primaris, fins a l'edició de la memòria final, passant pels treballs de prospecció submarina amb escafandre autònoma per caracteritzar i descriure els 4 biomes principals observats, han estat un conjunt d'activitats que han generat molt informació que ha necessitat de temps per madurar i plasmar-la en aquest document sintètic i de gran valor científic que donen compliment al pla de treball integrat en l'acord de custòdia marina signat al desembre de 2016 entre l'Ajuntament de Sant Feliu de Guíxols, la Generalitat de Catalunya i la Fundació Mar per la gestió d'aquests espais litorals dins de la Xarxa Natura 2000 marina europea.

Amb aquesta cartografia bionòmica bàsica elaborada s'enceta un treball de llarg recorregut per generar les capes de informació digital necessàries que formaran part del sistema de informació geogràfica (SIG) que serà l'eina principal de conservació a partir dels seguiments de l'evolució dels hàbitats, les espècies i els ecosistemes que estan representats en les ZMB de Sant Feliu de Guíxols. Aquest és un nou avanç en ferm i en la bona direcció per gestionar amb eficiència i responsabilitat un patrimoni natural de gran valor que es la base de l'economia local i la pedra angular per assegurar el nostre benestar i el de les futures generacions.

Miquel Ventura Monsó
Director de la Fundació Mar



Sant Feliu de Guíxols - 12 d'agost de 2019

2. Antecedents

Durant els darrers 25 anys la societat mundial ha començat a prendre consciència real dels impactes que genera el nostre model de desenvolupament sobre el medi ambient, el paisatge i la biodiversitat i, com això influeix en gran mesura en la nostra vida (UICN, 2017). Aquesta realitat afecta directament a la nostra qualitat de vida i redueix les possibilitats de desenvolupament de les noves generacions limitant el seu dret a gaudir de la vida amb un entorn sa i de qualitat. El desequilibri entre la natura i l'activitat humana afavoreix el sorgiment de iniciatives, propostes d'acció i estratègies des de tots els àmbits de la societat per intentar revertir una situació que, moltes vegades sembla ser irreparable. En aquest context, els efectes de l'escalfament global sobre el clima i el mar, la contaminació de l'entorn en general, la generació de residus, la sobre explotació dels recursos naturals, els impactes que el model econòmic de creixement continu tenen sobre l'entorn, el turisme massiu i entre d'altres impactes el consum energètic, posen de rellevància la necessitat d'actuar ràpid i de manera compromesa.

Centrant-nos en l'àmbit marí, ja fa temps que alguns ajuntaments litorals han pres consciència de la situació i estan impulsant accions de conservació directa invertint recursos econòmics i humans que son un exemple clar de que la situació pot canviar en positiu. Un exemples de compromís és el que manifesta l'Ajuntament de Sant Feliu de Guíxols amb la implicació en el projecte Silmar des de l'any 2010 i amb la creació de les Zones Marines pel Bioconeixement (ZMB). Aquesta darrera iniciativa es va aprovar amb la signatura d'un acord de custòdia marina amb la Generalitat de Catalunya l'any 2016. En el marc de les accions de treball proposades a l'entorn de les ZMB es va incloure la realització d'una cartografia bionòmica com a eina essencial per establir una gestió adaptativa eficient de l'entorn marí i, alhora, poder garantir a futur una millor conservació dels recursos naturals de la costa municipal. Totes les accions descrites han estat impulsades per l'Ajuntament i han comptat amb el suport i la iniciativa de la Fundació Mar.

La Fundació Mar és una entitat privada sense ànim de lucre que treballa en la millora i conservació del medi litoral i marí com procés fonamental per contribuir al nostre benestar i al de les futures generacions. La nostra missió és promoure l'estudi, el coneixement i la conservació dels ecosistemes marins litorals de la Mediterrània amb la col·laboració activa de la societat.

Som un instrument per a la acció que busca l'intercanvi d'idees i la reflexió humana en temes de vital importància per al desenvolupament sostenible de la nostra societat universal. En aquest àmbit d'acció la Fundació Mar va impulsar l'any 2019 la Xarxa Silmar per l'estudi, el coneixement i la conservació activa del medi litoral a escala local, amb el suport dels agents públics, les empreses i la societat en general que, actuant en xarxa i en el marc de la custòdia marina, consoliden la visió i estratègia de la gestió integrada de zones costaneres (GIZC) a la Costa de Girona i que probablement serà declarada Reserva de la Biosfera l'any 2021 gracies també a la iniciativa i impuls de la Fundació Mar.

2.1 L'entorn marí i litoral de la Costa Brava

Des de mitjans del segle passat la zona de la Costa Brava va experimentar un procés continu de transformació paisatgística com a conseqüència del fenomen turístic que va impulsar un fort desenvolupament urbanístic dels municipis dels pobles costaners que va portar a la construcció de urbanitzacions, ports esportius, passeigs marítims, complexos hotelers, així com d'altres infraestructures vinculades al servei i la mobilitat que generava el turisme. Tot això, lligat amb l'ús intensiu dels recursos naturals i del paisatge ha anat minvant la qualitat i dimensió de patrimoni ecològic original.

Malgrat aquesta pressió ambiental derivada del model de desenvolupament, la Costa Brava manté encara una acceptable qualitat ecològica amb la presència d'hàbitats i espècies de gran valor que son inexistents en les costes més meridionals del centre i sud de Catalunya. Per això, i d'altres motius obvis, cal plantejar-se la seva conservació com a prioritària en totes les polítiques si volem mantenir la nostra qualitat de vida en el marc d'un concepte de progrés respectuós amb la natura i que cerca el bé comú.

Per analitzar l'estat ecològic canviant en un entorn tant humanitzat com el de la Costa Brava la Universitat de Barcelona i el CEAB-CSIC de Blanes, centren els seus estudis en dues zones concretes de la Costa Brava, la zona litoral del Parc Natural del Cap de Creus, i la Zona Marina del Montgrí, Medes i Baix Ter. Fora d'aquí es realitzen pocs estudis i seguiments i només la xarxa Silmar promou activament l'estudi en deu estacions de control (Imatge 1), les quals ens ofereixen informació contínua de l'estat ecològic i l'evolució de les condicions ambientals del medi marí a la costa de la província, dues d'aquestes estacions son ubicades al litoral de Sant Feliu de Guíxols des de l'any 2009.



L'actual Xarxa Silmar de la costa catalana integra 18 estacions de control repartides entre les costes de les províncies de Girona, Barcelona i Tarragona. Aquestes estacions s'han instaurant al llarg dels últims 9 anys iniciant-se un procés gradual des de la costa nord de Girona cap a sud, arribant a la costa de Barcelona, la darrera estació Silmar es va implantar a la Platja de la Mar Bella al 2018 i, avui ja arriba fins a la costa meridional de Tarragona, on darrerament s'han fet estudis sobre l'efecte de les espècies marines presents a la Badia del Alfacs en varies zones d'interès las quals poden convertir-se en futures estacions Silmar.

Durant aquest primers 10 anys d'estudis de la Xarxa Silmar i mitjançant l'aplicació de mètodes d'estudi científic contrastats s'ha avaluat l'estat ecològic del fons marí costaner de la Costa de Girona i s'ha posat en evidència el baix nivell de conservació d'hàbitats i espècies marines d'elevat valor ecològic i de la poca implicació de l'administració pública responsable per protegir i conservar aquest patrimoni natural tant malmès i en regressió des de fa més de 75 anys (EEA, 2017).

En aquest context, l'establiment d'una xarxa d'estudi i control de l'estat ecològic de medi marí en enclavaments costaners de referència de la costa catalana, és fonamental per monitoritzar-les i conèixer les pertorbacions que les afecten, així com també de la seva evolució, el seu grau de importància de les mateixes i, entre altres factors, conèixer les tendències al canvi i com això afecta a l'entorn naturals i a la seva resiliència ecològica.

3. Introducció a les Zones Marines pel Bioconeixement – ZMB

L'any 2014 es redacta un projecte amb l'objectiu de protegir part de la costa del municipi de Sant Feliu de Guíxols que va evolucionar fins assolir la creació de 2 zones marines en Xarxa Natura 2000 en el marc del concepte de custòdia marina. Les Zones Marines pel Bioconeixement (ZMB) son espais costaners de conservació activa, on es promou la ciència i la cultura per la protecció de la vida marina. Les ZMB son espais litorals gestionats mitjançant un acord de custòdia amb la participació activa de l'ajuntament, la Fundació Mar, la societat civil i les empreses en un entorn de sinergia i col·laboració permanent.

Els motius més destacables pels quals es promou aquesta iniciativa són el de contrarestar el deteriorament accelerat dels ecosistemes marins a escala local i regional, el de compensar la manca d'estratègia política i de inversió en conservació del medi marí per part de les entitats públiques responsables que no garanteixen la conservació d'aquest patrimoni natural, també, donar compliment a directives europees, acords internacionals i lleis estatals en temes de conservació de la biodiversitat marina i garantir el manteniment dels valors d'aquest patrimoni natural a futur.

Una de les línies d'actuació més significants derivades de la creació de les ZMB és el Pla Acció Anual (PAA) que, de manera progressiva, ha cobrir les necessitats de informació científica i de coneixement general de les zones marines objectiu per poder fer una gestió efectiva i assolir una conservació perdurable dels recursos naturals. El PAA també impulsa activitats educatives per divulgar els valors ecològics, culturals, científics i paisatgístics de les ZMB, que son necessaris per adquirir el bioconeixement (*bioknowledge*), un concepte utilitzat en els darrers anys per la comunitat científica per promoure en la socialització de la ciència de la vida i la protecció de la natura des del coneixement.

3.1 Les zones marines objectiu en el context de la Xarxa Natura 2000 Marina.

Les ZMB estan integrades en el Pla d'Espais d'Interès Natural de la Generalitat de Catalunya des de l'any 1992, dins la Xarxa Natura 2000 de la UE des de l'any 1996 i en zona de domini públic marítim terrestre (ZMT). En aquest context, la Llei de Costes de 2013 i el seu RD d'aplicació del 2014 posen de manifest la coherència dels objectius, valors i recorregut de les ZMB per les seves positives repercussions ecològiques, socioambientals, culturals i científiques, sota criteris de sostenibilitat, ordenació i conservació activa de la costa.

La Xarxa Natura 2000 està formada per zones especials de conservació (ZEC), designades d'acord amb la Directiva Hàbitat 92/43/CEE), també integra zones d'especial protecció per a les aus (ZEPA) establertes en virtut de la Directiva 79/409/CEE, amb la finalitat d'assegurar la supervivència a llarg termini de les espècies i els hàbitats més amenaçats d'Europa i podem considerar que és el principal instrument per a la conservació de la natura a la Unió Europea.

En aquest context, la resolució proposada per la Direcció General de Polítiques Ambientals i Sostenibilitat del Departament de Territori i Sostenibilitat conjuntament amb la Direcció General de Medi Natural i Biodiversitat del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, ambdues entitats declaren com a ZEC 86 de les 103 zones LIC de Catalunya, entre les que es troba la de Massís de Cadiretes. Aquesta resolució proposa mesures per a la conservació dels hàbitats i espècies d'interès comunitari i, concretament també per l'àmbit marí, proposant accions de regulació del fondeig, d'extracció de recursos marins i sobre el control d'espècies marines invasores. Aquestes propostes d'acció són de compliment voluntari, no vinculants i per això es preveu que no serà suficient per garantir-ne la seva conservació dels valors naturals.

El municipi de Sant Feliu de Guíxols es troba envoltat pel massís d'Ardenya-Cadiretes, bona part del qual es troba qualificat com a espai d'interès natural (EIN), i inclòs a la Xarxa Natura 2000 Europea. Puntualitzar que la matriu inicial de la Xarxa Natura 2000 a Catalunya ha estat el PEIN (Pla d'espais d'interès natural de Catalunya), els espais es van incorporar a la Xarxa l'any 1996. Destacar que en aquesta zona hi ha unes 9.223, 35 ha. que són zones LIC i ZEPA i de les quals 1.457, 44 ha. són marines des de la costa fins a una isòbata de 60 metres i dins d'aquests espais marins s'integren les 2 ZMB (38,35ha.) gestionades sota l'acord de custòdia marina signat l'any 2016.

3.2 Les Zones Marines pel Bioconeixement (ZMB), plantejaments i pla d'acció.

Els experts en conservació del patrimoni natural sostenen que, en la majoria dels casos, la biodiversitat ha coexistit des de fa mil·lennis amb les poblacions humanes, sempre que les activitats extractives no assolissin un nivell d'intensitat que posés en perill a la resiliència ecològica que manté la pròpia diversitat biològica (UICN, 2018). Actualment, això està associat a la idea de que és necessari que la població en general participi en la conservació activa del patrimoni i, per tant, en les decisions relacionades amb la gestió, ús i ordenació de les àrees protegides i de l'entorn natural en general (EEA, UICN, MAP-UNEP, 2015, 2018). En aquest cas tornem a insistir en la necessitat de tenir una visió holística i integrada de la conservació del territori i del mar, doncs en general, tot espai natural estigui protegit de manera oficial o no ha de ser utilitzat sota criteris de conservació integrada (Ventura, M. Et al, 2010). No n'hi ha prou amb protegir només allò que té un elevat nivell de qualitat ecològica amb un elevat grau de biodiversitat, és més intel·ligent integrar el concepte la gestió integrada i conservació de la natura i la biodiversitat en l'entorn immediat, allà on vivim i ens desenvolupem, aquest és en part el gran missatge del projecte SILMAR i amb aquesta premissa planteja la creació de les Zones Marines pel Bioconeixement (Fundació Mar, 2016).

Una idea coherent amb la tendència global del país europeus més innovadors en temes de conservació (EEA, 2017) que impulsen la descentralització i el traspàs de competències de la gestió a un nivell més local i regional. El fonament d'això és que la societat local pugui assumir una responsabilitat més directa i propera en la gestió del patrimoni natural, trobant fórmules més adients per conciliar la conservació i el desenvolupament sostenible amb més eficiència i èxit que aquelles iniciatives o propostes que venen des de fora i no involucren prou a la població que viu i es desenvolupa en aquests entorns.

La conservació basada en la comunitat – CBC (UNESCO, 1979) – consisteix en incorporar iniciatives que integrin plenament a la població local en les polítiques i en les estratègies de conservació activa. La premissa és que la participació de les comunitats locals en la planificació i ordenació dels recursos pot millorar significativament l'eficàcia de les mesures de conservació i contribuir al fet que aquestes comunitats es beneficiïn d'elles.

La transferència monitoritzada i regulada del control dels recursos naturals de les instàncies centrals al nivell local i l'establiment de sistemes de gestió comunitaris que poden basar-se en principis científics, en la informació i en coneixements tradicionals, s'estan experimentant amb èxit en diversos països del món (UICN, 2017). Així, la creació de les ZMB al litoral de Sant Feliu de Guíxols segueixen aquest model que, plantejat de forma possibilista ha de ser un model de gestió de referència per a altres iniciatives paral·leles en altres punts de la costa on la societat civil i els ens públics locals estan preparats per assumir aquests nous reptes i portar-los a bon terme.

En el marc de la creació de les ZMB i des d'un punt de vista tècnic està clar quin és el procediment adequat per a conciliar les necessitats de la població amb la conservació de la biodiversitat marina i litoral amb el tàndem participació – consens – sinergia – acció. L'Ajuntament de Sant Feliu com a promotors de les ZMB i juntament amb l'equip tècnic de la Fundació Mar, estan invertint recursos i iniciativa per a l'execució dels continguts i del Pla d'Acció i aconseguir la participació de la població local oferint contraprestacions tangibles derivades de la conservació de la biodiversitat i l'ecosistema costaner. La iniciativa de les ZMB integra un clar benefici pel bé comú i el benestar general de la població, doncs contribueix a cobrir les necessitats i aspiracions de la societat promovent la conservació de la biodiversitat, l'actiu que més atrau al turisme i consolida l'eix principal de l'economia local. Els agents locals en general han de poder contribuir a l'establiment de les mesures de conservació activa obtenint resultats tangibles en l'ús sostenible dels recursos i del patrimoni natural (Hackel, 1999).

L'aplicació satisfactòria d'aquest enfocament en les ZMB integra elements clau i estratègics que s'han de integrar en els Plans d'Acció (PA) com son obtenir la informació per conèixer l'entorn ecològic i caracteritzar-lo, alhora que s'identifiquen les relacions i dependències ecològiques més enllà de l'àmbit local, els punts forts, els punts febles, els riscos i les amenaces. Alhora, i com ja s'ha comentat abans, la sensibilització, l'educació social i una comunicació fluida entre tots els agents litorals es imprescindible per garantir la conservació perdurable i l'ús sostenible dels recursos marins. També és fonamental una integració de totes entitats competents en el mosaic local per la gestió integrada de la costa que, alhora, afavorirà la coordinació i sinergia de les activitats derivades del PA i en garantirà el compromís de les parts en els processos de conservació del patrimoni natural a llarg termini.

Amb la voluntat d'acomplir amb l'acord de custòdia marina i amb les accions que s'integren en el seu pla d'acció, l'Ajuntament de Sant Feliu de Guíxols impulsa la realització d'una cartografia bionòmica inicial de les ZMB per disposar d'una eina de gestió eficient pel control permanent de l'estat ecològic dels hàbitats i espècies presents. En aquest context de treball la Fundació Mar fa inicialment, una tasca general de prospecció de les necessitats tècniques per fer l'estudi bionòmic de les zones objectiu, atenent a la seva experiència en la realització de projectes similars en altres indrets de la costa catalana com ara a Begur, l'Ametlla de Mar i darrerament al 2016 al litoral de Castell Platja d'Aro. En un segon nivell, es fa una oferta tècnica a diferents empreses amb pressupost tancat per valorar la millor opció qualitat-preu i contractar el servei per elaborar la cartografia bionòmica.

Finalment, a l'octubre de 2018 es selecciona a l'empresa Oceansnell per la seva experiència i qualitat en l'elaboració de mapes cartogràfics submarins en espais litorals i també en l'elaboració de les capes bionòmiques bàsiques amb un notable rang de precisió. La Fundació Mar, gracies a l'experiència i coneixement dels fons marins d'aquesta zona costanera derivat dels treballs Silmar en les estacions de Secaïns – les Velles i Cala Vigatà, ambdues ubicades al mig de cada una de les 2 ZMB, ha supervisat els treballs de sonatge i de cartografia bionòmica integrant amb un segon nivell de l'estudi tota la informació necessària per caracteritzar amb rigor la naturalesa biològica dels biomes presents en aquests espais litorals submarins.

4. Justificació i objectius de l'estudi

4.1- Justificació.

Els mapes bionòmics del bentos marí són aquells en els que es representen els tipus de fons i les comunitats biològiques existents en el lloc que ocupen en l'espai. Per tant integren els dos aspectes més importants del medi: la part abiòtica (substrat, tipus de fons) i la part biòtica (espècies, biomes i comunitats). Durant els darrers 8 anys hem dut a terme diversos estudis sobre la bionomia bentònica de diferents punts de la costa catalana des del Cap de Begur, fins a les costes de l'Ametlla de Mar i arribant a profunditats de no més enllà del 50 m, treballs en els que hem utilitzat diferents metodologies que acompanyades amb les evolucions del software cartogràfic hem pogut obtenir cada vegada millors resultats.

A grans trets, les característiques més destacables dels fons litorals del litoral de Sant Feliu de Guíxols, són el seu rugós i abrupte relleu característic de la Costa Brava (Pallí, L. Et al. 1998), la transparència de les seves aigües que determinen en gran mesura la seva oligotròfia i l'elevada biodiversitat marina que encara perviu. La transparència de les aigües ens ha permès utilitzar mètodes visuals, com ara la fotografia i el vídeo per poder determinar millor els hàbitats i les espècies presents més importants de les ZMB, mètodes que són poc eficaços o inviables en altres aigües més eutròfiques i opaques (Kendall et al., 2001). Destacar el fet que existeix un alt grau de correspondència entre les comunitats marines presents i el tipus de substrat en el qual es desenvolupen, de manera que si es coneixen les característiques del fons i les condicions oceanogràfiques que si manifesten es pot avançar molt en l'estudi per caracteritzar la bionomia existent.

Per citar dos exemples, les praderies de fanerògames marines només viuen sobre fons sorrencs, i els prats d'algues fotòfiles només s'instal·len sobre substrat dur. No obstant això, no en tots els fons de sorra hi ha praderies ni totes les roques tenen catifes d'algues o d'invertebrats sèssils. Són molts factors que influeixen, alguns molt difícils de ponderar, els que hem d'afegir per completar el conjunt de condicions necessàries perquè una determinada comunitat es desenvolupi de manera estable al fons del mar. Precisament, d'aquesta relació entre substrat i comunitat es dedueix la necessitat de comptar amb informació física i topogràfica del fons marí, es a dir la batimetria del fons, fotografies aèries, cartografia de línia de costa, etc.) abans d'emprendre la bionomia.

Al igual que passa en el medi terrestre, el mapa de bionomia bentònica és una eina fonamental per aprofundir en el coneixement de la flora i la fauna del litoral i per al desenvolupament de qualsevol pla de gestió i del control dels usos dels recursos marins costaners. És també indubtable que el coneixement precís de la bionomia bentònica ens permet quantificar els impactes ambientals generats per les intervencions humanes, conèixer l'evolució temporal de les comunitats i valorar les tendències a els canvis per actuar en la gestió adaptativa i assegurar-ne la conservació de la biodiversitat i també és una excel·lent eina educativa i informativa.

4.2 Objectius

- L'objectiu principal de l'estudi es:

Realitzar una cartografia bionòmica digital en 3D dels ecosistemes i hàbitats presents a les ZMB de Sant Feliu de Guíxols.

- Els objectius operacionals de l'estudi són:

- a. Crear un SIG per la gestió de la informació adquirida en els estudis i pel control de l'evolució de la qualitat ecològica dels hàbitats i les espècies marines.
- b. Utilitzar el SIG per crear continguts amb la finalitat de informar i educar a la societat.

5. Prospecció biològica dels fons marins de les ZMB

5.1 – Les cartografies marines

Els mapes bionòmics digitals d'hàbitats marins es realitzen cada vegada amb més freqüència i amb més o menys precisió a les zones costaneres. Per fer-los són necessaris mapes batimètrics precisos dels fons marins que s'elaboren mitjançant multifeix, així com la informació que proporcionen les anomenades sondes d'escombratge lateral i l'ús de fotografies aèries. Amb això es crea una cartografia inicial que es necessita validar i descriure amb els estudis de mar derivats de les observacions en apnea i/o escafandre autònoma, càmeres submergides o amb ROV's.

Per les zones supralitorals i infralitorals superior on les condicions ambientals generen un fort gradient dels hàbitats que es disposen paral·lelament a la línia de costa i són de difícil de caracteritzar, les tècniques emprades són l'observació directa i l'enregistrament fotogràfic. El principal repte de la cartografia dels hàbitats litorals és precisament trobar una metodologia que permeti representar els diferents hàbitats establerts als diferents nivells del litoral sobre una línia de costa digital.

5.2 – Les classificacions dels hàbitats marins

Les metodologies de classificació utilitzats per els hàbitats terrestres com ara CORINE (*Coordination of Information of the Environment associada al projecte CORINE Biotopes*), o el EUNIS (*European nature information system*), i el HIC (hàbitats d'interès comunitari d'acord amb l'annex I de la Directiva 97/62/UE) s'ha integrat en els darrers temps una nova llista d'hàbitats marins mitjançant el "Inventario Español de Hábitats y Especies Marinas". Coneguda com a "Lista Patrón de Referencia Española" (LPRE) del 2012. Aquest és un document important que integra tots els hàbitats marins coneguts a Espanya i, per tant, a Catalunya (Templado et al., 2012).

Aquesta llista patró és per ara l'inventari d'hàbitats més acurat que hi ha avui en dia a la Mediterrània occidental i també de la costa catalana. La característica més interessant que diferencia el LPRE de les llistes CORINE i EUNIS és l'enfocament centrat sobre hàbitats marins en un alt nivell de detall.

Aquest fet ha implicat la subdivisió de molts hàbitats descrits en el manual publicat per la Generalitat de Catalunya al 2008 que, juntament amb les noves dades cartogràfiques derivades del projecte de la "Cartografia dels hàbitats litorals de Catalunya" 2010-2012, han fet necessària una actualització de la infor-

mació i la publicació d'un nou manual exclusivament del litoral de Catalunya i del qual n'hem fet referència i ús per l'elaboració d'aquest treball.

5.3 – El medi litoral marí de la Costa de Sant Feliu de Guíxols

Les característiques ecològiques i paisatgístiques dels fons marins del litoral de Sant Feliu de Guíxols són les típiques del litoral del mediterrani occidental, en un bon nivell de qualitat ecològica respecte a la mitjana general de la resta del litoral de la costa catalana. L'element natural més remarcable del medi litoral marí de les ZMB analitzades, és la característica zonació de les comunitats biòtiques, típiques de la mediterrània, presents amb bandes o estatges paral·lels a la superfície de l'aigua. Una distribució que respon a un gradient d'humectació que va des de la dessecació gairebé constant de la zona més elevada, fins a la completa immersió sota del nivell de mar. En aquest rang d'horitzons més amunt trobem l'estatge supralitoral que es mulla esporàdicament per les onades quan hi ha maregassa, és un estatge sotmès a canvis bruscs de humitat, temperatura i salinitat. Després, més cap a l'agua trobem l'estatge mediolitoral més hidratat per les onades i d'humitat ambiental, però els organismes que hi habiten no tots poden aguantar immersions continuades. Finalment, ens trobem l'estatge infralitoral que sempre està submergit i és el que es descriu amb més detall en aquest estudi bionòmic.



Imatge 1. Fragment del litoral de la costa de Sant Feliu amb els diferents estatges biòtics condicionats pels factors de insolació, hidratació, onatge, salinitat i naturalesa geològica dels substrats.

Amb independència del pis del qual es tracti, la naturalesa del substrat (dur o sedimentari) és el principal factor determinant en la distribució de les comunitats biològiques que trobem a la Costa de Sant Feliu. En el cas dels substrats durs, la composició o naturalesa de la roca té una certa importància per a moltes espècies, sent decisiva per a les espècies perforadores de bivalves, esponges, sipuncúlids i/o poliquets.

Aquestes espècies constitueixen l'anomenada fauna endolítica, la qual només es troba en substrats de tipus calcari o silícic, però difícilment poden colonitzar roques granítiques. A la franja litoral de Sant Feliu de Guíxols s'observa principalment el substrat dur de tipus granític on es desenvolupen els hàbitats i comunitats marines típiques de la costa abrupta de la Mediterrània occidental. Però també trobem substrats sedimentaris, la mida de gra dels sediments (des dels fons fangosos fins als fons de graves, còdols, passant pels diferents tipus de sorres) és el principal factor determinant dels hàbitats i poblaments biològics característics d'aquest tipus de bentos més dúctil i sensible als canvis en el temps.

A més dels factors anteriors, hi ha altres que influeixen en la distribució i composició de les biocenosis bentòniques. Un d'ells és l'hidrodinamisme, és a dir, els moviments de l'aigua deguts a l'onatge i els corrents. Pel que fa a aquest factor, la costa de Sant Feliu està més o menys exposada a l'onatge en funció del règim de vents i de l'època de l'any donant lloc a diferents tipus d'ambients, els anomenats "batut o calm", segons la nomenclatura de l'escola francesa. En la descripció dels ecosistemes marins de la costa de Sant Feliu s'expressa aquesta denominació, com "protegit", "moderadament exposat" o "exposat", depenent de la zona de la costa del municipi on estigui present l'hàbitat al qual fa al·lusió, segons un grau creixent d'exposició al hidrodinamisme.

Un altre factor que afecta els hàbitats dels pisos superiors és la variació de la salinitat, deguda a les pluges, l'aportació fluvial o de l'evaporació. D'altra banda, la incidència de la llum o irradiància, que té també gran influència en la composició i distribució de les biocenosis i depèn del nivell batimètric, de la topografia i orientació del substrat en el cas dels fons durs i, òbviament, de la transparència de l'aigua (terbolesa). Aquest últim, que afecta sobretot al component vegetal, determina la profunditat que poden assolir les diferents comunitats. Les que espècies o comunitats que requereixen una il·luminació intensa, les denominades "fotòfiles", en les zones de treball de les ZMB les zones més il·luminades estan orientades al sud i en aigües someres entre els 0 i 18 metres.

Per contra les zones de comunitats d'ambients més ombrívols "zones esciàfiles" se situen orientades al nord en parets o coves i a profunditats entre 10 i 35 metres, zona batimètrica de màxima profunditat aconseguint en les ZMB i que també hem integrat a la cartografia bionòmica.

A continuació es descriuen els principals tipus d'hàbitats i ecosistemes que s'han observat a les ZMB i que són representatius de les Costes de Sant Feliu de Guíxols i de la Costa Brava Centre, indicant en cada cas els codis dels hàbitats d'interès comunitari que inclou cadascun i després es representen de manera més genèrica en els mapes bionòmics elaborats en el present treball.

6. Àmbit d'actuació

Els treballs de prospecció per elaborar la batimètrica i els estudis de cartografia bionòmica s'han realitzat en els espais marins integrats a les ZMB, dues zones marines en Xarxa Natura 2000 del litoral de Sant Feliu de Guíxols a la comarca del Baix Empordà de la província de Girona.

En les tasques de prospecció batimètrica del fons marí s'han analitzat una superfície total aproximada de 0,71 Km², és a dir unes 71,15 hectàrees marines, des de la línia de costa y fins a profunditats màximes de – 40 metres mar endins. La planificació dels transsectes de prospecció, tant batimètrics com els realitzats amb el sonar d'escombratge lateral, s'han desenvolupat tenint en compte els límits aprovats de cadascuna de les 2 ZMB afegint, respecta a la batimetria, una franja perimetral de entre 109 i 40 metres addicionals per fora del perímetre establert de l'àrea d'estudi.

L'estudi bionòmic final descriu en profunditat i en la cartografia representada en els mapes en 2D i en 3D les 2 ZMB les quals representen una superfície total aproximada de 0,58 Km², (58 ha). En el futur es té la intenció de connectar cartogràficament i bionòmicament les 2 ZMB i ampliar el SIG tant a nivell qualitatiu com quantitatiu integrant mica en mica tot el coneixement del front marí litoral del municipi.

En les dues imatges següents es detallen les 2 ZMB on s'han realitzat els estudis i també la zona marina total prospectada.



Mapa 1: En vermell polígons de les 2 ZMB on s'han realitzat els estudis cartogràfics i bionòmics



Mapa 2. Àrea marina prospectada amb la sonda assolint una superfície total aproximada de 71,15 ha.

7. Pla de treball - Material i mètodes.

7.1 Geodèsia i anivellació

El sistema de referència utilitzat per realitzar el present treball és el ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*), un sistema de referència geodèsic lligat a la part estable de la placa continental europea. Aquest *datum* geodèsic espacial és compatible amb els moderns sistemes de navegació per satèl·lit GPS, GLONASS i l'europeu GALILEO. Des del 29 d'agost de 2007 un Reial decret regula l'adopció a Espanya del sistema de referència geodèsic global ETRS89, substituint al sistema geodèsic de referència regional ED50, oficial fins llavors al país i sobre el que actualment s'està compilant tota la cartografia oficial en l'àmbit de la Península Ibèrica i les Illes Balears, i el sistema REGCAN95 en l'àmbit de les Illes Canàries, permetent una completa integració de la cartografia oficial espanyola amb els sistemes de navegació i la cartografia d'altres països europeus. Així mateix, es proposa un nou conjunt de coordenades de les cantonades de fulls del Mapa Topogràfic Nacional a escala 1:50.000 (MTN50) i les seves divisions.

El seu origen es remunta a la resolució de 1990 adoptada per EUREF (Subcomissió de l'Associació Internacional de Geodèsia- AIG, per el Marc de Referència Europeu) i traslladada a la Comissió Europea el 1999, pel que està sent adoptat successivament per tots els països europeus.

El sistema de referència utilitzat ETRS89 està definit de la següent manera:

- **El·lipsoide GRS80**
- **Semieix major $a = 6.378,137$ km**
- **Semieix menor $b = 6.356,752$ km**
- **$f = 1/298,257223563$**
- **Origen, centre de masses de la Terra, incloent oceans i atmosfera**
- **Eix Z paral·lel a la direcció del pol CIO o pol mitjà definit pel BIH, època 1989.0 amb una precisió de 0,005 "(15 cm)**
- **Eix X, intersecció del meridià origen, Greenwich, i el pla que passa per l'origen i és perpendicular a l'eix Z.**
- **Eix Y ortogonal als anteriors**

La projecció utilitzada en el treball és la Universal Transverse Mercator en el fus o zona 31 (UTM31). El datum altimètric correspon al Nivell Mitjà del Mar a Alacant (NMMA). Tant l'enllaç planimètric com el altimètric s'han basat en l'enllaç a la Xarxa d'Estacions de Referència GNSS (ERGNSS) pertanyent a l'Institut Geogràfic Nacional i vinculada originàriament a la Xarxa Geodèsica Espanyola per Tècniques Espacials (REGENTE). La transformació de les altituds el·lipsoïdals, mesures amb els receptors GNSS, a altituds ortomètriques, es realitza automàticament pel software hidrogràfic Hypack durant la presa de dades en camp mitjançant l'ús de la reixeta NTV2 per a la Península, publicada per l'IGN, que empra el model EGM2008 - REDNAP. Aquest model és una adaptació del model de geoide mundial EGM2008 de la National Geospatial Intelligence Agency (<http://www.nga.mil>) al sistema de referència vertical REDNAP (NMMA), que constitueix el model altimètric oficial a Espanya.

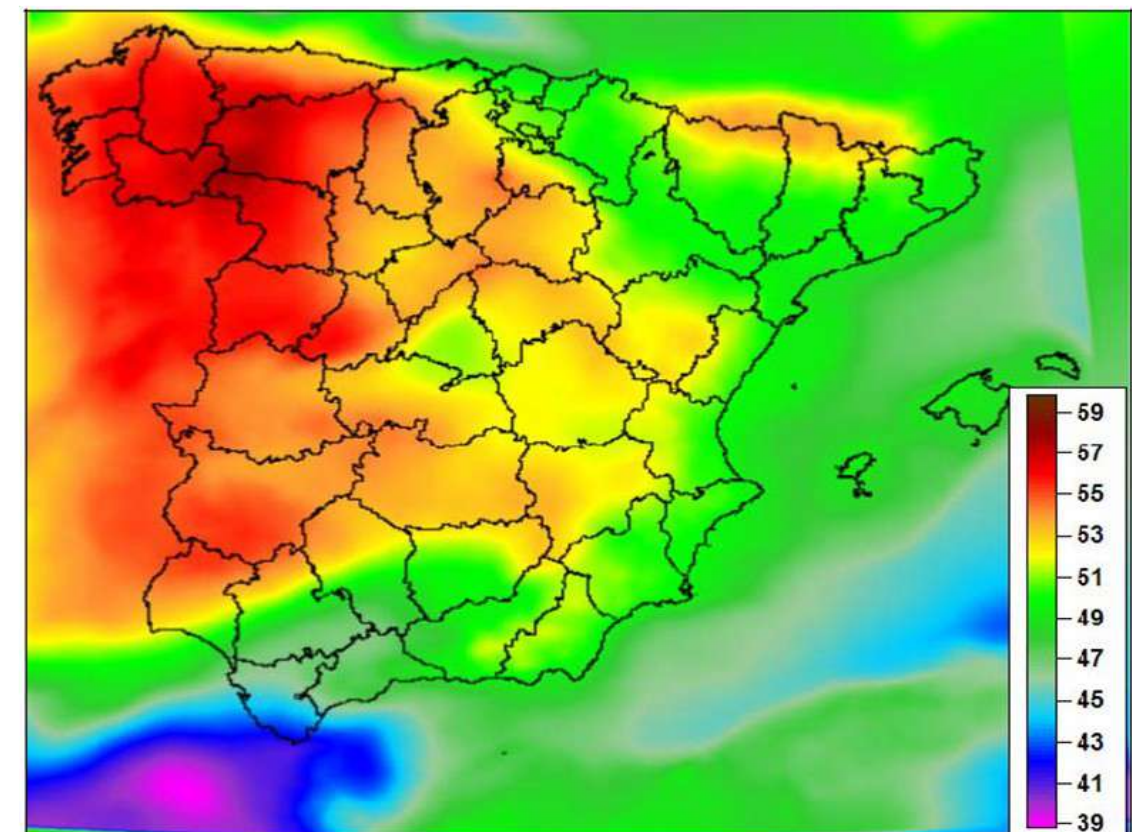


Figura 1: Model geoidal de la Península Ibèrica adaptat del model global EGM08 a la Xarxa NAP

7.2 Aixecament batimètric

Per a la planificació, adquisició i processament de dades es va utilitzar el programari hidrogràfic Hypack Max. Aquest programa permet el disseny sobre una cartografia de referència de les línies de navegació a seguir durant el desenvolupament dels treballs. Al mar, l'Hypack adquireix i processa els senyals de la sonda hidrogràfica i el GNSS. Finalment, en la fase d'estudi informàtic, té lloc el post procés i l'edició de les dades obtingudes. Per a l'aixecament batimètric es van planificar, en cadascuna de les zones, 17 línies de navegació sensiblement perpendiculars a la costa amb una separació de 50 m. per cobrir totes les àrees d'interès.

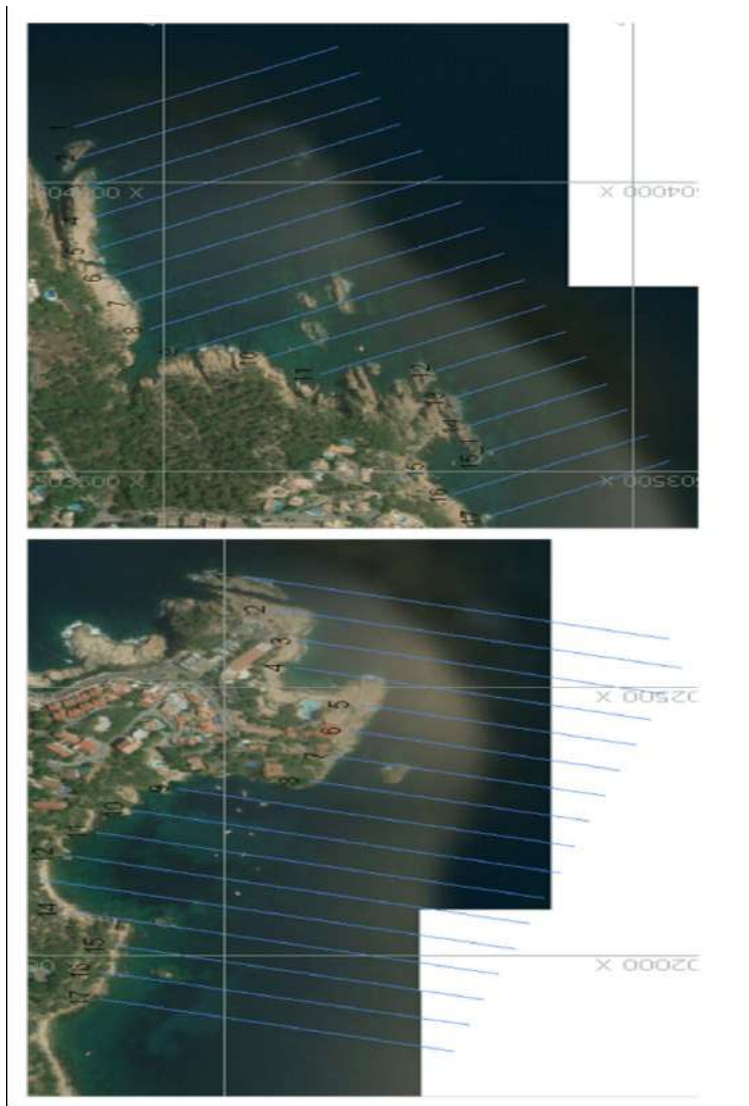


Figura 2: Línies de navegació planificades en l'Hypack en cadascuna de les 2 zones de treball

Per a la realització de l'aixecament batimètric, es va utilitzar una ecosonda hidrogràfica monofes d'alta freqüència (200 kHz) model Elac Hydrostar 4300.



Imatge 2: Unitat de control de la ecosonda Elac Hydrostar 4300.

La ecosonda es va muntar a la banda de babor de l'embarcació amb l'antena de GNSS en el seu eix vertical. Per a la realització de la campanya batimètrica es va utilitzar un GNSS (GPS + GLONASS) Septentrió NR3 de doble freqüència i correccions RTK mitjançant senyal diferencial NTRIP. Esmentar que el servei MarineSTAR HP assegurarà una solució convergent (RTK fix) de 5 cm. de precisió per al 95% dels casos. Un cop adquirides totes les dades batimètriques al mar, es va procedir al despatx a netejar els registres batimètrics d'incerteses, fallades, errors i falses senyals. Amb les dades netes i correctament projectades (ETRS89) i anivellades (NMMA) es va generar un arxiu de dades XYZ. Amb tots els punts XYZ obtinguts es va generar un TIN (Triangular Irregular Network), és a dir, una estructura espacial de dades generada per la partició de l'espai en triangles aliens. A partir de l'TIN es va generar una malla de dades, o model digital del terreny, de 2.5m x 2.5m. El model digital del terreny es va corbar mitjançant interpolació lineal.

7.3 Prospecció del fons marí mitjançant sonar d'escombratge lateral.

La prospecció del fons marí mitjançant sonar d'escombratge lateral ha permès obtenir la cartografia dels principals ecosistemes i hàbitats d'interès presents a les ZMB.

La prospecció s'ha realitzat en 4 fases:

- **Fase 1:** Estudi previ per definir els transsectes de navegació oportuns que han permès una cobertura del 100% del fons marí de les àrees marines objectiu.
- **Fase 2:** Adquisició de dades amb sonar d'escombratge lateral.
- **Fase 3:** Tractament de les dades i generació d'arxius cartogràfics.
- **Fase 4:** Estudi bionòmic del medi marí, verificació i extrapolació sobre els arxius cartogràfics generats.

Per definir els transsectes de navegació apropiats que han permès una cobertura del 100% del fons marí del àrea d'estudi s'ha utilitzat el Software Hypack Max. Aquest software permet realitzar la planificació dels treballs, l'adquisició de dades, així com el posterior processat dels mateixos. També permet visualitzar els transsectes de navegació durant l'adquisició de dades (en temps real) el que garanteix una prospecció del 100% de l'àrea planificada. Un cop realitzada la planificació dels transsectes a realitzar, s'ha procedit a executar-los en la zona de treball. La prospecció s'ha realitzat mitjançant un sonar d'escombratge lateral d'alta freqüència model Pulsar de la marca *Kongsberg Geoacustics LTD*. El sonar ens ha permès prospectar la zona amb un rang de freqüències entre 550 kHz a 1.000 kHz.

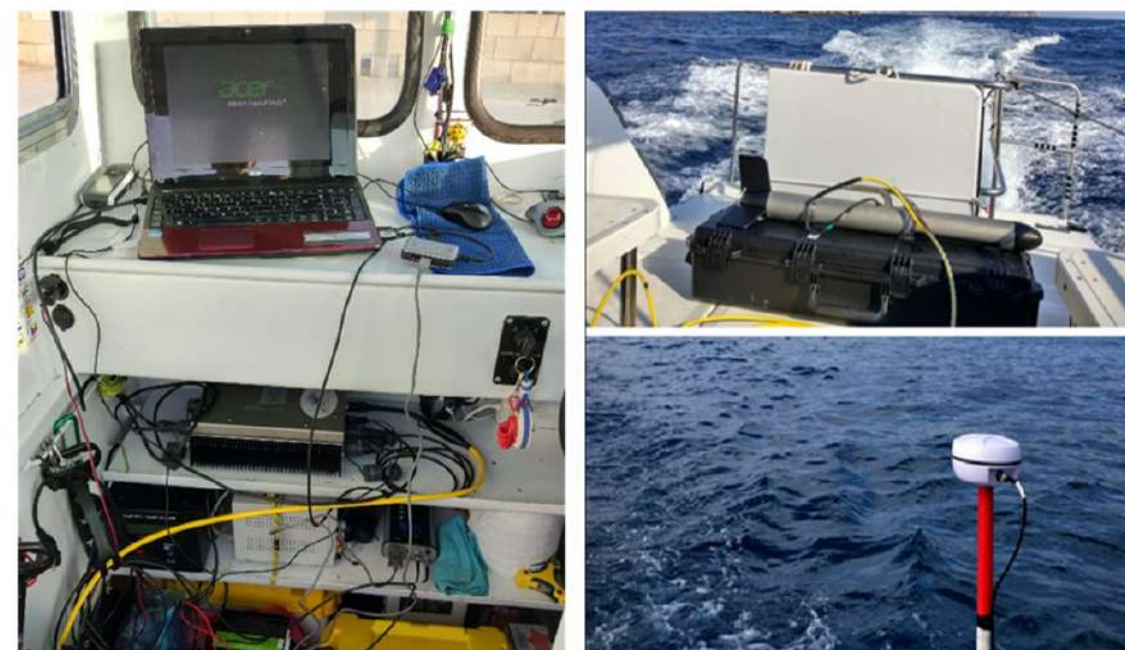


Imatge 3: Sonar d'escombratge lateral PULSAR ((Kongsberg Geoacustics) utilitzat a l'estudi bionòmic de les ZMB al litoral de Sant Feliu de Guíxols.

Els treballs amb sonar d'escombratge lateral proporcionen la informació necessària per identificar:

- La naturalesa i tipologia del substrat com ara fons de sorra, fons roca i esculls, grapissar i fang, praderies de fanerògames marines (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, etc.), mata morta, objectes d'origen antropogènic com per exemple xarxes abandonades, biòtops, vaixells enfonsats, emissaris, etc.
- La distribució i límits de praderies de fanerògames marines.
- La distribució i límits d'altres comunitats biològiques presents.

Per millorar la resolució del sonar d'escombratge lateral, la cobertura per a cada un dels canals ha estat de 70 m de rang, realitzant un solapament del 20%. El posicionament en el mar s'ha dut a terme mitjançant un equip GPS diferencial (DGPS Hemisphere) amb posicionament RTK - NTRIP proporcionant una precisió submètrica. El sistema s'ha completat amb un ordinador portàtil i un software d'adquisició de dades i control dels paràmetres de navegació (Software Hypack Max), mitjançant el qual s'ha realitzat el control de les derrotes del vaixell en temps real sobre els itineraris i els transsectes planificats prèviament.



Imatge 4. PC, equips, sonar i GPS diferencial per a l'obtenció, visualització i gravació en temps real dels sonogrames.

L'enregistrament dels sonogrames al mar, s'ha realitzat en suport digital. Els sonogrames obtinguts han estat processats mitjançant el software especialitzat (Software Hypack Max), obtenint un mosaic georeferenciat dels sonogrames a la zona d'estudi (sonoplànol). Un cop elaborat el mosaic sonogràfic, s'ha realitzat l'anàlisi del sonoplànol per identificar els diferents tipus de respostes acústiques i marcar els seus límits. Les àrees identificades, es corresponen a diferents tipus de fons / biocenosi marines (fons de fang, sorra, grava, roca, praderies de fanerògames marines, etc.).

Un cop realitzada la prospecció mitjançant sonar d'escombratge lateral del 100% de l'àrea d'estudi s'han verificat les dades mitjançant càmera de vídeo remolcada georeferenciada. Aquest equip integra el senyal de vídeo amb la del GPS permetent amb això obtenir imatges georeferenciades del medi marí. Aquestes inspeccions s'han realitzat en diferents punts identificant de forma visual les diferents biocenosis marines (ecos diferents del sonar) presents a la zona d'estudi.

Totes les filmacions s'han realitzat amb una mini càmera d'alta sensibilitat que pot gravar a 0,1 lux en cas d'elevada terbolesa a l'aigua. Les imatges han estat visionades en temps real a l'embarcació durant l'execució dels treballs. El emmagatzemament de les imatges es va realitzar en suport digital per a la seva posterior anàlisi al laboratori.



Image 5 : Equip de TV remota georeferenciada i imatge georeferenciada en el punt de mostreig

Amb paral·lel i posterioritat a l'elaboració dels treballs sonogràfics i dels sonoplànol per identificar els diferents tipus de respostes acústiques i marcar els límits dels diferents tipus de comunitats submarines i biocenosis s'han realitzat immersions amb escafandre autònoma per descriure amb detall els hàbitats existents i caracteritzar-los.



Imatge 6. Tècnics de la Fundació Mar revisant les zones grises de la cartografia bionòmica

El tractament de dades i la generació d'arxius cartogràfics s'ha realitzat mitjançant el software Hypack Max i el software GIS QGIS. Per a cada transecte realitzat al mar s'ha obtingut un arxiu amb extensió .XTF i .HSX, on està emmagatzemada la informació obtinguda pel sonar. Aquests arxius ens proporcionen informació dels ecos capturats, posicionament, rumb, velocitat de l'embarcació, etc. Aquests arxius s'han exportat al mòdul de Hypack - Targeting and Mosaicking, en el qual s'han pogut suavitzar rums, fer un filtrat dels sonogrames obtinguts, augmentar - disminuir contrastos, localitzar punts d'interès (targets), etc.

Aquest mòdul ens permet també posar l'offset de l'antena respecte al punt d'arrossegament del sonar i especificar el cable out que hem emprat en les prospeccions per determinar el layback del sonar i obtenir un correcte posicionament de les imatges obtingudes. Tot això ha generat un arxiu d'extensió .H2S per transectes realitzat que conté tot el processat comentat anteriorment.

Finalment, s'ha generat un mosaic sonogràfic amb tots els arxius.H2S generats mitjançant el mòdul Mosaicking. En aquest mòdul es genera el mosaic amb la resolució desitjada dins dels límits operatius de l'equip i s'obté un arxiu tipus .geotiff geo-referenciat de tots els ecos que s'han detectat en les prospeccions. Aquest fitxer .geotiff s'ha exportat a un software GIS per a la digitalització final de la cartografia bionòmica.

Els resultats finals s'han representat mitjançant un software GIS per a la gestió d'informació geogràfica (software QGIS), obtenint finalment una cartografia bionòmica de detall dels fons de la zona d'estudi. Com s'ha comentat en el punt 5.1 tota la informació cartogràfica s'ha treballat en el sistema ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*).

8. Resultats obtinguts

8.1 Aixecament batimètric a les ZMB.

De la batimetria realitzada a les zones d'estudi es pot observar la presència d'un fons heterogeni amb morfologia abrupta, típic de la Costa Brava i com a resultats de la presència d'illots, petits baixos i blocs de roca tant a la ZMB de la zona nord com a de la zona sud.

Les zones d'estudi es corresponen amb zones costaneres poc profundes oscil·lant entre els -9 metres i -27 metres a la part Nord (Secaïns – Les Balles), i entre els -10 metres i -39 metres en la part sud a la part més exterior de Cala Vigatà.

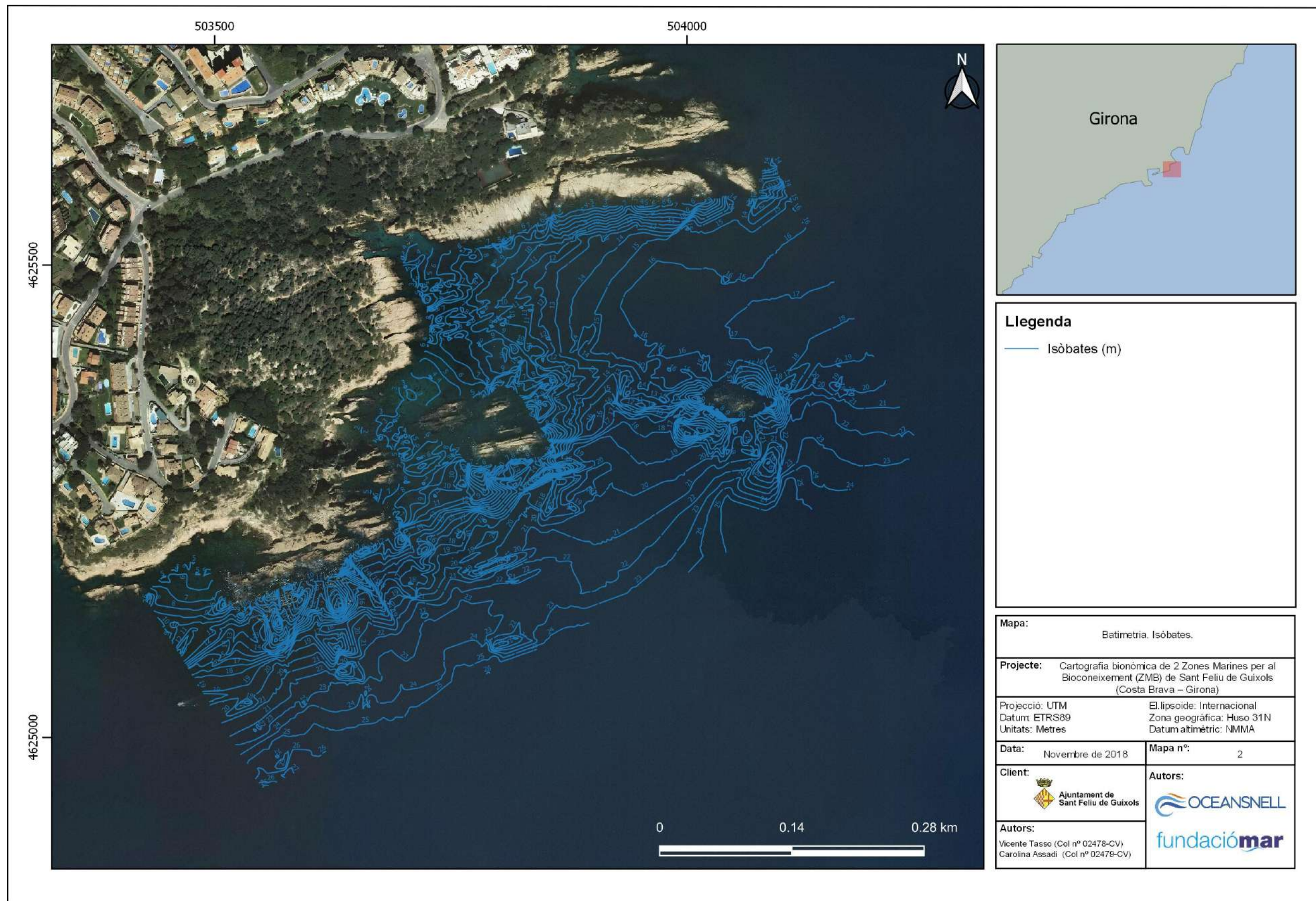
De l'anàlisi i processament de les dades obtingudes mitjançant sonar d'escombratge lateral, TV submarina geo-referenciada i immersions amb escafandre autònoma s'ha realitzat una cartografia bionòmica en detall de les diferents comunitats bentòniques (biocenosi marines) presents a les dues zones d'estudi. L'anàlisi de tota la informació obtinguda en aquesta campanya de prospecció ha permès identificar a la zona d'estudi 4 biocenosi marines principals.

Per establir la classificació i identificació de les mateixes, s'han tingut en compte els criteris de classificació estàndard acceptats actualment a nivell científic i basats en:

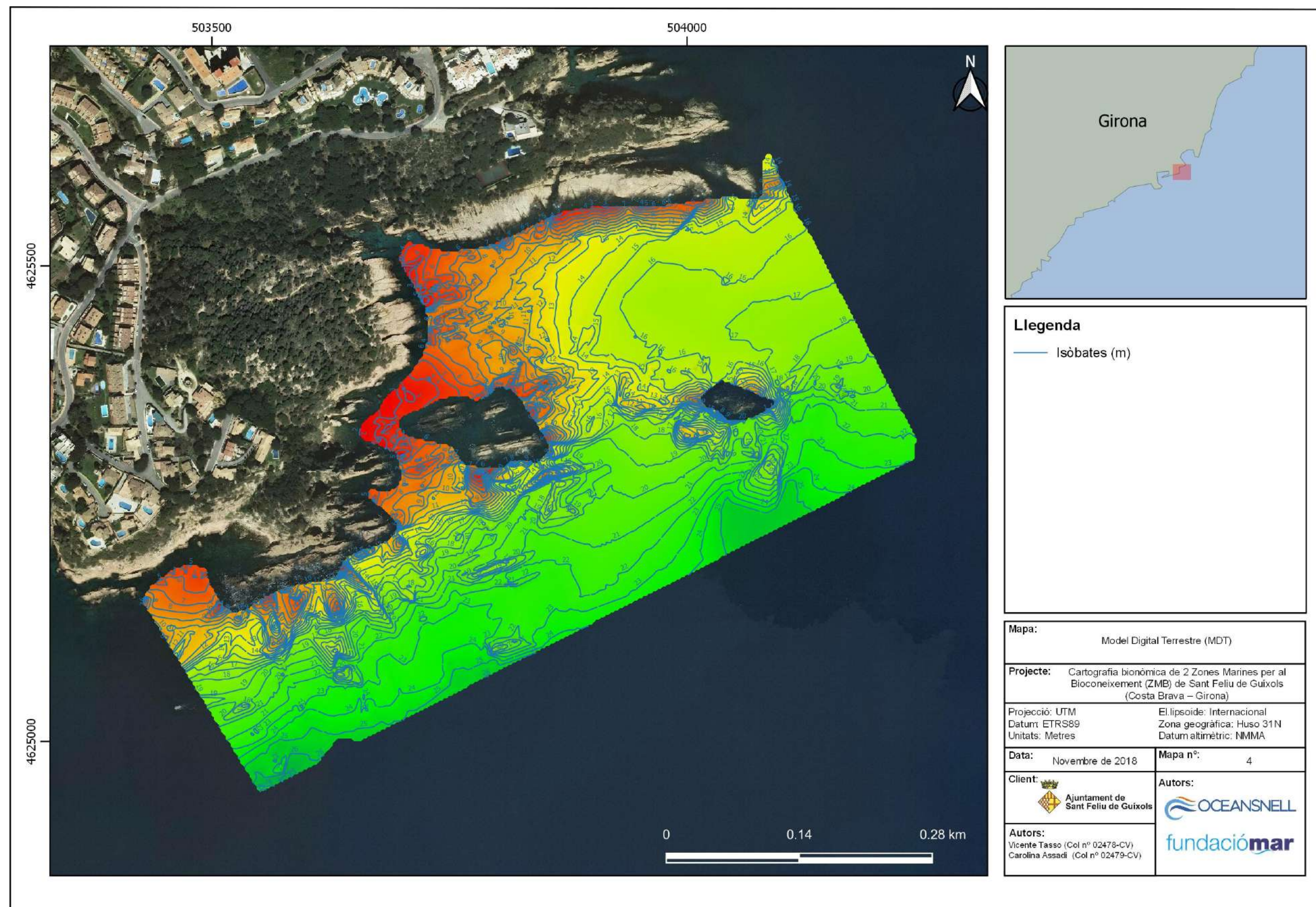
- ♦ La Clasificación de Hábitats Marinos del Plan de Acción del Mediterráneo del Convenio de Barcelona (PNUA-PAM-CAR/ASP, 2007).
- ♦ Resolución de 22 de marzo de 2013, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se establecen los dos primeros elementos del Inventario Español de Hábitats Marinos (IEHM): la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su clasificación jerárquica (Templado et al., 2012).
- ♦ Manual dels hàbitats de Catalunya 2008 i Manual dels hàbitats litorals de Catalunya - 2014

En els annexos cartogràfics es detalla la batimetria en isolínies i MDT (Model digital del Terreny) amb més detall i també els models en 3D.

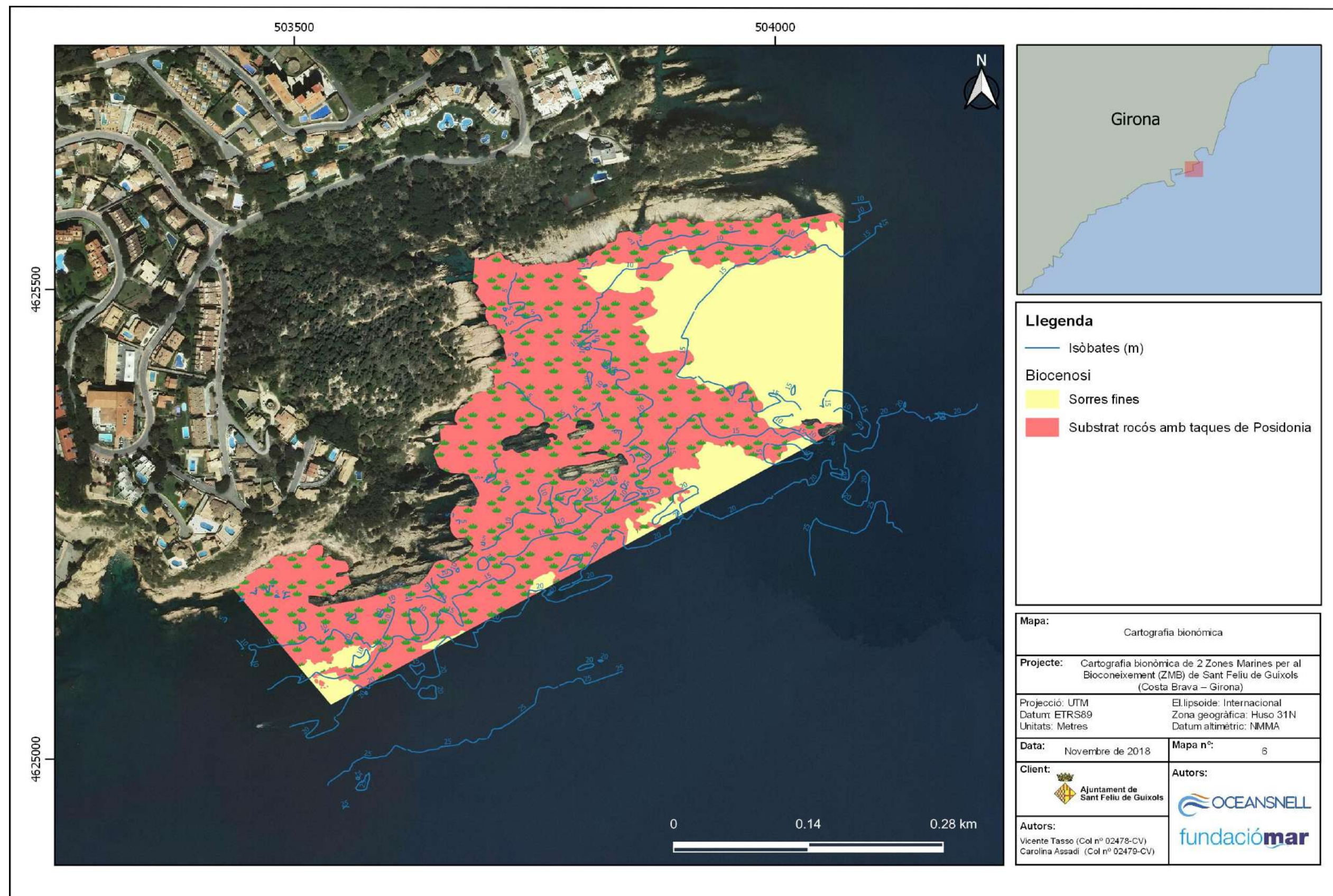
A continuació es detallen els mapes batimètrics, l'orografia i la bionomia existent obtinguda en cadascuna de les zones. En els annexos cartogràfics es detalla la batimetria en isolínies i MDT (Model digital del Terreny) amb més detall i també les projeccions en 3D.



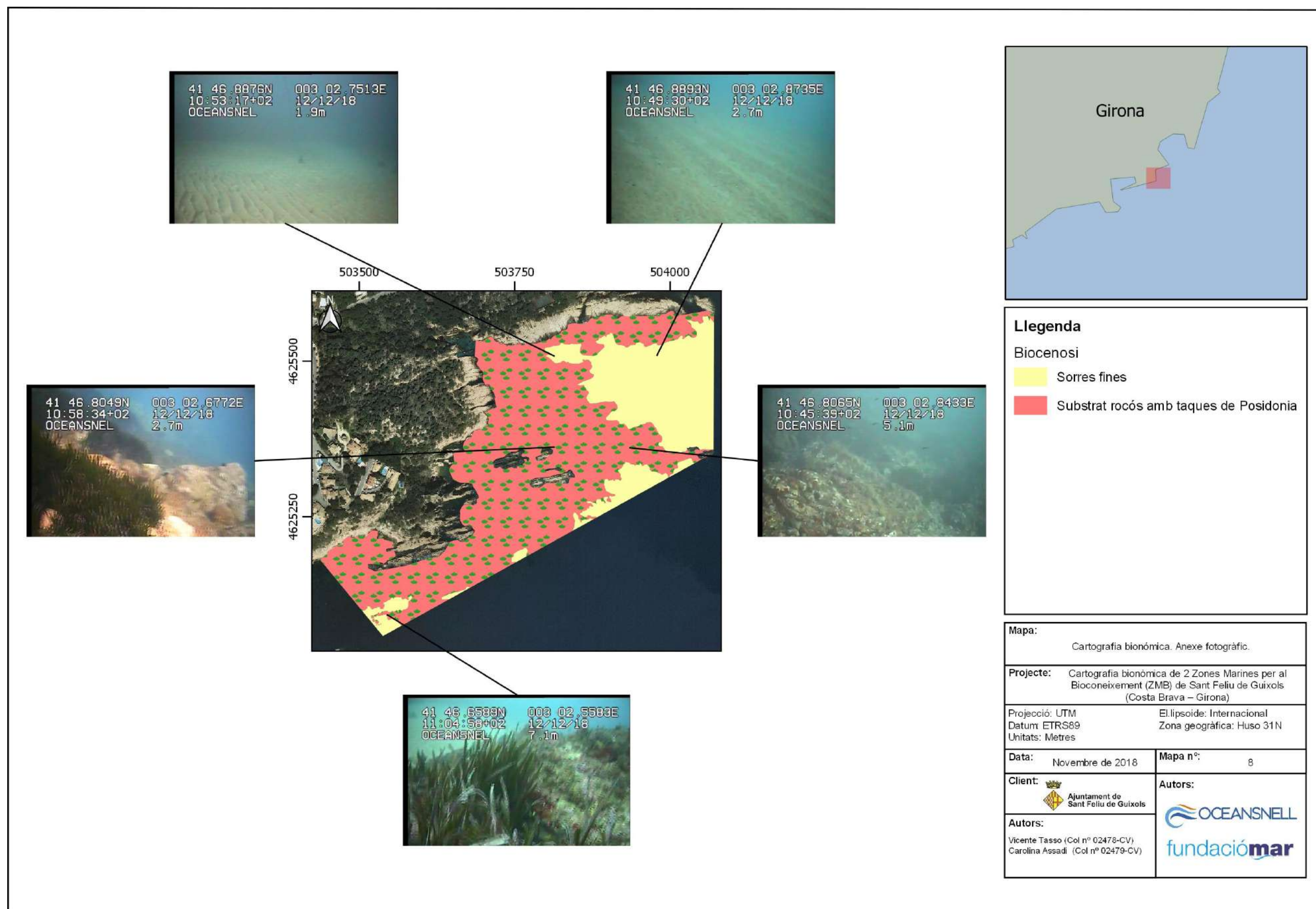
Mapa 3: Batimetria / Isòbates de la ZMB nord



Mapa 4. Model digital terrestre amb Isòbates de la ZMB nord

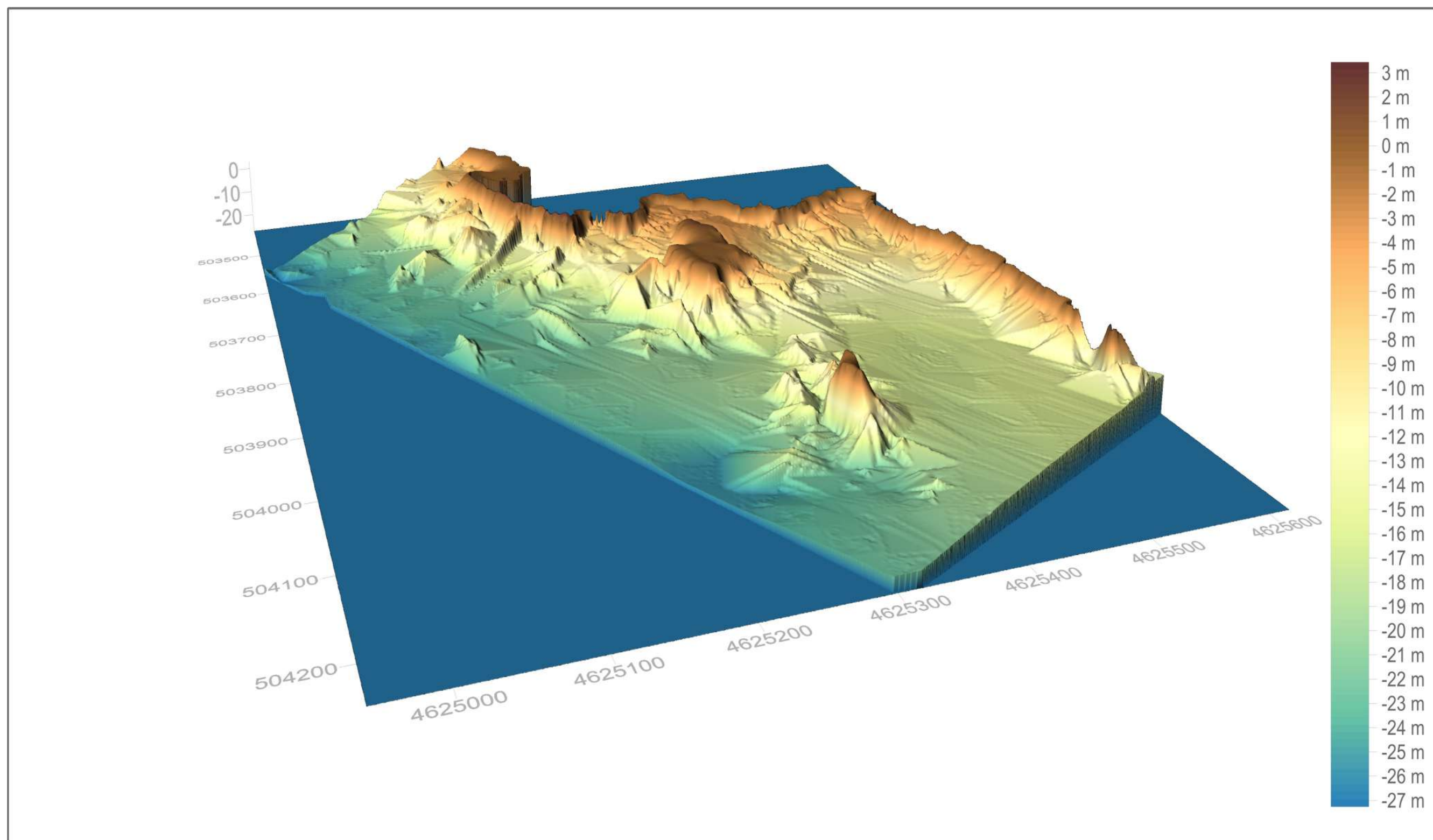


Mapa 5. Cartografia bionòmica observada ZMB nord.

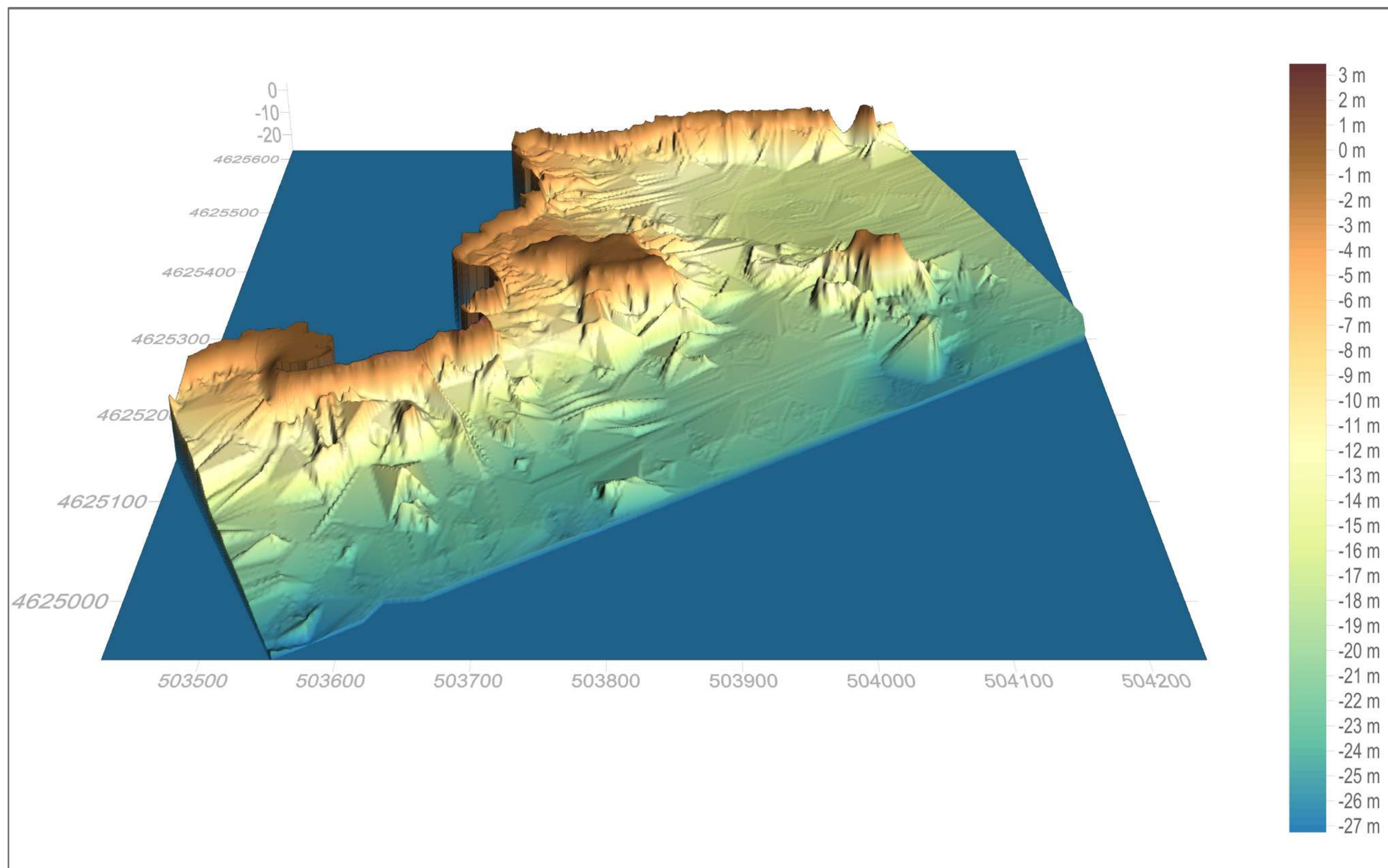


Mapa 6. Observació bàsica de les biocenosis presents a la ZMB nord amb càmera GPS georeferenciada

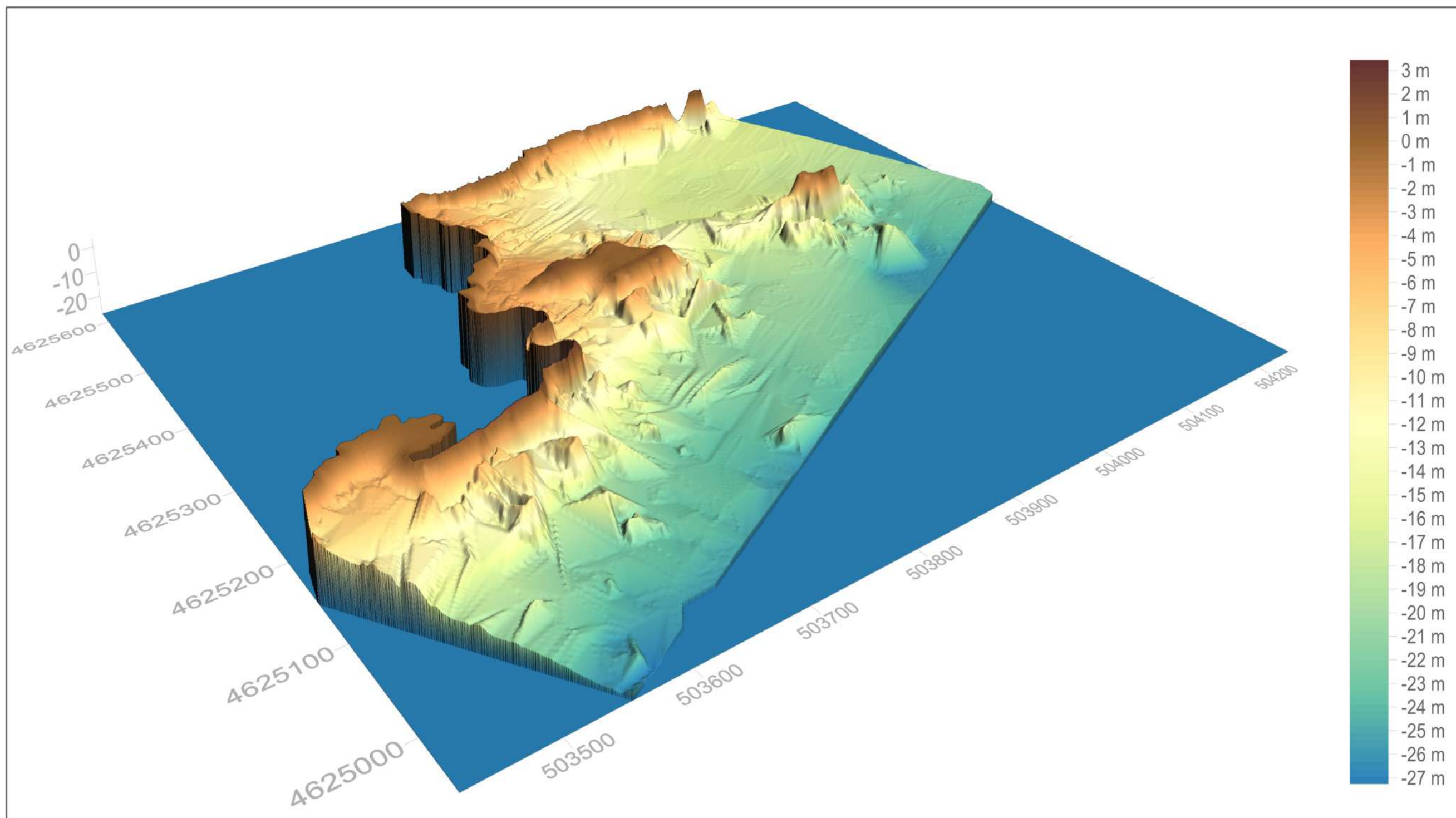
Projecció 3D Cartografia Bionòmica ZMB Nord



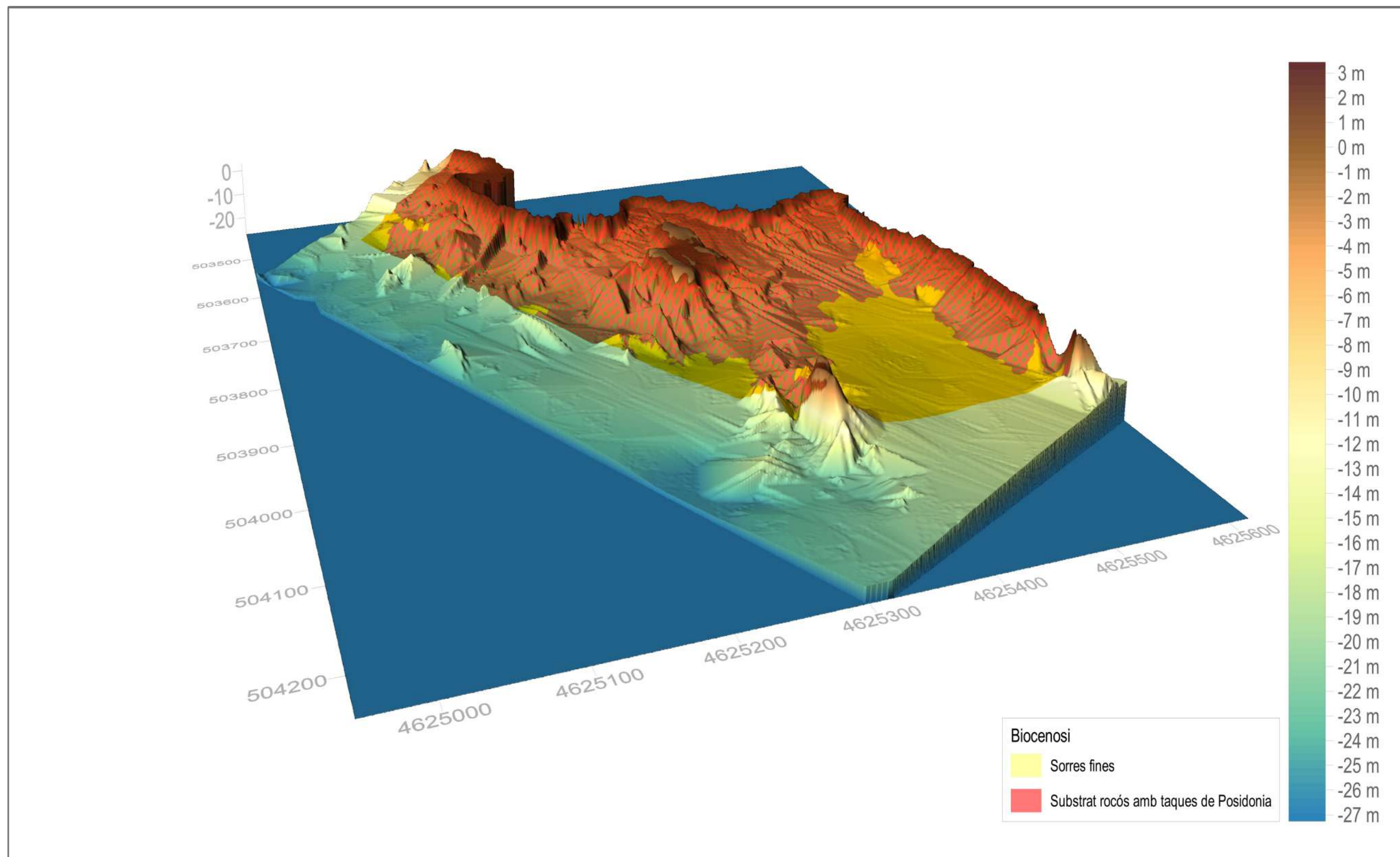
Mapa 7. Projectió 3D del relleu batimètric de la ZMB Nord



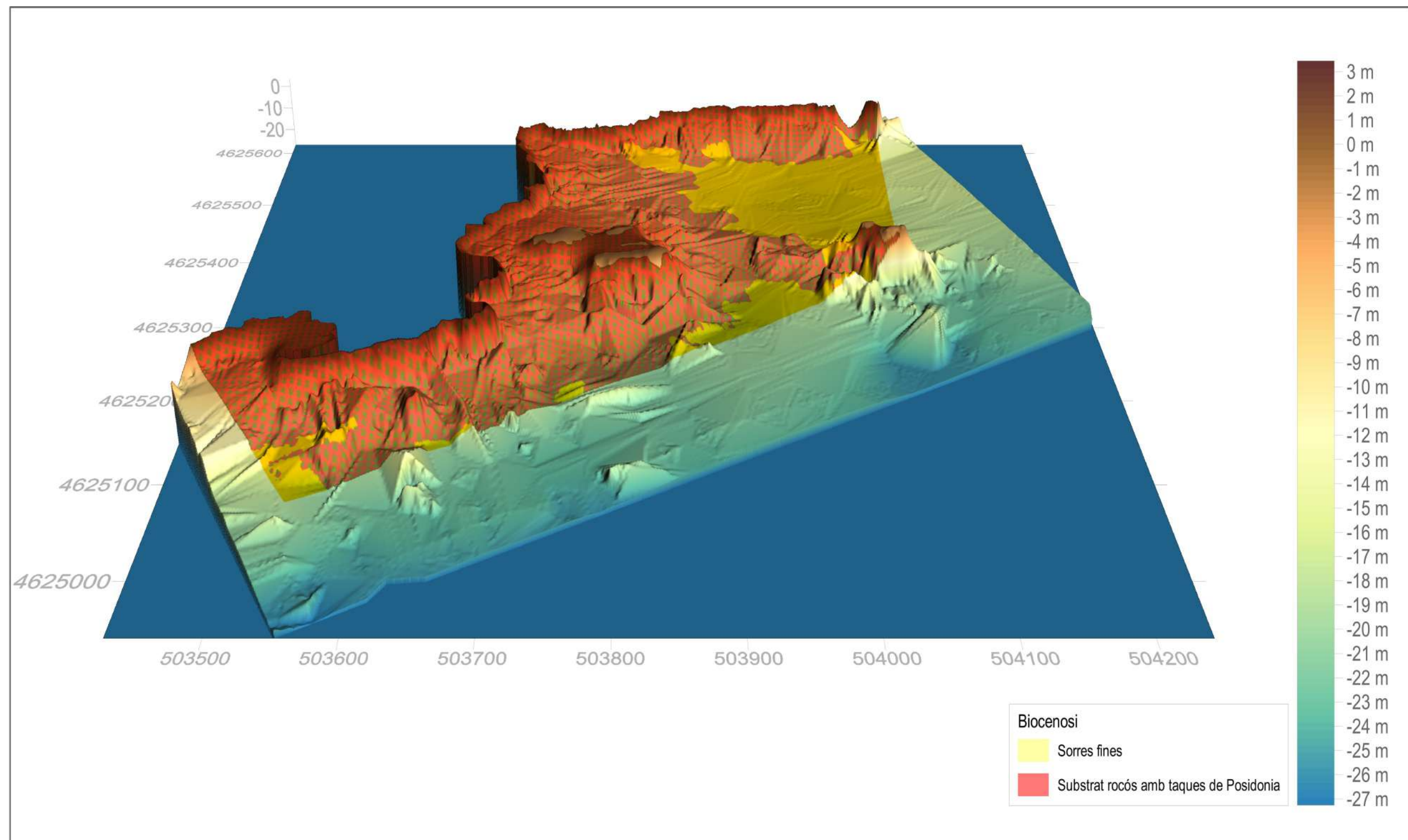
Mapa 8. Projectió sud-oest 3D del relleu batimètric de la ZMB Nord.



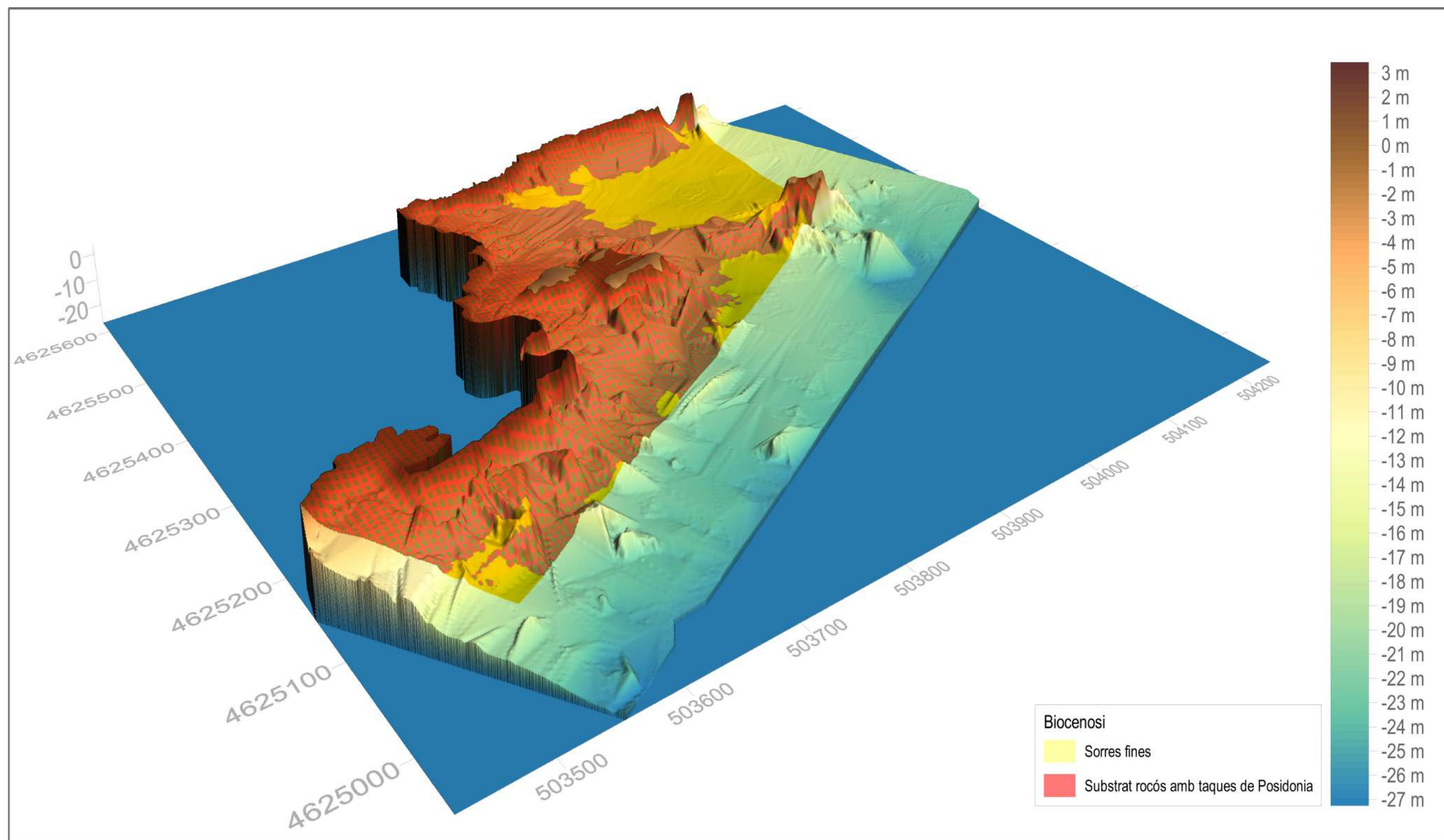
Mapa 9. Projectió sud 3D del relleu batimètric de la ZMB Nord.



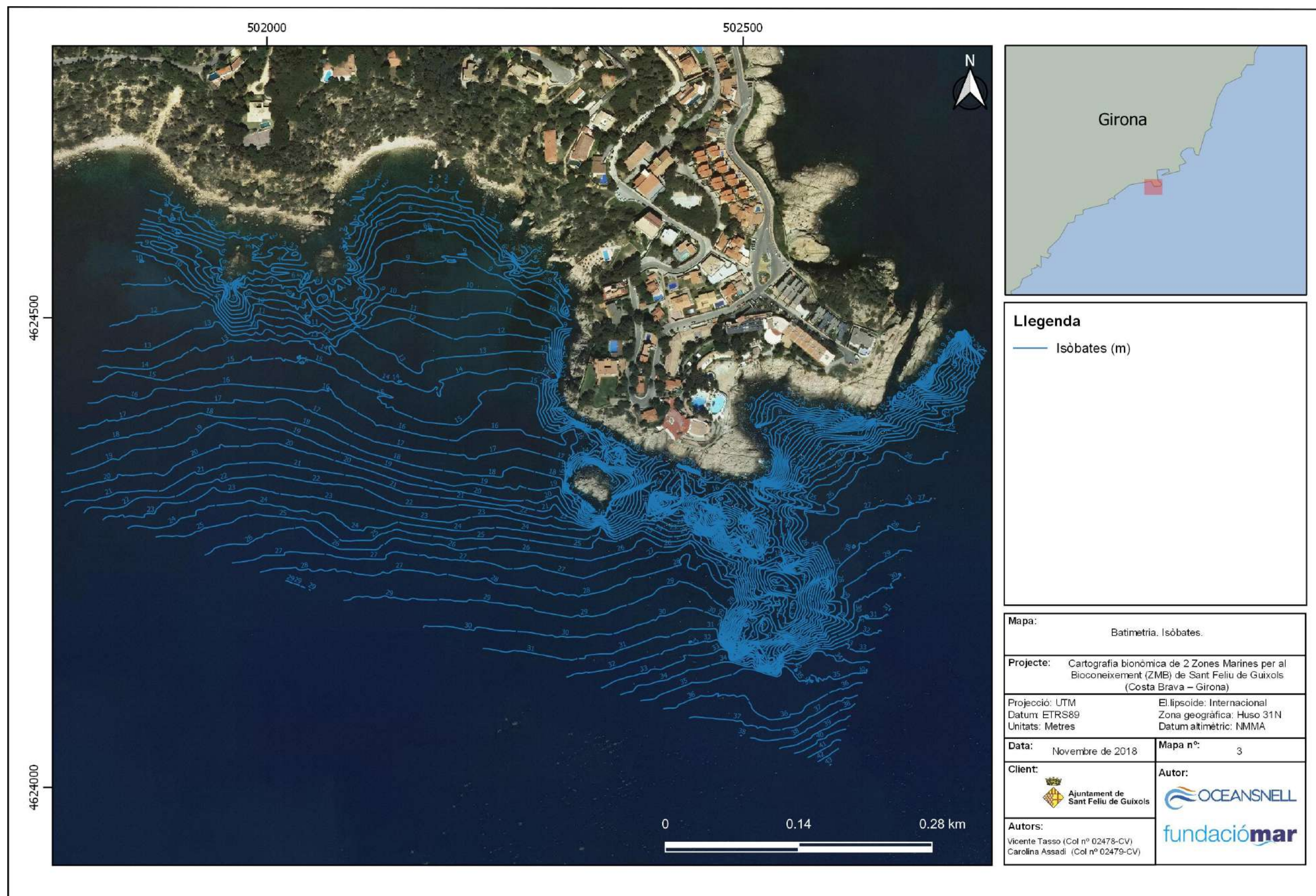
Mapa 10. Projectió 3D del relleu batimètric amb biocenosi bàsica de la ZMB Nord.



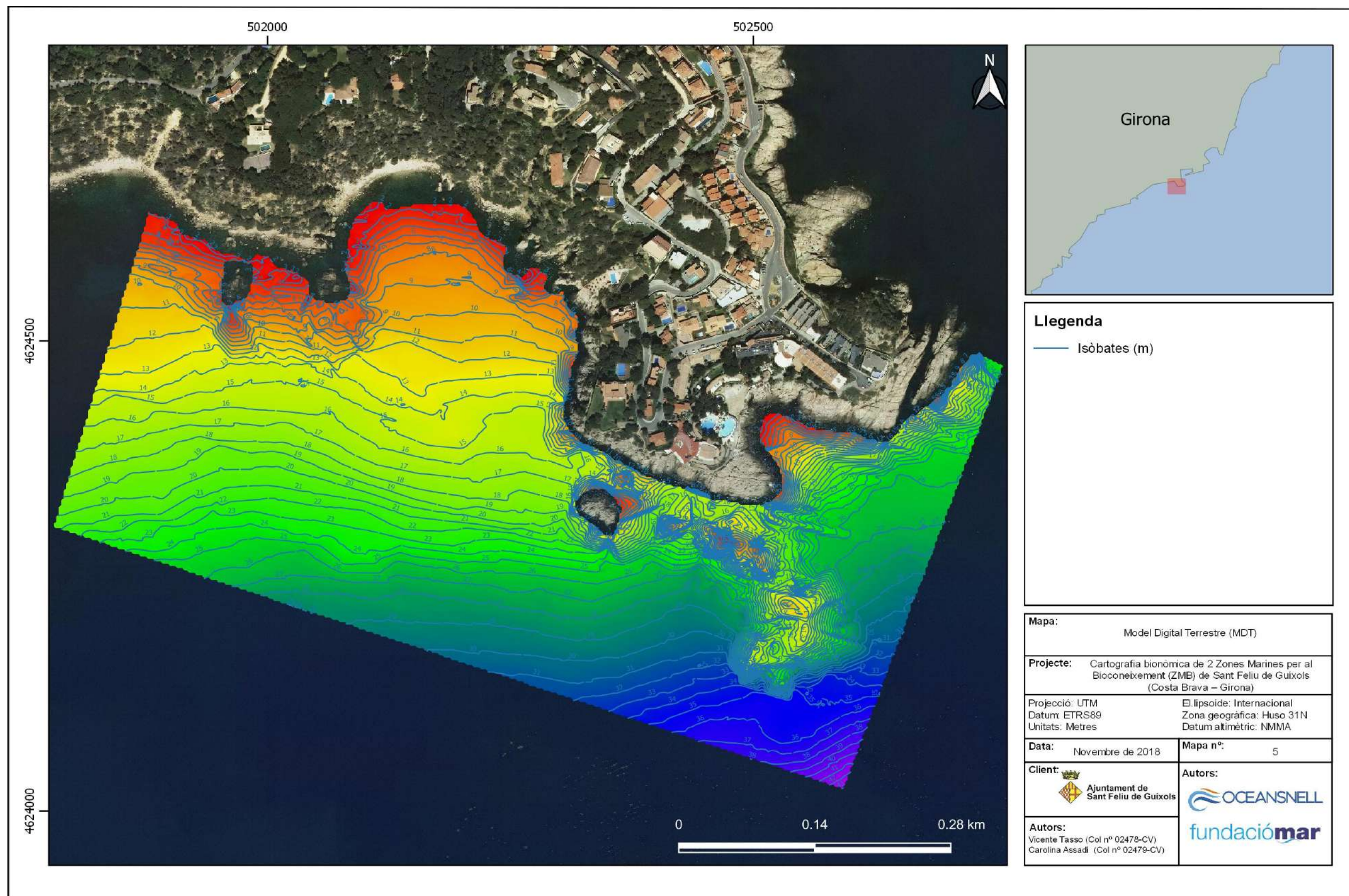
Mapa 11. Projectió 3D sud-oest del relleu batimètric amb biocenosi bàsica de la ZMB Nord.



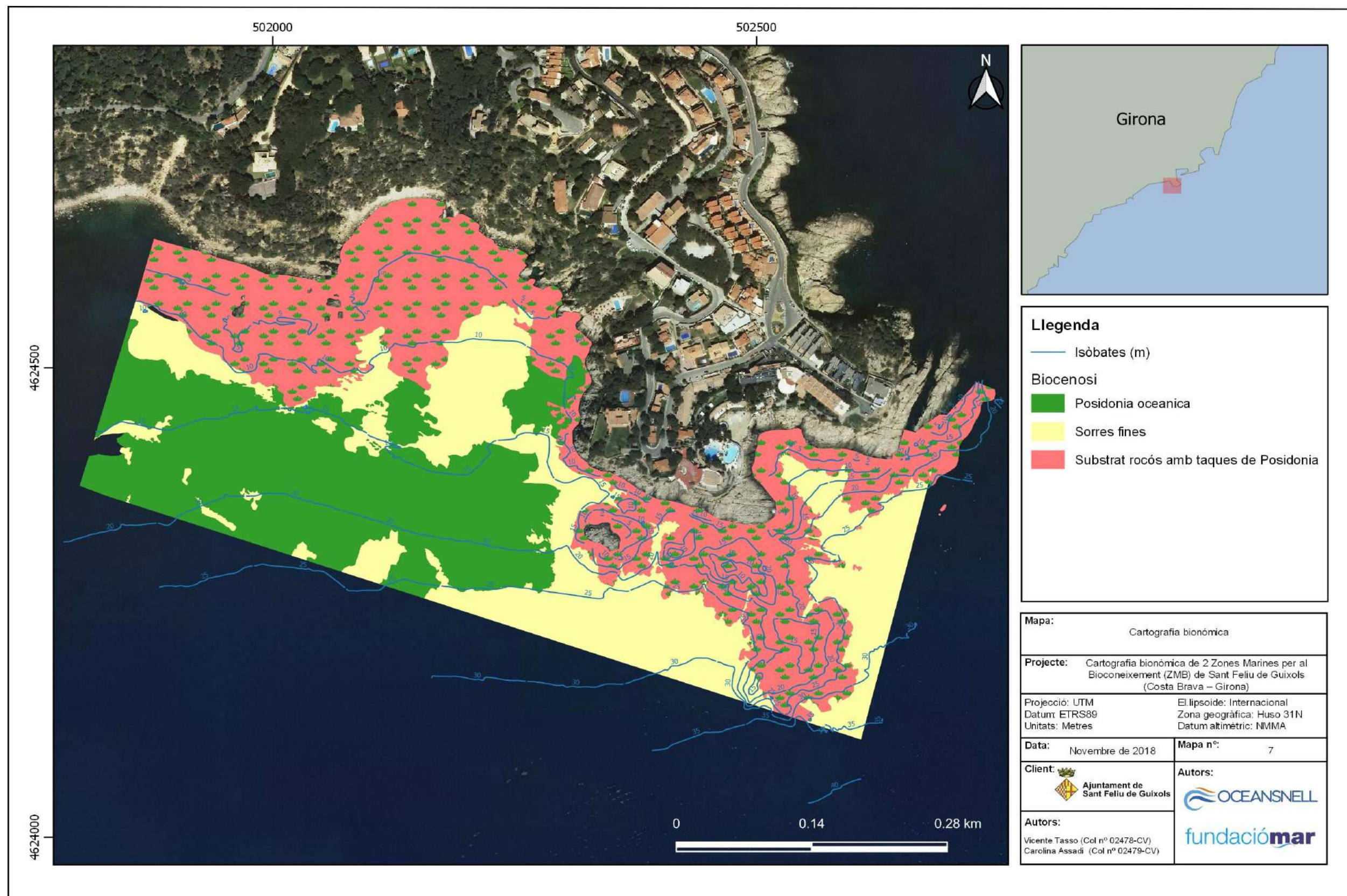
Mapa 12. Projectió 3D sud del relleu batimètric amb biocenosi bàsica de la ZMB Nord.



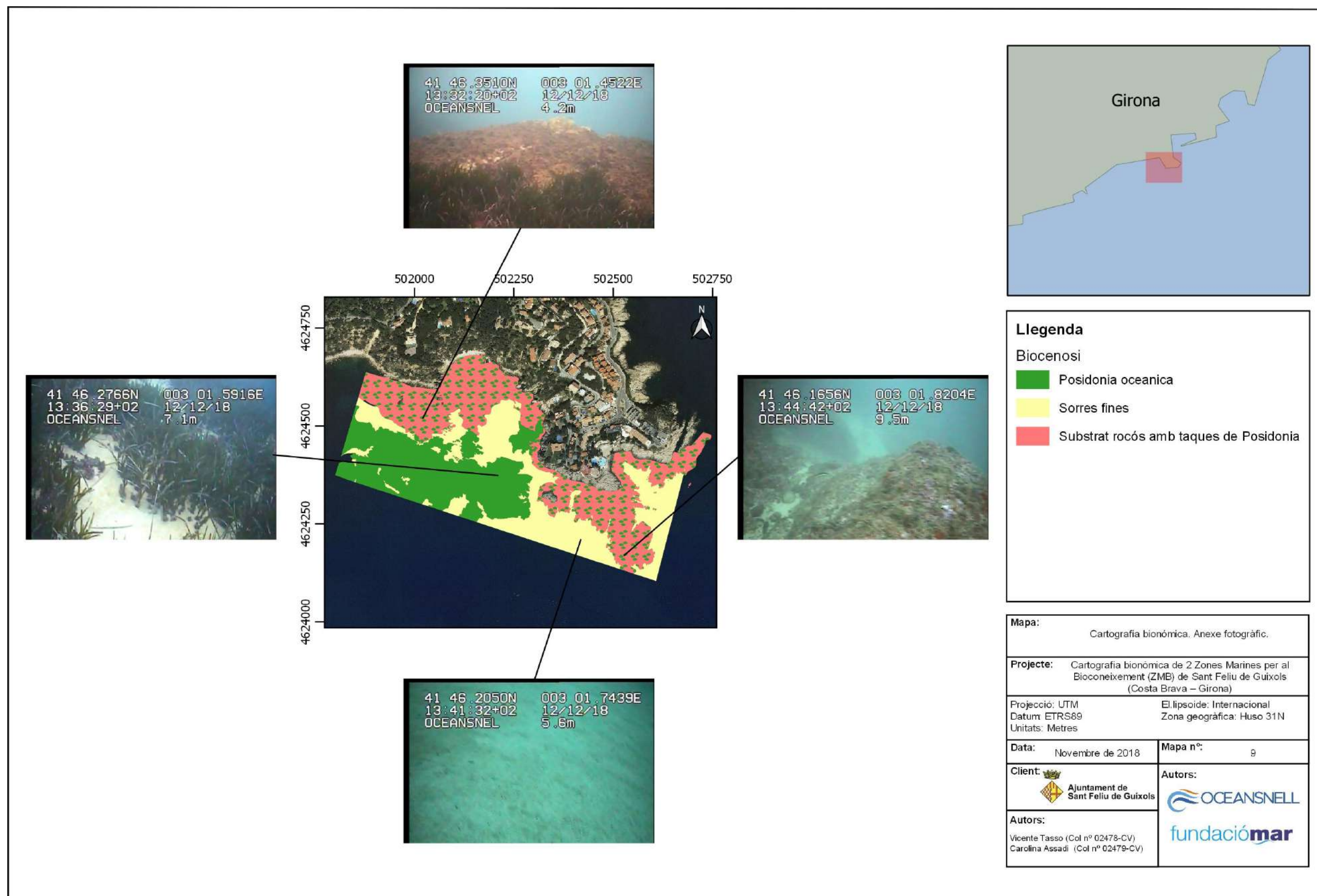
Mapa 13. Batimetria / Isòbates de la ZMB sud



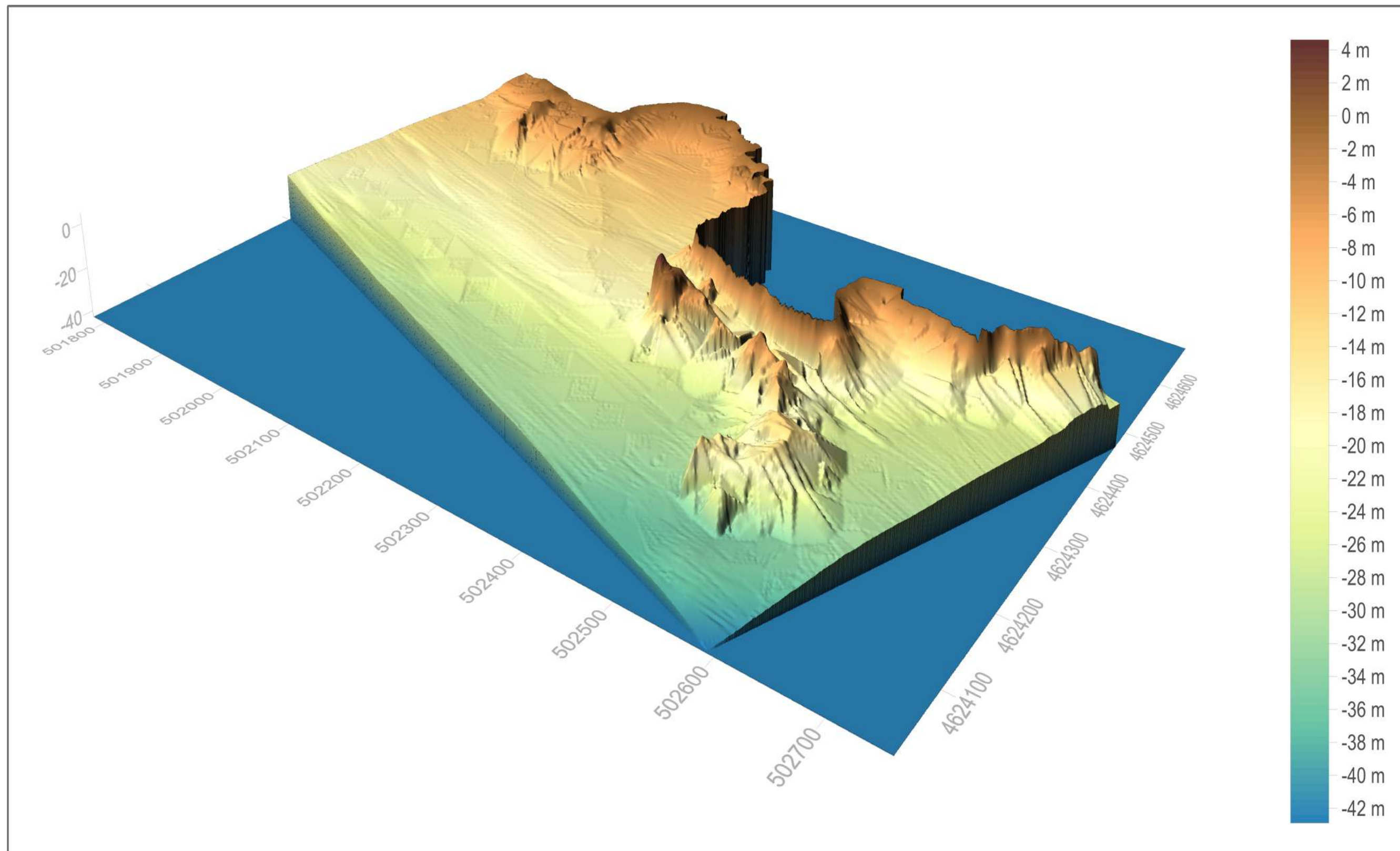
Mapa 14. Model digital terrestre amb Isòbates de la ZMB sud



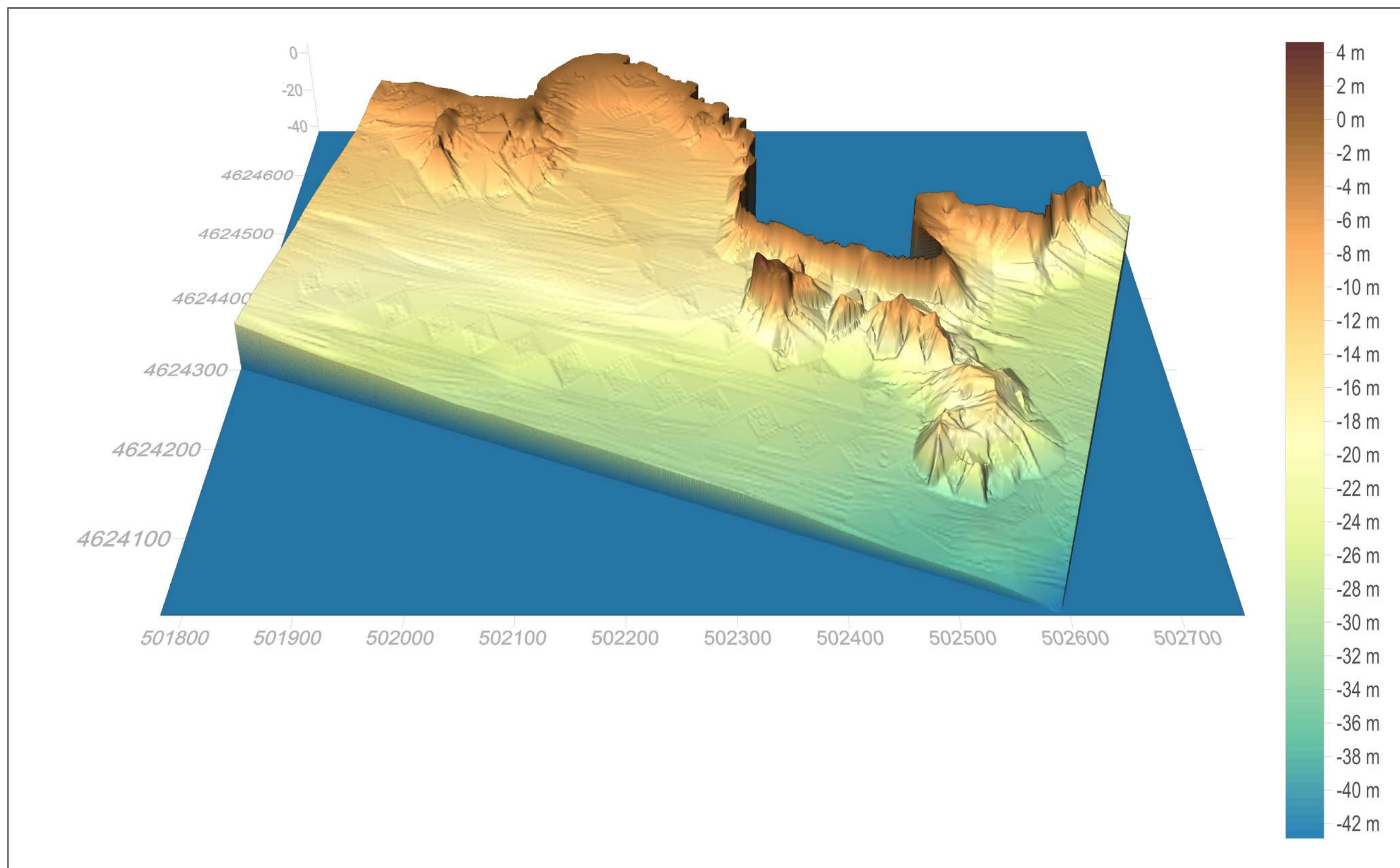
Mapa 15. Cartografia bionòmica observada ZMB sud.



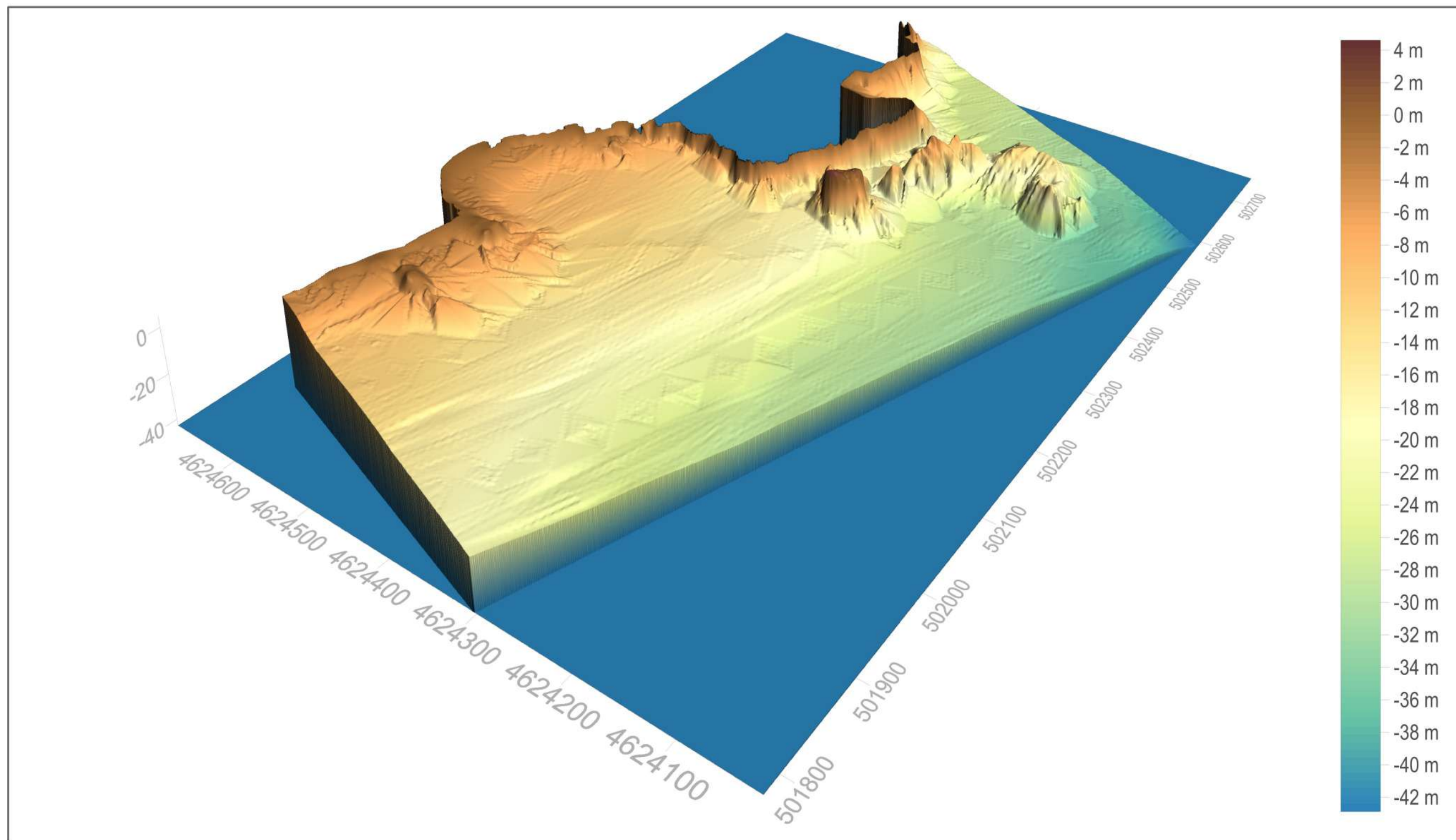
Projecció 3D Cartografia Bionòmica ZMB Sud



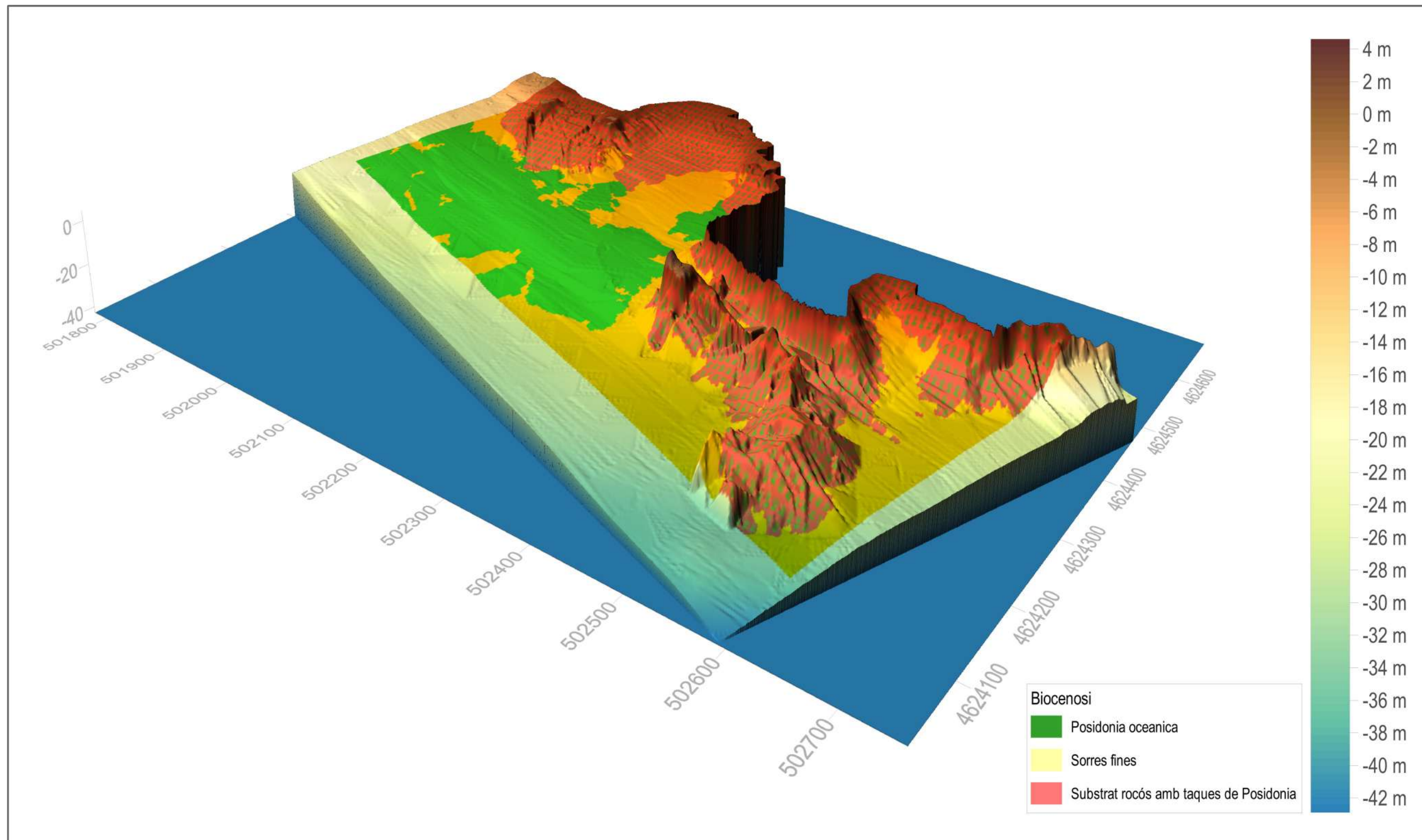
Mapa 17. Projecció 3D del relleu batimètric de la ZMB Sud



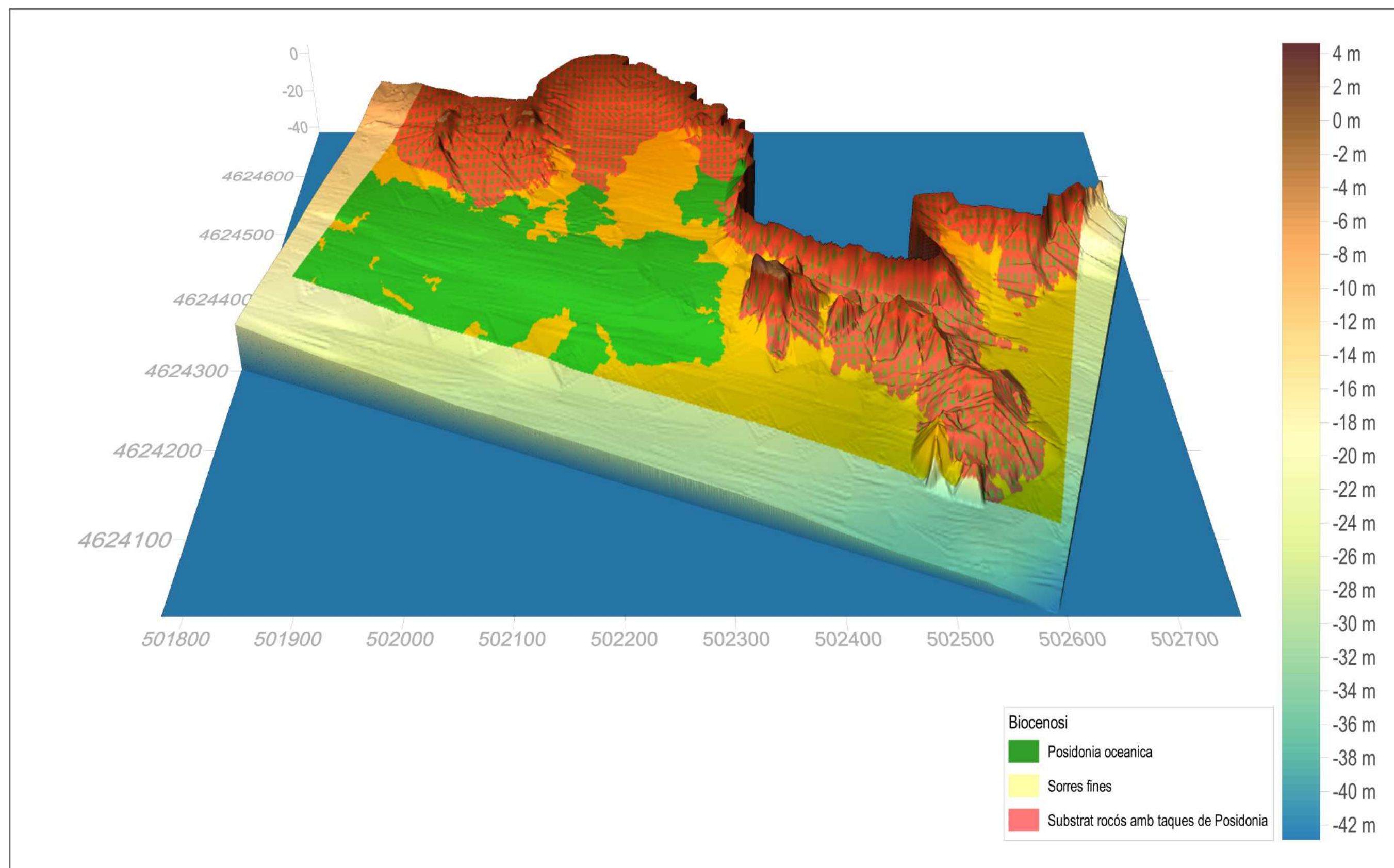
Mapa 18. Projectió sud-oest 3D del relleu batimètric de la ZMB Sud.



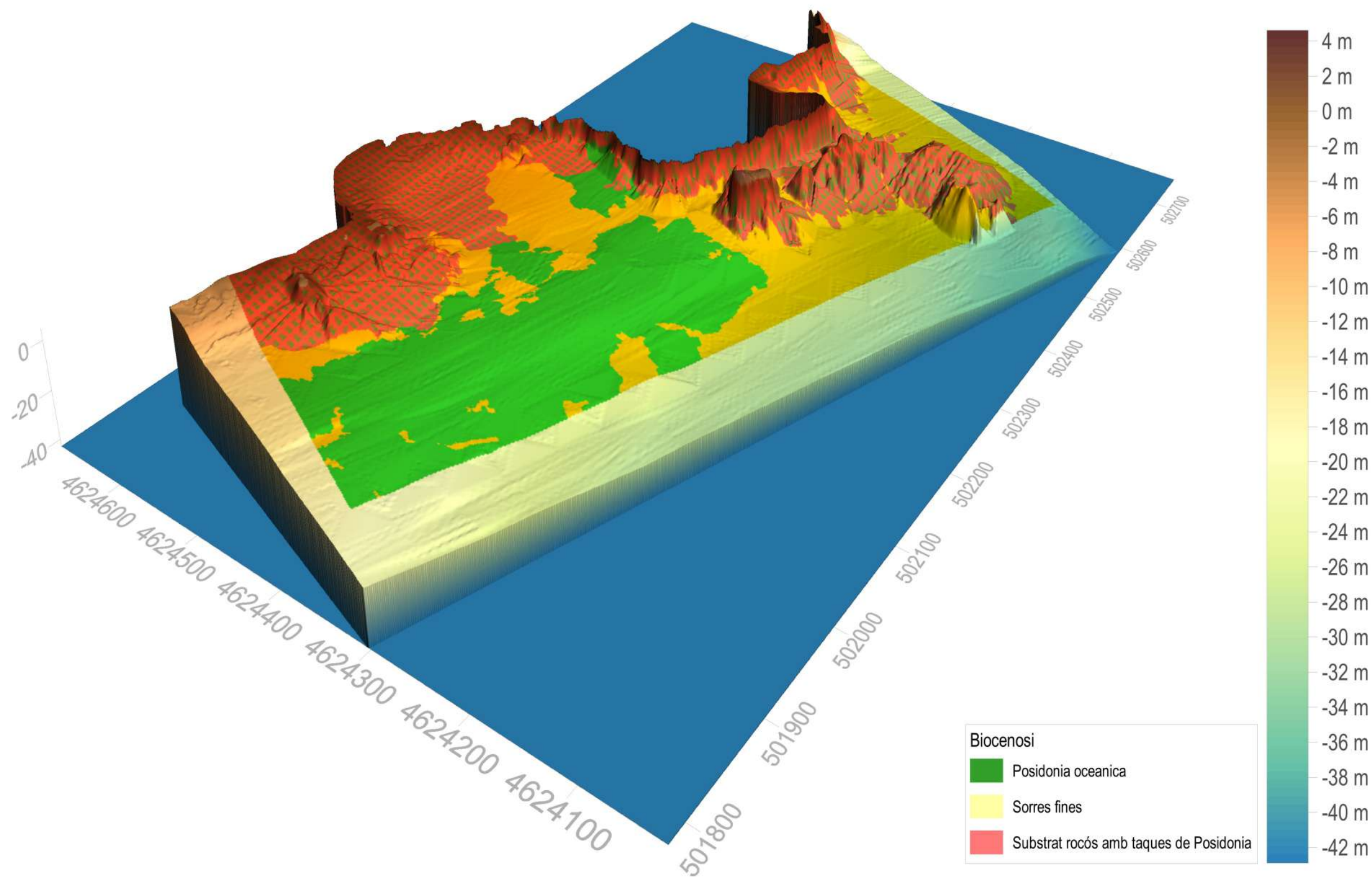
Mapa 19. Projectió sud 3D del relleu batimètric de la ZMB Sud.



Mapa 20. Projectió 3D del relleu batimètric amb biocenosi bàsica de la ZMB Sud



Mapa 21. Projectió 3D sud-oest del relleu batimètric amb biocenosi bàsica de la ZMB Sud



Mapa 22. Projectió 3D sud del relleu batimètric amb biocenosi bàsica de la ZMB Sud

8.2 - Les biocenosis marines observades

Dels treballs de cartografia bionòmica realitzats ara es descriuen les biocenosis més importants que caracteritzen aquests ecosistemes marins.

A. Biocenosi d'Algues Fotòfiles Infralitorals. Fons infralitorals rocosos, batuts i ben il·luminats, amb presència predominat de fucals.

Tot i que aquesta biocenosi no s'ha detectat en l'estudi cartogràfic de forma directa per la seva proximitat a la superfície, hem considerat molt important descriure-la amb detall amb la informació que disposem del projecte Silmar i de les observacions realitzades en el marc dels treballs de control de qualitat de les aigües marines mitjançant la metodologia Carlit (ACA, Ballesteros, E. 2007) i també com a resultat d'aquest estudi de descripció bionòmica.

Aquesta biocenosi d'algues fotòfiles caracteritza gran part el tipus d'hàbitat predominant a les zones litorals més someres de les ZMB i en general de tota la costa del municipi. La característica més destacable d'aquesta biocenosi es la seva important heterogeneïtat d'ambients degut a la morfologia del substrat i a la seva orientació i inclinació que influeix amb la intensitat lumínica que rep i també per l'hidrodinamisme que l'afecta, factors que progressivament van disminuint amb la profunditat. Aquesta realitat ambiental determina la presència de comunitats fotòfiles, que requereixen d'una il·luminació intensa i directa i també de comunitats esciàfiles, les que s'instal·len en zones submarines que reben la llum de forma més atenuada. En general les comunitats fotòfiles presents a les ZMB estan dominades per les algues, en tant que a les comunitats esciàfiles les observem a més fundària on predominen espècies animals sèssils i de metabolisme més lent.

Pel que fa a l'hidrodinamisme a les ZMB, aquest és un factor clau per caracteritzar les comunitats biològiques infralitorals i, atenent a la influència de l'onatge dominant, poden distingir tres franges o nivells dins de l'infralitoral. La primera, la més superficial, és una zona de influència directa de l'onatge amb una elevada turbulència que va dels primers metres de profunditat, fins a uns 6-8 m, depenent de la pendent i morfologia de la costa i si aquesta és molt vertical o presenta poca pendent.

El segon nivell correspon a la franja que rep una influència indirecta l'onatge, definint un moviment de vaivé, però no turbulent i sol estendre's fins a uns 10 a 15 m de fundària i en dies de temporals fins a els 20 m.

En aquest nivell els moviments de l'aigua solen ser unidireccionals o laminars i estan menys influenciats per l'onatge.

Donada la gran complexitat que presenta aquest bioma i l'enorme diversitat de comunitats biològiques que integra, que amb el temps hem d'anar treballant en el marc del pla d'acció de les ZMB, ara fem una breu descripció dels tipus d'hàbitats més significatius sense entrar en el detall dels diferents subtipus que cada un d'ells representa.

A la costa de Sant Feliu de Guíxols (Silmar- Carlit, Fundació Mar, 2018) com a molts espais litorals de la Costa Brava són les espècies d'alga bruna del gènere *Cystoseira* (fucals) les que dominen molts dels espais mediolitoral i infralitorals superior. Aquest gènere d'algues comprèn unes 50 espècies a tot el món i unes 20 es troben a les nostres costes. Són espècies sensibles a factors ambientals com ara la llum, l'hidrodinamisme o la qualitat de l'aigua i, això les converteix en excel·lents indicadors ecològics de qualitat, sent especialment sensibles a la contaminació. És en aquest context que la Fundació Mar elabora anualment en el marc del projecte Silmar, l'estudi de la qualitat ecològica de l'aigua marina i de les comunitats que hi viuen utilitzant la metodologia Carlit, (Ballesteros, E.; ACA 2007).

En general, les algues del gènere "*Cystoseira*" es caracteritzen per la seva estructura de port mitjà o gran i per presentar tiges més o menys robustes i ramificades. Alguns ecòlegs marins troben un cert paral·lisme entre aquest hàbitat i un bosc en miniatura. La biomassa vegetal és més gran que la animal, i en la comunitat es distingeixen quatre estrats diferents: un basal incrustant format per algues calcàries i restes durs d'organismes morts, una capa de mata espessa d'algues calcàries i també més toves i esciàfiles, un tercer estrat arbustiu format per petites algues erectes i, un quart estrat "arbori" format per la pròpia *Cystoseira* que està coberta per epífits.

A les zones infralitorals més superficials de les ZMB les comunitats més representatives d'aquestes algues, que formen un dens i delimitat cinturó, just per sota del nivell del mar en zones exposades és la comunitat de *Cystoseira mediterranea*.



Imatge 7. Comunitat de *Cystoseira mediterranea* al infralitoral superior de les ZMB

En aquestes comunitats superficials podem distingir diversos estrats que integren una elevada biodiversitat amb més de mig centenar d'espècies d'algues i més 300 espècies animals. L'estrat superior està format per les espècies esmentades del gènere *Cystoseira* típiques de la Costa Brava, sobre les quals creixen altres algues epífites, com *Jania rubens* i *Ceramium sp.*

El segon estrat (arbustiu) està format per algues de menor port, com *Boergeseniella fruticulosa*, *Polysiphonia mottei*, *Osmundea truncata*, *Corallina elongata*, *Anadyomene stellata*, *Hypnea musciformis* o *Feldmannia caespitula*.

Per sota d'aquest estrat arbustiu es distingeix un estrat dens format per algues petites, com *J. rubens*, *C. elongata*, *Cladophora laetevirens*, *Gelidium spp.* i *Gigartina acicularis*. Finalment, l'estrat basal està format per algues calcàries incrustants com *Lithophyllum incrustans*, *Noegoniolithon brassica-florida*, *Hildenbrandia canariensis*, *Peyssonnelia polymorpha*, *Melobesia membranacea* o més toves com *Valonia utricularis*.

Els animals típics d'aquesta comunitat solen ser sèssils, viuen fixos al substrat per resistir l'onatge, o epífits, sobre les algues. Entre els primers, cal citar al típic musclo de roca *Mytilus galloprovincialis*, cada vegada menys abundant, en el nivell superior i al cirrípede *Balanus perforatus* en nivells mitjans, així com poden trobar-se les esponges incrustants *Clathrina coriacea* i *Hymeniaci-*

don sanguínia, els cnidaris *Coryne muscoides*, *Sertularella ellisi*, *Aglaophenia kirchenpaueri*, *Clavularia ochracea* i *Aiptasia Diaphana*, poliquets serpúlids i diversos briozous com *Schismopora armata*, *Turbicellepora magnicostata* i també ascidis.

Sobre la base de les *Cystoseira*, es fixen també el foraminífer *Miniacina miniacea*, que també trobem a els rizomes de Posidònia, i algunes esponges, com *Sycon raphanus*, i sobre tota la superfície de l'alga, diversos hidroïdeus, poliquets serpúlids, briozous i ascidis. Molts d'aquests animals tenen preferències esciàfiles i apareixen només en els estrats basals, la llum arriba molt atenuada. Els animals mòbils es fixen fortament al substrat, com les pegellides *Pate-lla sp.* o es protegeixen de l'onatge en esquerdes i intersticis o en perforacions de les algues calcàries, principalment poliquets, el mol·lusc poli-placòfor *Acanthochitona fascicularis* i les petites ofiüres *Ophiothrix fragilis* i *Amphipholis squamata*. D'altres, com poliquets, el gasteròpode *Bittium reticulatum*, *Barleeia unifasciata*, picnogònids, petits crustacis (isòpodes, amfípodes, copèpodes, tanaidáceos) i altres crustacis de major grandària, com els crancs *Acanthonyx lunulatus* i *Pilumnus hirtellus*, passen entre aquestes comunitats d'algues fucals.



Imatge 8. Zona de transició del infralitoral ben il·luminat a una zona més obaga on hi predominen espècies i comunitats esciàfiles. ZMB nord

La ictiofauna que trobem freqüentant aquests ambients són espècies de família dels gòbids, els espàrids, els làbrids i dels blènids amb les espècies presents principals de *Blennius gattorugine*, *B. Sanguinolentus*, el *Gobius cobitis*, el *Tripterygion tripteronotus*, el *Lipophrys trigloides*, la llisa morruda (*Oedalechilus labeo*), la salpa (*Sarpa salpa*), el *Parablennius sanguinolentus* i el *Parablennius gattorugine*. També troben algunes espècies de peixos d'interès pesquer, com l'orada (*Sparus aurata*), el corball (*Sciaena umbra*) cada vegada menys freqüent, el llobarro (*Dicentrarchus labrax*), el nero comú (*Ephinephelus marginatus*), el recentment detectat nero gris de l'espècie *Epinephelus caninus* i altres espècies protegides com els signatids de les espècies *Hippocampus hippocampus* i *Hippocampus ramulosus*.

A les zones someres més calmes de la costa de Sant Feliu, podem observar la presència de *Cystoseira crinita*, però que en les ZMB per ara no l'hem detectat, doncs pot ser substituïda per la *Cystoseira caespitosa* i la *C. compressa*, en un nivell més inferior. Una altra espècie de fucal que hem observat en les zones més fondes del infralitoral per sota dels 15 m. a les ZMB nord és la *Cystoseira zosteroides* (no ratificat), en zones d'aigües clares i sotmeses a fortes corrents unidireccionals. Aquesta és una espècie endèmica de la Mediterrània i sembla que està en regressió degut a els efectes del canvi climàtic i a l'augment mitjà de les temperatures de l'aigua marina litorals al llarg de l'any (MAP, UNEP, EEA 2018).

La biodiversitat algal en aquestes comunitats es alta i es un bon indicador de qualitat ambiental (Silmar, 2017 i 2018), on l'espècie vegetal dominant apareix acompanyada per algues de l'espècie *Halopteris scoparia* durant tot l'any i de *Padina pavonica* i *Acetabularia acetabulum*, a l'estiu. Entre aquestes algues, se situen altres més petites, com *Corallina elongata*, *Jania rubens*, *Jania corniculata*, *Halptilon virgatum*, *Liagora distenta*, *Hypnea musciformis*, *H. cervicornis*, *Laurencia obtusa*, *Sphacelaria cirrhosa*, *Dilophus fasciola*, o d'epífites com *Falkenbergia rufolanosa*.

Aquesta comunitat presenta una fauna rica i diversa i entre les algues es fixen alguns bivalves típics, com *Arca noae*, *Modiolus barbatus* i *Musculus costulatus*. Entre els animals mòbils són freqüents els isòpodes, amfípodes, copèpodes i poliquets errants de diferents espècies. Entre els mol·luscs gasteròpodes abunden tant herbívors de les espècies *Haliotis tuberculata*, *Gibbula spp.*, *Rissoa spp.*, *Aplysia spp.*, *Elysia tímida* com també carnívors de les espècies *Ocenebra erinacea*, *Stramonita haemastoma* (el cargol porpra).

També, la recentment censada *Charonia nodifera* (corn marí), la *Nassarius incrassatus* o el *Conus mediterraneus*, espècies únicament Mediterrànies, i diversos opistobranquis de les espècies *Flabellina affinis*, *Cratena peregrina* o la *Platydoris argo* observades amb una relativa abundància a les dues ZMB.

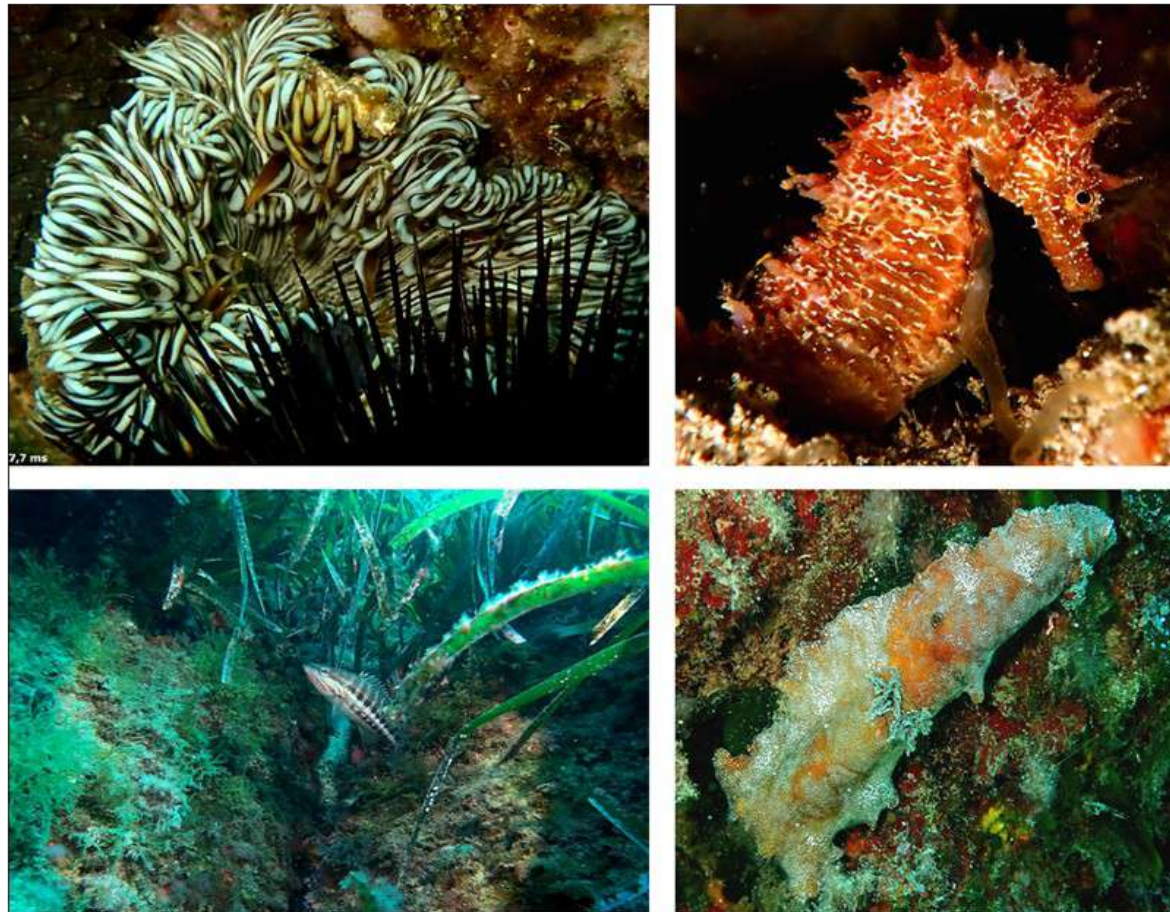


Imatge 9. Dues espècies de nudibrànquis *Flabellina sp* (a baix) i *Cratena peregrina* fotografiats a la ZMB nord i sobre la mateixa colònia de hidrozou del gènere *Eudendrium* del qual s'alimenten.

Entre els crustacis decàpodes més emblemàtics troben juvenils de aranya (*Maja sp*), de *Galathea bolivari* i del cranc ermità *Clibanarius erythropus*.

Els equinoderms més comuns són els eriçons *Sphaerechinus granularis*, *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula* i en aigües més profundes tenim l'eriçó de puntxes llargues de l'espècie *Centrostephanus longispinus*, que en aquests moments tenim un total de 5 exemplars localitzats en aigües de Sant Feliu de Guíxols; dos exemplars a la ZMB nord i tres exemplars a la ZMB sud.

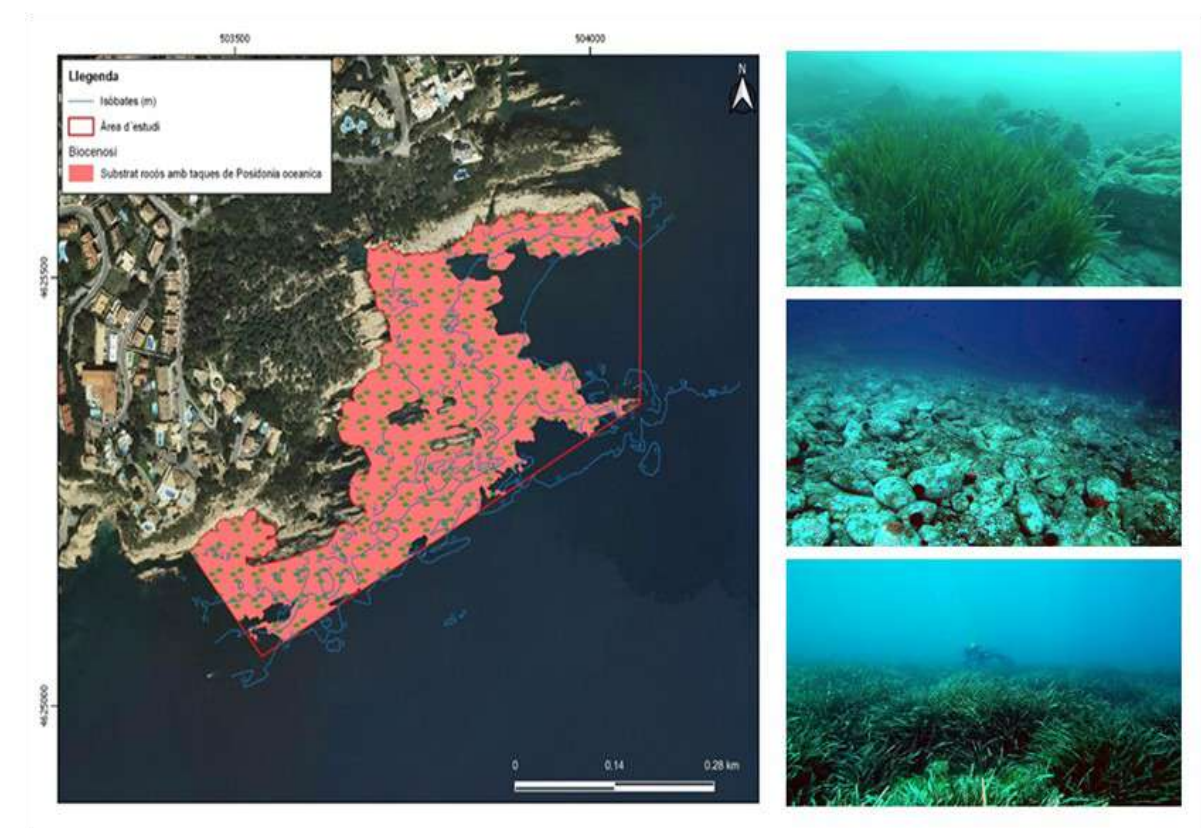
Els estels de mar de les espècies *Echinaster sepositus*, *Marthasterias glacialis* i *Coscinasterias tenuispina* també són presents en aquests indrets de l'infralitoral.



Imatge 10. Imatges de la riquesa biològica del infralitoral de les ZMB. D'esquerra a dreta i de dalt a baix. El cnidari *Cereus pendiculatus*, el signàtit *Hippocampus hippocampus*, fons fotòfil amb *Posidonia oceanica* amb el serrà (*Serranus cabrilla*) i l'opistobranqui *Platydoris argo*.

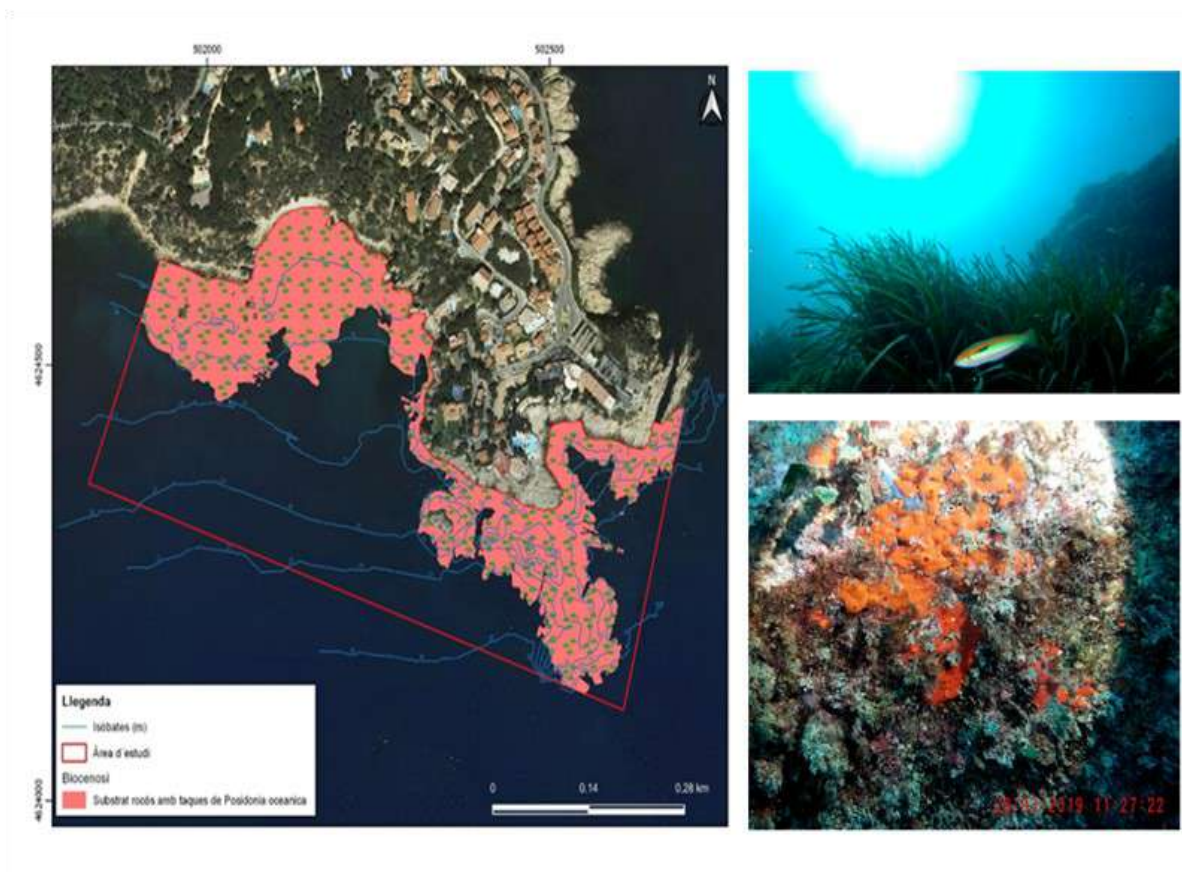
B. Biocenosi d'algues fotòfiles infralitorals. Fons infralitorals rocosos, calms i ben il·luminats, sense algues fucals).

El que caracteritza més aquesta biocenosi es la seva distribució atomitzada en taques aïllades sobre fons de roca, sorra i mates de fanerògama marina de l'espècie *Posidonia oceanica*. A la zona nord, aquesta biocenosi es distribueix entre blocs de roca, còdols i sorra amb una extensió superficial d'aproximadament 0,10 Km² que representa el 71,43% del total de l'àrea d'estudi i es localitza en la part més propera a la costa. La seva cota batimètrica de distribució oscil·la des de la línia de costa fins als 16 metres de profunditat.



Mapa 23. Distribució de la Biocenosi d'algues fotòfiles infralitorals i fotografies obtingudes *in situ* a la part nord de la zona d'estudi (UTM 31N-ETRS89).

A la zona sud aquesta biocenosi presenta una extensió d'aproximadament 0,09 Km² (39,14% del total de l'àrea d'estudi), localitzant-se en la part més propera a la costa. La seva cota batimètrica de distribució oscil·la des de la línia de costa fins als 35 metres de profunditat.



Mapa 24: Distribució de la Biocenosi d'algues fotòfiles infralitorals i fotografies obtingudes *in situ* a la part sud de la zona d'estudi (UTM 31N-ETRS89).

La diversitat d'algues que podem observar en aquesta indrets de substrat rocós superficials exposats al hidrodinamisme i amb il·luminació alta o atenuada són típics els recobriments d'algues vermelles del gènere *Corallina*, una comunitat amb més baixa biodiversitat, si ho comparem amb les comunitats de fucals.

Sobre l'alga dominant que presenta una configuració densa on si fixen altres algues epífites del gènere *Ceramium* s'observen atres algues acompanyants com *Mesophyllum lichenoides*, *Zanardinia prototypus* a la part basal i *Corallina sp.* Entre la fauna cal esmentar varies espècies d'opistobranquis com ara *Aplysia punctata*, l'esponga *Sycon raphanus*, alguns cnidaris com ara *Actinia equina*, així com alguns crustacis com *Cymodoce truncata*, varies espècies de isòpodes i briozous.

En ambients més calms de l'infralitoral de les ZMB trobem la presència d'algues marrons com ara *Halopteris scoparia* i de la feofícia *Cladostephus spongio* substituint a *Cystoseira* en àmplies zones. En altres zones poden dominar algues dictiotals d'aparició estacional, com *Dictyota mediterranea*, *Taonia atomaria*, *Dilophus spiralis* o *Padina pavonica* entre d'altres, que poden ser substituïdes per altres espècies en ambients més oberts, per *Dictyota fasciola* i *Taonia atomaria*, acompanyades de diverses algues vermelles filamentoses. En enclavaments superficials protegits poden dominar les clorofíceas *Dasycladus vermicularis* i *Acetabularia acetabulum* de les que s'alimenta el petit gasteròpode opistobranqui *Elysia timida*. També en zones de blocs rocósos amb aportació de sediments i matèria orgànica és típica la comunitat de les rodofícies *Halopithys sp* i *Alsidium sp*.

Les espècies animals més característiques en totes aquestes comunitats algals d'ambients calms, són els eriçons *Paracentrotus lividus* i *Arbacia lixula*, que pasturen sobre les algues, permetent la instal·lació d'alguns animals sèssils com esponges de les espècies *Ircinia fasciculata* i *Sarcotragus muscarum*, antozous de les espècies *Balanophyllia europea*, *Anemonia sulcata*, *Aiptasia mutabilis* i *Cereus pedunculatus* i alguns briozous i ascidis incrustants, la seva acció de pasturatge pot donar lloc a fons pelats. La ictiofauna és molt diversa, i poden trobar-se en aquests ambients bona part de les espècies comunes del litoral occidental mediterrani nord amb aigües més fredes que la resta com es el cas de la Costa Brava i Sant Feliu de Guíxols.

En la transició d'aquests ambients ben il·luminats, a d'altres amb menor grau d'irradiància, trobem les comunitats d'algues hemiesciàfiles (algues de transició entre zones fotòfiles i esciàfiles, (veure imatge 9). En funció del punt de mostreig i dels factors ambientals, són presents diverses espècies d'algues, com les algues marrons del gènere *Halopteris* i *Dictyopteris*, que substitueixen altres dictiotals en aigües obertes; i algues verdes del gènere *Codium*, quan la il·luminació no és molt intensa. Entre les algues que acompanyen les dominants, són abundants les rodofícies *Neogoniolithon mamillosum*, *Lithophyllum incrustans*, *Haliptilon virgatum*, entre altres, i les feofícies *Taonia atomaria* i *Sphacelaria cirrosa*. Tot i que el substrat està recobert per algues, apareixen ja aquí una destacada representació d'animals sèssils intercalats entre la vegetació.

La fauna d'aquesta comunitat és extraordinàriament diversa i abunden nombroses espècies d'animals sèssils filtradors com ara esponges i cnidaris de les espècies *Aiptasia mutabilis*, *Eudendrium racemosum*, els bivalves *Arca noae* i *Barbatia barbata*, habitualment recoberts de l'esponja vermella *Crambe crambe*, així com diversos briozous i ascidis. En ocasions, el briozou *Pentapora fascialis*, present per les ZMB i les costes de Sant Feliu, pot formar concrecions que arriben a constituir esculls orgànics de gran fragilitat que en zones molt freqüentades per busos i per la pesca en canya les poblacions queden malmeses.

En aquest entramats d'algues i animals sèssils deambulen una multitud de petits animals, principalment poliquets, mol·luscs, crustacis i nemertins. Així mateix, nombroses espècies de peixos troben en aquestes comunitats l'hàbitat idoni on alimentar-se, principalment blèuids, làbrids i espàrids.

En aquests ambients de transició cal destacar-ne les concrecions calcàries de l'alga *Mesophyllum alternans*, formades per làmines superposades amb gran quantitat de buits i galeries que alberguen una gran diversitat d'organismes. Entre les algues epífites trobem *Amphiroa rigida*, *Jania rubens* i *Falkenbergia rufolanosa*. El nombre d'espècies animals és elevat, sobretot a l'interior de les concrecions. Entre elles, es troba l'esponja perforadora *Cliona viridis*; els poliquets *Serpula concharum* i *Ceratonereis costae*; els mol·luscs gasteròpodes *Serpulorbis arenaria* i *Thuridilla hopei*, entre d'altres; els bivalves *Hiatella arctica*, *Irus irus* i *Petricola lithophaga*. Els equinoderms *Arbaciella elegans* i les ofiures *Amphipholis squamata* i *Ophiotrix fragilis*. En els fons rocosos infralitorals protegits de la il·luminació directa (per la seva orientació, inclinació o profunditat), o en determinats ambients ombrívols, encara es desenvolupen en aquests enclavaments algunes comunitats d'algues esciàfiles com les caracteritzades per les clorofícies *Halimeda tuna* i *Flabellia petiolata* o per algunes algues rodofícies, tot i que el component animal comença a ser predominant.

Els enclavaments rocosos de l'infralitoral inferior de les zones menys il·luminades que hem estudiat estan dominats per diverses espècies sèssils d'hidrozoous i pel alcionari *Maasella edwardsii* i el corall madreporari del Mediterrani de l'espècie *Cladocora caespitosa* que utilitzem com a bioindicador de canvi climàtic per els efectes que té sobre els seus pòlips l'increment de la temperatura de l'aigua.

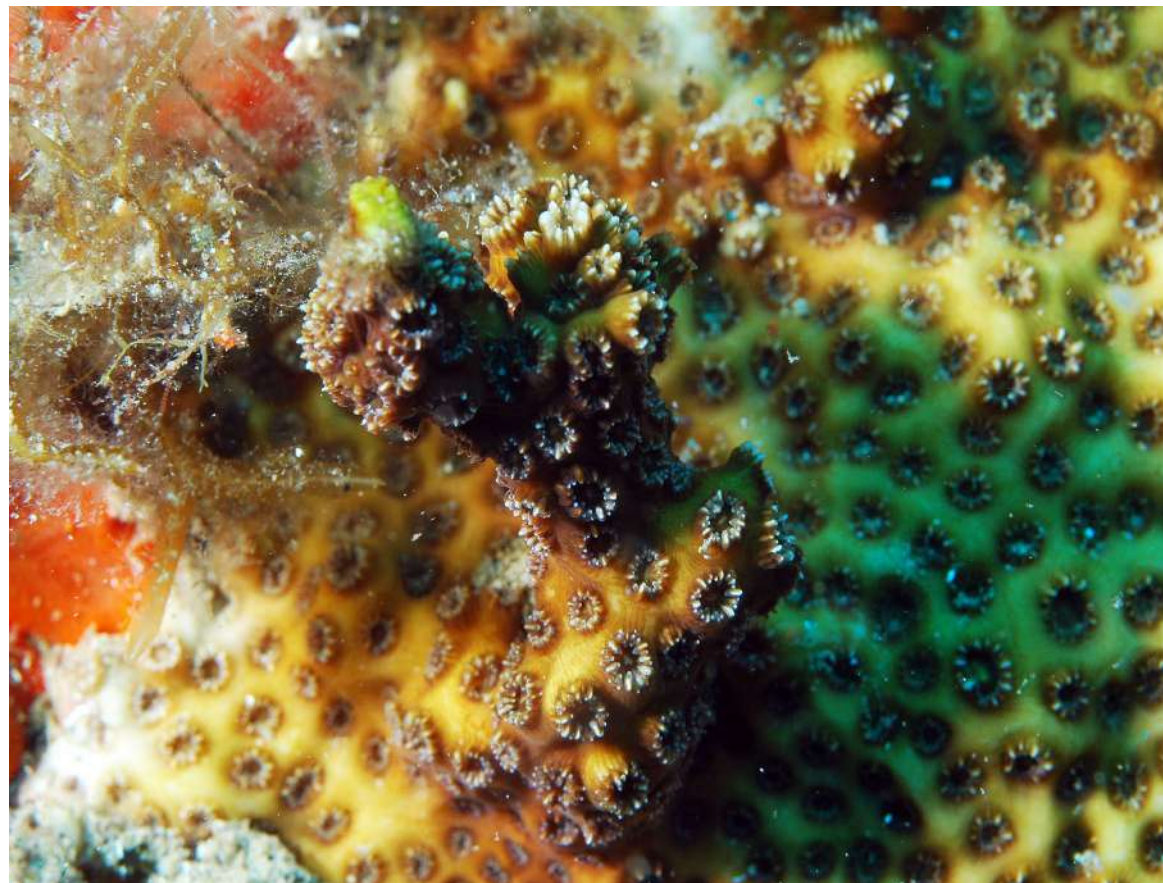


Imatge 11. Corall madreporari de l'espècie *Cladocora caespitosa* amb clars símptomes de blanqueig en la part central de la colònia present a l'escull de Secaïns a la ZMB Nord.

També, en els fons de l'infralitoral inferior trobem, tot i que cada any amb menys densitat de colònies per metre quadrat, la presència de gorgònies de les espècies *Eunicella singularis*, *Eunicella verrucosa* i *Leptogorgia spp.*, també d'ascidis solitaris o colonials *Aplidium sp.* i també diverses espècies de porífers de les espècies *Axinella sp.* i *Petrosia sp.*

En els enclavaments rocosos infralitorals, ombrívols i amb escàs hidrodinamisme, són molt característiques les comunitats dominades per animals sèssils, principalment esponges, briozous, ascidis, cnidaris i poliquets serpúlids. Aquest tipus de comunitats han estat agrupades sota el nom de "precoralígen". La diversitat d'espècies és molt alta en aquests enclavaments i dominen les esponges que les més comuns a les ZMB són *Cliona viridis*, *Crambe crambe*, *Spirastrella cunctatrix*, *Hemimycale columella*, *Ircinia dendroides*, *Clatrina coriacea*, *Hymeniacidon sanguinea* i *Petrosia ficiformis*, entre altres. Entre els cnidaris més comuns de la classe dels hidrozoous trobem al *Halecium sp.*, *Eudendrium sp.*, els Alcionaris de l'espècie *Alcyonum acaule*, actiniaris de les espècies *Alicia mirabilis*, *Anemonia sulcata*, *Aiptasia mutabilis*, zoantaris de les espècies *Parazoanthus axinellae*, algunes gorgònies del gènere *Eunicella*.

També madreporaris, tant solitaris de l'espècie *Caryophyllia inornata* com colonials de l'espècie *Polycyathus muelleriae*. Els briozous més característics en aquest tipus d'enclavaments són *Myriapora truncata*, la *Pentapora fascialis*, i la *Porella cervicornis*, entre d'altres.



Imatge 12. La foto posa de relleu la capacitat de colonització del coral invasor (*Oculina patagonica*) que recobreix totalment una branca del briozou de l'espècie *Myriapora truncata* a la ZMB

Són també característiques d'aquest hàbitat diverses ascidis, ja siguin colonials de l'espècie *Polyclinidae polycitoridae*, o pseudocolonials de la família Clavellinidae com la *Clavellina* sp o solitàries com *Diplosoma* sp., *Microcosmus sabatieri*, *Halocynthia papillosa* o la ascidia negra *Phallusia fumigata* observada en anys anteriors i per ara fora inventari.

En aquests hàbitats més foscos els poliquets són abundants però representats per espècies de mida petita, pertanyents a les famílies dels eunícids i neréids.

Entre a els cucs tubícoles més vistosos trobem el plomall de mar *Sabella spallanzani* i el serpúlid *Serpula vermicularis*, la *Protula* sp. i de la *Filograna implexa*, aquest forma colònies de color blanquinós que formen petites agrupacions molt fràgils.

Entre a els mol·luscs hi ha nombrosos gasteròpodes, com *Haliotis tuberculata*, la cònica *Calliostoma zizyphinum*, la porcellana *Luria lurida* y el rar corn marí de l'espècie *Charonia nodifera*, i també molts opistobranquis dels gèneres *Flabellina*, *Cratena*, *Hypselodoris*, *Dendrodoris*, *Platydorís*, *Peltodorís*, *Chromodoris*, *Berthella*, *Limacia*, o el vermetit *Serpulorbis arenarius*.

Entre les espècies de bivalves trobem les espècies *Arca noae*, *Barbatia barbata*, *Spondylus gaederopus* i *Chlamys varia* i la *Lima lima* observada entre les concrecions biogèniques i també al llit de sorra. Els Crustacis decàpodes també són presents però més difícils d'observar com ara l'esclop *Scyllarides latus*, el Santiaguiño *Scyllarus arctus*, la cranca *Maja squinado* o la llagosta *Palinurus elephas*. Altres crustacis presents a les ZMB tenim el cirrípeda *Balanus perforatus* i a els decàpodes *Pagurus anachoretus*, el cranc hermità *Dardanus calidus* i el petit cranc *Eurynome spinosa*.



Imatge 13. Exemplar de llagosta (*Palinurus elephas*) ubicada en una petit cau del precolari-gen en un escull de la ZMB Nord.



Imatge 14. Zona de transició entrant a la comunitat biològica típica del infralitoral inferior (precoral·ligen) amb la presència d'espècies esciàfiles amb predominança d'animals sèssils filtradors.

Els equinoderms presents més comuns són les estrelles *Coscinasterias tenuispina*, *Marthasterias glacialis* i la rara *Ophidiaster ophidianus* observada a cala Vigatà. També trobem algunes ofiüres de les espècies *Ophiotrix fragilis*, *Ophioderma longicaudum* i holotúries de les espècies *Holothuria sanctori* i *Holothuria forskali*.

Els peixos són molt nombrosos en aquesta comunitat, encara que la majoria d'ells són comuns en tots els hàbitats rocosos infralitorals; els més característics d'aquests enclavaments ombrívols són els del gènere *Triptyerion*. En època de reproducció els mascles territorials adquireixen un color diferent del gris normal agafant un color més agressiu, la cara es torna negra i el cos agafa un groc llampant. Les femelles i els juvenils són poc territorials i tenen un color marró grisós amb cinc bandes dorso-ventrals fosques i amples entre el cap i la cua, més críptics amb color. Fora de la temporada de reproducció els mascles i les femelles només es poden distingir amb certesa per dissecció.

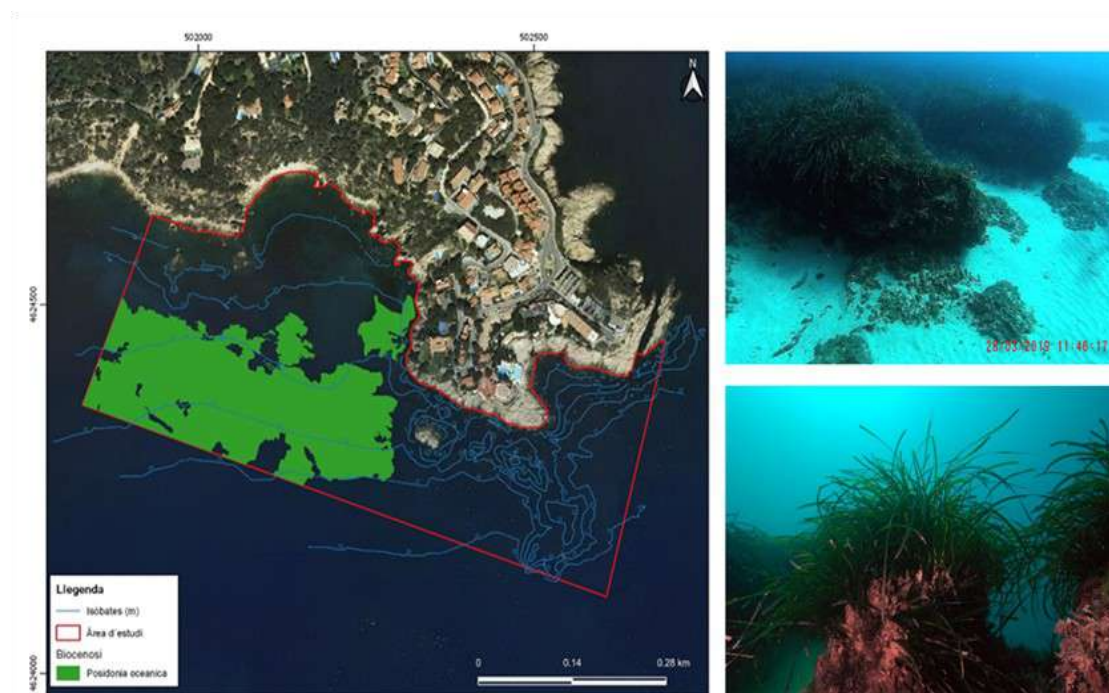


Imatge 15. D'esquerra a dreta i de dalt a baix. Mascle de *Trypterion* en època de reproducció, hàbitat fotòfil sobre fons dur a la ZMB sud. Exemplar de corn marí (*Charonia nodifera*) a 31 m. de profunditat. Eriçó de punxes llargues (*Centrostephanus longispinus*) als baixos de port Salvi.

C. Biocenosi de praderies de *Posidonia oceanica*. Sobre fons de sorra i grans esculls, en zones calmes i ben il·luminades.

Aquesta biocenosi presenta una extensió d'aproximadament 0,07 Km² (30,43% del total de l'àrea d'estudi). Les praderies de posidònia presents a la zona d'estudi son monoespecífiques i contínues. Aquesta biocenosi pròpiament estructurada s'han localitzat com a tal a la sud de la zona prospectada, i a la part nord tot i que hi es present està més fragmentada i es menys important en quan a extensió, tot i que el seu nivell de qualitat ecològica es més alta (Silmar, 2018, Giraud, 1977).

La praderia es desenvolupa pricipalment sobre substrat sorrenc, on l'hi-drodinamisme és menor, encara que com ja s'ha comentat, a la zona nord el creixement de la planta es també sobre substrat rocós en aigües més someres i sotmeses a un hidrodinamisme intens. El rang batimètric de distribució d'aquesta biocenosi es localitza entre la cota batimètrica dels 9 metres fins als 27 metres de profunditat aproximadament.



Mapa 25: Distribució de la *Posidonia oceanica* i fotografies obtinguda *in situ* a la part sud-oest de la ZMB sud.

Aquesta planta marina és la més gran de lles fanerògames marines de les nostres costes i crea vertaderes praderies denses i extenses. Presenta gruixuts rizomes llenyosos a la base i les seves fulles, que poden superar el metre de longitud, creixen des de les parts terminals del rizomes agrupant-se amb feixos de 2, 4 o 6 fulles. Les praderies de posidònia solen viure amb aigües netes i de qualitat, on les condicions ambientals varien poc, per tant es pot considerar un organisme indicador d'aigües netes, ben oxigenades i, en certa manera exemptes de contaminació. És sensible a la eutrofització, a la major part dels contaminants i tampoc tolera nivell alts de sedimentació. Les praderies de *Posidonia oceanica* constitueixen un dels ecosistemes marins més complexos i importants de la costa feliuena.

Amb la seva aparent homogeneïtat pot semblar que és un hàbitat pobre de vida, però en realitat es tracta d'un ecosistema extraordinàriament complex, dins el qual podem trobar micro-hàbitats molt diversos, així com diferents grups faunístics i florístics. A les praderies de posidònia hi ha 2 grans hàbitats o estrats: el foliar i l'entramat de rizomes, amb característiques molt diferents. L'estrat foliar constitueix un hàbitat efímer i relativament inestable (les fulles es van renovant contínuament), a més està sotmès a un continu moviment per l'hidrodinamisme i a l'acció de l'esporgada d'algunes espècies, com les salpes (*Sarpa salpa*) o l'eriçó *Paracentrotus lividus*. Sobre aquest estrat s'instal·la comunitats fotòfila de diferents organismes. L'estrat dels rizomes és més estable i presenta una major complexitat, podent arribar a un gruix considerable i albergar un gran nombre de nínxols ecològics. D'altra banda, les praderies de *Posidonia oceanica* poden instal·lar-se, com s'ha dit, tant sobre substrats sorrencs com rocósos, la qual cosa influirà notablement en el poblament dels rizomes.

En el cas de praderies de la ZMB sud que estan instal·lades sobre fons de sorra, els rizomes estan en la seva major part enterrats i el poblament animal que els ocupa correspon en gran mesura a espècies característiques dels substrats sedimentaris. Les praderies de la ZMB nord situades, sobre tot, sobre substrats rocósos, els rizomes estan més lliures de sediments i deixen molts racons, que són poblats per espècies característiques de substrats durs.



Imatge 16. Mata de posidònia sobre fons de roca a la ZMB Sud on s'aprecia la diversitat algal fotòfila i/o més esciàfila associada a aquesta biocenosi.

A més de les comunitats associades a fulles i rizomes es pot apreciar una tercera comunitat d'espècies nedadores que es desplacen per la praderia a la recerca de refugi o aliment. Aquesta comunitat està composta principalment per peixos, però també per diversos crustacis, com petits misidacis (*Leptomysis posidoniae*, *Sirietta clausii*, *Mysidiopsis gibbosa*, *Anchialina agilis*), o per alguns cefalòpodes, com les sípies (*Sepia officinalis*).

Les praderies analitzades ocupen un ampli rang batimètric de 7 a quasi els 30 m. de profunditat, això implica que hi ha un gradient en diversos aspectes biòtic i abiòtics com hidrodinamisme, la llum i la temperatura i, al seu torn, una variabilitat florística i faunística dins de les praderies en funció de la profunditat que anirem estudiant al llarg del temps i que gracies a la cartografia bionòmica podrem anar compilant amb l'ús del SIG.

Tot l'anterior ens dóna una idea de l'enorme complexitat de les comunitats animals i vegetals que habiten aquesta biocenosi i de la elevada biodiversitat que integren. Cal esmentar que la bibliografia sobre biodiversitat a les praderies de posidònia s'han identificat més de 900 espècies que viuen de forma habitual en les mateixes, i moltes altres que poden trobar-se de forma ocasional. Assenyalar, també que aquestes praderies generen altres hàbitats molt particulars a seus voltants, com són les acumulacions de fulles mortes, les clarianes o els denominats "canals intermata", ocupats generalment per sorres relativament gruixudes amb una important quantitat de detritus orgànics, son hàbitats generats per les praderies que també alberguen una fauna molt característica (Imatge 18).



Imatge 17. Mates de posidònia sobre fons de sorra a la ZMB Sud on s'aprecia la creació de canals sorrencs on hi viu una particular fauna associada.

Les espècies lligades a les fulles són les que millor caracteritzen la comunitat posidonícola per la singularitat d'aquest mitjà, mentre que en els rizomes conviuen espècies pròpies de molt diversos hàbitats costaners. Els fulls suposen una enorme superfície a colonitzar pels organismes epibionts, o per la qual desplaçar-se els animals mòbils a la recerca del seu aliment.

Entre els organismes que viuen fixos a la superfície de les fulles es troben principalment algues, cnidaris, poliquets, briozous i foraminífers. Entre les algues destaquen petites coralinàcees (*Pneophyllum fragile*, *Hydrolithon farinosum*, *Titanoderma Litoralis*) i la feofíceea *Myrionema orbiculare*. Sobre les fulles més velles acaben instal·lant-se algues filamentoses.

Entre les espècies que tendeixen a colonitzar la superfície de les fulles destaquen també espècies de briozous com *Fenestrulina joannae*, *Chorizopora brongniartii*, *Lichenopora radiata*, *Disporella hispida* i *Electra posidoniae* i hidroids (*Sertularia perpusilla*, *Plumularia obliqua*, *Aglaophenia Harpago*, *Clytia hemisphaerica*, *Antenella secundària* i *Campanularia assymetrica*). Cal no oblidar la presència ocasional d'algunes ascidis sobre les fulles com *Botryllus schlosseri*, *Pseudodistoma crucigaster*, *Didemnum spp.*, principalment i esponges, com *Phorbas tenacior*, aquestes últimes en les seves zones més basals.

La fauna mòbil lligada a l'estrat foliar de les praderies està formada majoritàriament per espècies de mida petita que s'alimenten del recobriment dels organismes epibionts de les fulles. Els grups predominants són crustacis, sobretot amfípodes, decàpodes i isòpodes, mol·luscs gasteròpodes i, en menor mesura, poliquets, nematodes, turbel·laris i equinoderms.

Entre les espècies més característiques es troben algunes gambetes de les espècies *Hippolyte inermis*, *Thorulus cranchii* i petits pagúrids (*Cestopagurus timidus* i *Calcinus tubularis*). També el isòpode *Idotea hectic* és una de les espècies més típiques sobre les fulles. Dins dels mol·luscs de l'estrat foliar predominen els gasteròpodes de les famílies Rissoidae (*Rissoa auriscalpium*, *R. variabilis*, *R. ventricosa* i *R. violacea*), Trochidae (*Jujubinus exasperatus*, *J. striatus*, *Gibbula umbilicaris* i *Gibbula ardens*) i Turbinidae (*Tricolia pullus* i *T. speciosa*).

Algunes espècies de opistobranquis estan molt adaptades a la vida sobre les fulles, com *Petalifera petalifera* o *Limenandra nodosa*. Entre els equinoderms, l'única espècie que pot considerar estrictament lligada a les fulles és la petita estrella *Asterina pancerii*, si bé alguns eriçons com *Paracentrotus lividus* i *Psammechinus microtuberculatus* són també molt freqüents.

Entre els peixos, l'espècie més adaptada a la vida sobre les fulles d'aquesta fanerògama és el petit gobi anomenat peix ventosa de l'espècie *Opeatogenys gracilis*. Les espècies de peixos nedadors millor representats en les praderies pertanyen principalment als làbrids, hi son molt freqüents el *Symphodus rostratus*, *S. cinereus*, *S. mediterraneus*, *S. Tinca* i el *Labrus viridis*, dels espàrids principalment hem trobar *Diplodus annularis* i *Sarpa salpa* i dels singnàtids el serpetó *Syngnathus thysle* i el cavallet de mar *Hippocampus hippocampus*.

En l'entramat dels rizomes les espècies presents són molt diverses i variades, en funció de les característiques de la praderia i en el cas de la ZMB sud que son someres i principalment sobre sorra estan presents espècies pròpies de bona part dels hàbitats infralitorals de la Mediterrània occidental i típics de la Costa Brava. Una de les espècies més notòries i característiques d'aquestes praderies, es la nacra *Pinna nobilis*, que està en una greu situació de supervivència a causa de la pandèmia causada pel protozoou *Haplosporidium pinnae* que ha afectat a la totalitat de les poblacions existents en aquesta zona marina on hi havien censats l'any 2017 més de mig centenar d'exemplars.



Imatge 18.

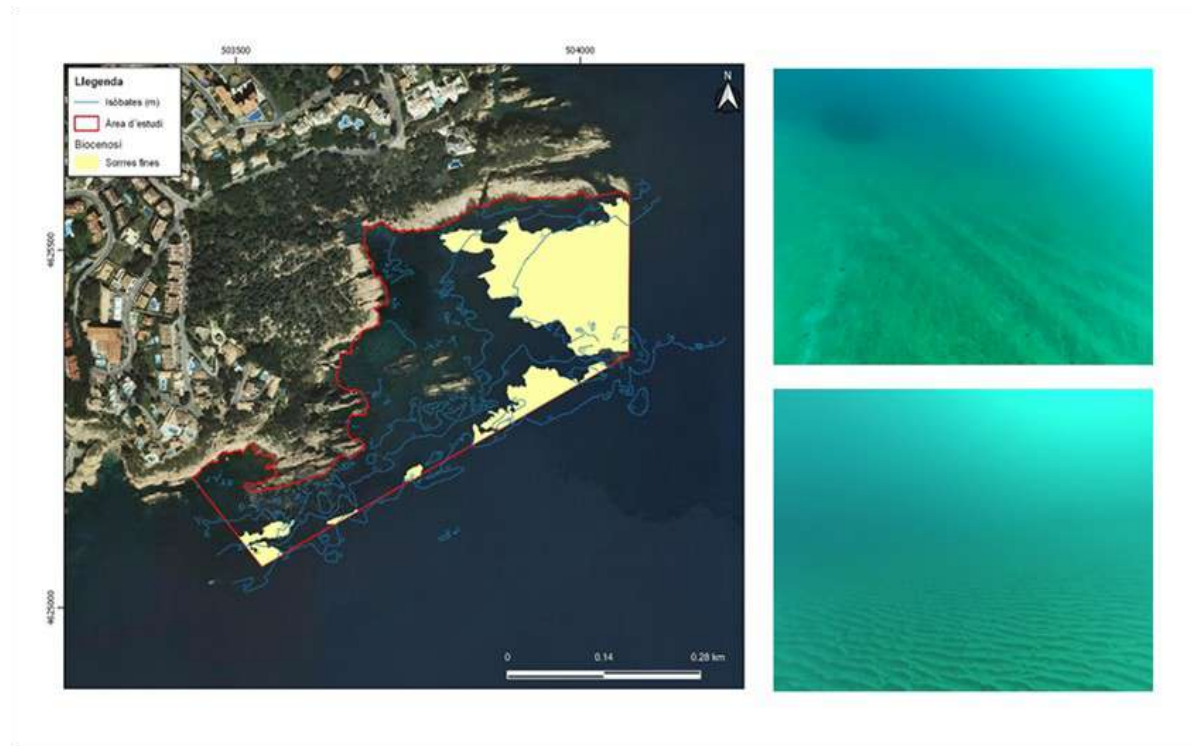
Exemplar de *Pinna nobilis* de 60 cm., representant per excel·lència del la biodiversitat dels alguers de posidònia.

Aquest espectacular exemplar vivia al fons sorrenc en mig de l'alguer en ZMB a la zona dels esculls de Rocacorba a 15 metres de fundària. Treballs de seguiment realitzats pel Joan Làzaro en el marc del projecte Silmar.

La imatge es va realitzar el 28 de desembre de 2014 abans de la pandèmia mortal produïda pel protozoou *Haplosporidium pinnae* que ha afectat a totes les poblacions de nacres de la Mediterrània occidental.

D. Biocenosi de les sorres fines. Sorres fines ben calibrades, infralitorals.

Aquesta biocenosi es caracteritza per la presència de sorres fines i homogènies d'origen terrigen poc enfangades. A la part nord aquesta biocenosi ocupa una superfície en l'àrea d'estudi de 0,04 Km² i representa el 28,57% del total de l'àrea d'estudi. Es localitza des dels 9 metres de profunditat fins a una cota aproximada de - 25 metres dins l'àrea de les ZMB.



Mapa 19: Distribució de la *Biocenosi de les Sorres Fines Ben Calibrades* i fotografies obtingudes "in situ" a la ZMB Nord (UTM 31N-ETRS89).

Les biocenosis de sorres superficials ben calibrades l'onatge deixa de tenir un efecte directe i apareixen unes arenes bastant homogènies d'origen terrigen poc enfangades que a la Mediterrània occidental, són les denominades "sorres fines ben calibrades" i ocupen grans extensions a un rang de profunditat de entre els 5 i els 30 m.

A la part sud aquesta biocenosi ocupa una superfície en l'àrea d'estudi de 0,07 Km² i representa el 30,43% del total de l'àrea d'estudi. Es localitza des dels 9 metres fins a una profunditat aproximada de - 35 metres.

La fauna d'aquest tipus de fons està constituïda majoritàriament per mol·luscs, crustacis, equinoderms i peixos, amb absència d'algues i escassetat d'organismes suspensívors.



Mapa 20: Distribució de la biocenosi de les sorres fines ben calibrades i fotografia obtinguda in situ a la ZMB sud de la zona d'estudi (UTM 31N-ETRS89).

Entre els mol·luscs dominen diverses espècies de bivalves *Chamelea gallina*, *Venerupis decussata*, *Donacilla còrnia* (en regressió), *Ensis ensis*, *Solen marginatus*, *Callista chione*, *Spisula subtrucata*, *Dosinia Lupinus*, *tellerina incarnata* i gasteròpodes de les famílies Nassariidae (*Nassarius reticulatus*, *N. mutabilis*) i Naticidae (*Euspira catena*); entre els poliquets es poden esmentar a *Nephtys hombergii*, *Onuphis eremita*, *Ophelia bicornis* i *Scoloplos armíger*, i entre els crustacis són freqüents els decàpodes *Philocheras monacanthus*, *Diogenes pugilator*, *Crangon Crangon* (quisquilla de sorra) i el *Macropipus barbatus*. També hi són presents alguns isòpodes (*Eurydice polida*) i amfípodes (*Haustorius arena-rius* i *Bathyporeia spp.*). Entre els equinoderms dominen les estrelles del gènere *Astropecten* i l'eriçó pelut de la sorra en forma de cor de l'espècie *Echinocardium cordatum*. Els peixos més freqüents són els especialment plans, com el llenguado *Solea sp*, *Scophthalmus rhombus* o el *Bothus podes*, i altres com el raor (*Xyrichtys novacula*), el peix rata (*Uranoscopus scaber*), les aranyes de mar (*Trachinus draco*, *Echiichthys vipera*), els torpedes (*Torpedo marmorata*), l'es-cursana (*Dasyatis pastinaca*) o l'àguila marina (*Myliobatis aquila*). De la família Triglidae, tenim un bon representant a les zones estudiades, la gallineta (*Trigloporus lastoviza*) i també al peix roncador o xoriguer (*Cephalacanthus volitans*) entre els més importants i freqüents.

9. Conclusions i pla d'acció.

La valoració final que fem d'aquest treball des d'un punt de vista tècnic és d'un assoliment notable de l'objectiu principal de l'estudi que era obtenir una cartografia bionòmica digital acurada dels ecosistemes i hàbitats presents a les Zones Marines pel Bioconeixement de Sant Feliu de Guíxols.

Aquesta fita ens permet també assolir els 2 objectius operacionals plantejats en el marc d'aquesta iniciativa que busquen d'una forma progressiva, la evolució i la consolidació de les activitats de conservació de les ZMB i que son, primer, la creació del Sistema de Informació Geogràfic (SIG) per gestionar de manera eficient la informació adquirida en els treballs de seguiment i control de l'evolució de la qualitat ecològica dels hàbitats i les espècies marines presents i, segon, la utilització del SIG per a la creació de continguts atractius per informar i educar a la societat.

En general, tot i que les condicions del mar no han estat molt favorables quan hem programat les sortides de mar, el treball en general s'ha desenvolupat al seu ritme, integrant la informació de l'escanejat digital del fons marins amb la informació obtinguda en els múltiples seguiments derivats dels projecte Silmar, de les aportacions dels voluntaris com ara el Sr. Joan Làzaro i de les activitats de immersió que s'han anat fent per cobrir les necessitats de l'estudi en les 70 ha. marines prospectades.

La cartografia bionòmica obtinguda ens permet ubicar de forma espacial la informació biològica, ecològica i mediambiental de valor i alhora ordenar-la digitalment per accedir a tota la informació de qualitat que és imprescindible per una gestió eficient de les zones litorals des de l'acció local. Alhora, serem conseqüents donant compliment a l'acord de Custòdia Marina signat al 2016 el qual obra un nou horitzó en els models de conservació activa del mar litoral amb la participació directe de la societat i dels agents vinculats a l'ús i gestió del medi marí.

L'intens treball elaborat en les ZMB de Sant Feliu de Guíxols també ens ha permès millorar el coneixement biològic d'aquest patrimoni i tenir una visió general més acurada de l'estat ecològic dels fons marins avaluats i dels riscos que l'atansen. Una tasca que ja es fa de forma periòdica en el marc dels seguiments anual de les 2 estacions Silmar i que ens permeten afirmar que en general les 4 biocenosis més representatives d'aquests àrees marines gaudeixen encara de un bon estat de conservació encara que degut a les diferents i creixents pressions antropogèniques son espais cada vegada més vulnerables.

En aquest context presentem també les següents conclusions:

1. La qualitat ecològica de les dues ZMB és en general i respecte a altres indrets de la Costa Brava bona i encara presenta unes condicions ambientals favorables per mantenir la seva capacitat de resiliència ecològica i seguir conservant els seus actius i valors naturals.
2. Per mantenir aquests nivells de qualitat ecològica del medi marí es imprescindible que els impactes antropogènics a escala local i regional es mantinguin dins dels límits òptims i amb tendència a la baixa. En aquest context les pertorbacions ambientals que es manifesten a gran escala com ara l'escalfament global, la contaminació en general, la presència d'espècies foranies invasores, o la sobre pesca, son per la seva magnitud molt adversos i poden afectar negativament a la qualitat d'aquests fràgils ecosistemes, tornant-los més vulnerables amb efectes irreversibles en els hàbitats més importants i en les espècies més sensibles que hi viuen (cas de l'espècie *Pinna nobilis*, *Cladocora caespitosa* i entre d'altres la *Eunice-lla singularis*).
3. Amb el sistema de classificació de referència determinat per la "Lista Patrón" (*Resolución de 22 de marzo de 2013, de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, por la que se establecen los dos primeros elementos del Inventario Español de Hábitats Marinos (IEHM): la lista patrón de los tipos de hábitats marinos presentes en España y su clasificación jerárquica (Templado et al., 2012)*) hem determinat un total de 4 biocenosis principals que caracteritzen de manera genèrica les comunitats biològiques presents a les ZMB i son:

A. Biocenosi d'algues fotòfies infralitorals (030102101) Fons infralitorals rocosos, calms i ben il·luminats, amb algues fucals)

B. Biocenosi d'algues fotòfiles infralitorals (03010307 Fons infralitorals rocosos, calms i ben il·luminats, sense algues fucals) amb taques aïllades de *Posidonia oceanica*.

C. Praderies de *Posidonia oceanica*. (030512 Grans extensions de praderies de *Posidonia oceanica*).

D. Biocenosi de les Sorres Fines (03040220 Sorres fines ben calibrades, infralitorals).

4. Integrades en aquestes 4 biocenosis principals trobem hàbitats i espècies protegides o d'interès de conservació, destacant l'elevada presència de *Posidonia oceanica* en les dues ZMB i la presència de la comunitat de fucals on al infralitoral hi viuen espècies protegides per diferents acords internacionals i Directives Europees incloses també en el "Listado Nacional de especies amenazadas" que, en la seva darrera actualització al 2016, integren 10 espècies presents a les ZMB incloent a la *Pinna nobilis* que en la propera actualització tindrà el grau d'espècie en perill d'extinció.
5. Altres dades interessants que ens serveixen per conèixer l'estructura bionòmica de les zones estudiades i el seu percentatge de recobriment son:
 - *Les zones d'estudi presenten uns fons marins molt heterogenis des d'un punt de vista orogràfic i batimètric amb profunditats que oscil·len entre els -9 metres i -27 metres a la part Nord i entre els -10 metres i -39 metres en la part sud.*
 - *Amb el sonar d'escombratge lateral s'han prospectat una superfície total de 71,15 hectàrees marines que han permès identificar 4 hàbitats principals a la zona d'estudi:*
 - ♦ Biocenosi de *Posidonia oceanica* a la ZMB sud amb un recobriment del 30,43 % de la zona prospectada i una superfície de cobertura aproximada de 7 ha.
 - ♦ Biocenosi d'algues fotòfiles sense fucals a la ZMB nord amb recobriment del 71,43 % de la zona prospectada i una superfície de cobertura aproximada de 10 ha.
 - ♦ Biocenosi d'algues fotòfiles sense fucals a la ZMB sud amb un recobriment del 39,14 % i una superfície de cobertura aproximada de 9 ha.
 - ♦ Biocenosi d'algues fotòfiles amb fucals – Dades pendents de càlcul (Silmar.doc 2019)
6. Aquest treball de caracterització física i bionòmica del fons marí de les ZMB del litoral de Sant Feliu de Guíxols ens dona una base científica i tècnica important davant la societat i de l'administració pública amb competències en gestió i conservació de la biodiversitat marina i, alhora, ens posa en línia en l'acompliment de Directives europees, lleis i normatives transposades escala nacional i autonòmica, així com també en el compliment dels convenis internacionals vinculants (Conveni de Barcelona, 1976, MAP-UNEP, etc.) que s'han establert amb esforç per assolir una gestió eficaç i una conservació perdurable del patrimoni marí actuant localment però pensant globalment en la realitat medi ambiental de la Mediterrània.
7. Es important incidir que el coneixement social i mediàtic de la bionòmia dels hàbitats i de la distribució espacial de les espècies bioindicadores ens dona una gran oportunitat per posar en valor aquest patrimoni natural que, en el marc del projecte Silmar entre d'altres iniciatives, ens permetrà treballar per la seva conservació d'una forma dinàmica i apropant a la societat per la seva implicació en la conservació activa i permanent.
8. La cartografia bionòmica en format SIG ha de ser una eina útil pels tècnics municipals per assolir una gestió eficaç per valorar els canvis que experimenta el patrimoni marí i prendre les decisions més adequades en cada moment en el marc d'un gestió adaptativa local eficient. També, ha de servir per informar i sensibilitzar als responsables polítics perquè prenguin les decisions més adequades per fer la gestió més eficaç i responsable del medi marí a escala local i regional.
9. Tenir coneixement de l'estat ecològic i de la ubicació dels ecosistemes d'alt interès ecològic permet fer plans d'usos del medi marí adequats integrant criteris de gestió adaptativa òptims i sostenibles que puguin garantir de manera perdurable la conservació d'aquest hàbitats i ecosistemes en el futur.

10. Bibliografia

- ♦ Agència Catalana de l'Aigua (2013). Protocol d'avaluació de l'estat ecològic i químic de les aigües costaneres. 181 pp.
- ♦ Boudouresque et al., 2009 C.F. Boudouresque, G. Bernard, G. Pergent, A. Shili, M. Verlaque. Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review . *Botanica Marina*, 52 (2009), pp. 395–418.
- ♦ Calderón Lamotte, H. (2002). Un nuevo enfoque en el análisis y empleo de la información batimétrica aplicada a la cartografía marina. III Congreso Geomática.
- ♦ Cancemi et al., 2003 - G. Cancemi, G. De Falco, G. Pergent Effects of organic matter input from a fish farming facility on a *Posidonia oceanica* meadow Estuarine, Coastal and Shelf Science, 56 (5–6) (2003), pp. 961–968.
- ♦ Codina et al., 2009 - A. Codina, M. Montero, S. Jiménez, J. Martínez, J. Guillén, G. Soler. Red de control de las praderas de *Posidonia oceanica* en la Comunidad Valenciana .*Posidonia oceanica*: Redes de seguimiento y estado de conservación en el Mediterráneo español, Diputación Provincial de Alicante, Alicante (2009), pp. 50–69.
- ♦ Del Pilar Ruso et al., 2010 - Del Pilar Ruso, J.A. de la Ossa Carretero, F. Giménez Casaldueiro, J.L. Sánchez Lizaso. Sewage treatment level and flow rates affect polychaete assemblages *Marine Pollution Bulletin*, 60 (2010), pp.
- ♦ Delgado et al., 1997 - O. Delgado, A. Grau, S. Pou, F. Riera, C. Massuti, M. Zabala, E. Ballesteros. Seagrass regression caused by fish cultures in Fornells Bay (Menorca, Western Mediterranean) *Oceanologica Acta*, 20 (3) (1997), pp. 557–563.
- ♦ Delgado et al., 1999 -O. Delgado, J.M. Ruíz, M. Perez, J. Romero, E. Ballesteros. Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation *Oceanologica Acta*, 22 (1999), pp. 109–117.
- ♦ Dimech et al., 2000 - M. Dimech, J.A. Borg, P.J. Schembri -Structural changes in a *Posidonia oceanica* meadow exposed to a pollution gradient from a fish-farm in Malta (Central Mediterranean) *Biologia Marina Mediterranea*, 7 (2) (2000), pp. 361–364.
- ♦ Fairweather, 1991 - P.G. Fairweather. Statistical power and design requirements for environmental monitoring *Australian Journal of Marine & Freshwater Research*, 42 (1991), pp. 555–567. CrossRef | View Record in Scopus | Citing articles (221).
- ♦ Fernández Torquemada and Sánchez Lizaso, 2005.
- ♦ Fernández Torquemada, J.L. Sánchez Lizaso. Effects of salinity on leaf growth and survival of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 320 (2005), pp. 57–63.
- ♦ Fernández Torquemada et al., 2005. Y. Fernández Torquemada, J.M. González Correa, J.E. Martínez, J.L. Sánchez Lizaso Evaluation of the effects produced by the construction and expansion of marinas on *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows *Journal of Coastal Research*, SI, 49 (2005), pp. 94–99.
- ♦ Francour et al., 1999 - P. Francour, A. Ganteaume, M. Poulain. Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean) *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 9 (1999), pp. 391–400. CrossRef | View Record in Scopus | Citing articles (87).
- ♦ García Charton et al., 1993 - J.A. García Charton, J.T. Bayle, J.L. Sánchez Lizaso, P. Chiesa, F. Llauroadó, C. Pérez, H. Djian .Respuesta de la pradera de *Posidonia oceanica* y su ictiofauna asociada al anclaje de embarcaciones en el parque Nacional de Port-Cros Francia. *Publ. Espec.*, 11, Inst. Esp. Oceanogr. (1993), pp. 423–430.
- ♦ Jens Borum, Carlos M. Duarte, Tina M. Greve, Dorte Krause-Jensen - M&MS Project, 2004. *European Seagrasses: An Introduction to Monitoring and Management*.
- ♦ Jorda et al., 2012 - G. Jorda, N. Marbà, C. Duarte. Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming *Nature Climate Change*, 2 (2012), pp. 821–824.
- ♦ Lorenzo, R. (2006). Informe sobre asamblea general de la sociedad espanyola de Cartografia, Fotogrametria y Teledetecció.
- ♦ Manual dels hàbitats de Catalunya 2008 i Manual dels hàbitats litorals de Catalunya - 2014.
- ♦ Manzanera et al., 1998 - M. Manzanera, M. Pérez, J. Romero. Seagrass mortality due to oversedimentation: an experimental approach. *Journal of Coastal Conservation*, 4 (1998), pp. 67–70.
- ♦ Marbà, 2009 - N. Marbà. Loss of seagrass meadows from the Spanish Coast: results of the Praderas project. C.M. Duarte (Ed.), *Global Loss of Coastal Habitats, Rates Causes and Consequences*, Fundación BBVA, Madrid (2009), pp. 61–90.
- ♦ PNUE-PAM-CAR/ASP, 2007. Manuel d'interprétation des types d'habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d'intérêt pour la Conservation. Pergent G., Bellan-Santini G., Bitar G., Harmelin J.G., eds., CAR/ASP publ., Tunis : 199pp

- ♦ Pérès, 1984 - J. Pérès. La regresion des herbiers à Posidonia oceànica.C.F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac, J. Olivier (Eds.), International Workshop on Posidonia oceanica Beds, GIS Posidonie, Marseille (1984), pp. 445–454.
- ♦ Sánchez Lizaso, 2009 - J.L. Sánchez Lizaso. La importancia de las redes de seguimiento de las praderas de Posidonia oceanica. Posidonia oceanica: Redes de seguimiento y estado de conservación en el Mediterráneo español, Diputación Provincial de Alicante, Alicante (2009), pp. 20–25.
- ♦ Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, A., Serrano, A., Martín, L. y Brito, A. (2012). Guía Interpretativa: Inventario Español de Hábitats Marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- ♦ Ventura, M. et al. 2006. Projecte MARIAGE. Girona litoral – Medi ambient i societat. Fundació Mar. Ed. Presgraph.

- Cartografia de referència:

- Base de dades cartogràfica de d'Institut Cartogràfic de Catalunya - ICC.
- Base de dades cartogràfica del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya. Sistema de Informació Geogràfica (SIG) amb Batimetria, fons topogràfic i línia de costa.
- Cartes nàutiques de l' INSTITUT HIDROGRÀFIC DE LA MARINA
- Cartes Nàutiques – Navionics - 2018

- Altre informació de referència:

- Informes Silmar.doc període 2010 – 2018 i Informe Global Simar – Costa Catalana - 2016.
- Projecte Silmar – Xarxa de seguiment ibèric del litoral marí de la Fundació Mar.

Fundació Mar - Sant Feliu de Guíxols, Agost de 2019

