

A diver in a red shirt and black wetsuit is shown underwater, holding a large bag filled with mussels. The diver is wearing a pink and blue snorkel mask. The background is a clear, blue-green underwater environment. A chain is visible on the right side of the frame.

# OASIS DEL MAR

Pseudònim: Blau



## **Abstract**

This project talks about the sea floor near the coast line of Tarragona and part of its biological diversity.

It also explains a bit of how humans are little by little destroying all the biodiversity and communities of the sea bed that, us ocean lovers desperately are trying to recover by doing plastic cleanings and creating biodegradable biotopes.

In order to help solving part of that problem, I researched how could I do some biotopes which could help such big problem, I will explain then, the way I and my mates made them and continued doing them as a part of sea bottom recovery, in order to be able to see much more diversity while diving around our beloved shores.

## **Resumen**

Este proyecto habla sobre el fondo marino próximo al litoral de la costa tarragonense y parte de su diversidad biológica. También explica como poco a poco, los humanos estamos destruyendo el poco fondo marino que nos queda junto a su biodiversidad y comunidades, que nosotros los amantes del océano estamos tan desesperadamente tratando de recuperar con acciones como limpiezas de plástico o creando biotopos biodegradables.

Para ayudar a resolver parte de este problema, busqué algo de información sobre como hacer algunos biotopos, estos podrían ayudar a resolver el problema tan grande al que, nos estamos enfrentando hoy en día.

La práctica de este proyecto es un reflejo sobre como mis compañeros y yo creamos y continuamos haciendo hasta la fecha, biotopos marinos que ayudan a la recuperación de fauna y flora que en un futuro no muy lejano, ayudarán a la biodiversidad que encontrarás mientras buceas o hagas cualquier actividad que tenga que ver con el mar.

## ÍNDEX

1. Introducció .....	6
2. L'ecosistema i l'ecosistema marí .....	8
- Definició .....	8
- Biòtops, que són i quins factors hi influeixen .....	8
• salinitat .....	9
• temperatura .....	10
• llum .....	10
• pH .....	11
• pressió .....	12
3. Litoral tarragoní, la platja de la pineda.....	14
- Fauna i flora a la mar mediterrània .....	14
○ Sorres i fangs .....	14
○ Comunitats de sorres ben calibrades (sorra de platja).....	15
○ Comunitat de sorres fangoses.....	15
○ Praderies de fanerògames marines .....	16
○ Praderies de <i>Cymodocea nodosa</i> .....	17
4. Impactes .....	18
5. <u>PART PRÀCTICA: aprenent a fer biòtops i creació d'un mateix</u> .....	21
<u>ÍNDEX</u> .....	21
<u>Models del món</u> .....	21
<u>Finalitats de conservació i pesqueres</u> .....	21
<u>Finalitats de manteniment i recuperació del fons</u> .....	22
- <u>Deep sea numerical</u> .....	22
- <u>Natural art reef</u> .....	22
- <u>Osborne reef</u> .....	22
- <u>Guatemala</u> .....	23
- <u>Projecte MARS</u> .....	23
<u>Finalitats econòmiques</u> .....	23
- <u>Guatemala</u> .....	23
- <u>Valencia</u> .....	23
- <u>Jason de Caires Taylor</u> .....	23
- <u>Deep sea numerical</u> .....	23
- <u>Natural art reef</u> .....	24
<u>Models de deep sea numerical</u> .....	25
<u>Plantació de <i>posidonia oceanica</i>; model placa</u> .....	27
<u>Models artístics</u> .....	31

<u>Disseny primer: guerrilla</u> .....	31
<u>Dissenys i proves</u> .....	32
<u>Disseny segon: Tigrilla</u> .....	33
<u>Disseny tercer: Alicia</u> .....	33
<u>Disseny de Tigrilla i Alicia</u> .....	33
<b><u>Per que són necessaris els biòtops?</u></b> .....	36
<b><u>Procés de creació d'un biòtop</u></b> .....	37
<b><u>Llistat de material utilitzats</u></b> .....	40
<b>6. Conclusions</b> .....	41
<b>7. Agraïments</b> .....	42
<b>8. Webgrafia/ bibliografia</b> .....	43

## 1. Introducció

Quan ens van dir que havíem de triar un tema per a fer un treball de recerca, vaig tenir molt clar el que volia escollir, ja que precisament feia pocs dies que havia parlat sobre el tema amb els meus pares.

A casa, som uns grans amants del mar i usualment ens queixem que els fons marins estan morint i que cada vegada són més inexistent, això ho tenim molt present a l'hora de fer activitats d'aigua com l'apnea o el submarinisme recreatiu, fins ara mai havíem pensat que nosaltres podríem ajudar a la recuperació de tals fons.

Per això quan vam trobar aquest tòpic no vam poder evitar comentar-lo.

El tema que he escollit per a fer el treball de recerca són, els biòtops marins. Amb aquest projecte el que pretenc és crear i instal·lar uns biòtops al fons marí de la platja de La Pineda, Vila-seca.

El que busco amb aquest projecte és poder incrementar el trànsit de vida marina al fons a on els situem.

Aquest estiu (2021) vam estar fent un seguiment de les boies grogues i els seus pesos. Les boies són de plàstic i estan lligades a uns blocs de ciment llisos sense porositat, mitjançant una cadena de ferro mig oxidada.

A partir d'això vaig treure una hipòtesi: A partir del que havia observat, el que importava, a part del material era sobretot la seva porositat.

Per a demostrar-ho només calia mirar aquells pesos i la boia. La boia groga estava sempre tombada cap al mateix costat mentre aguantava el vaivé de les onades, la part que tocava a l'aigua en un principi no va mostrar massa canvi, però al cap d'unes setmanes va començar a tornar-se de color verd i a mostrar un creixement estrepitosament ràpid de les algues cloròfites.

Després vaig veure que a sobre d'aquestes boies gairebé sempre hi havia algun tipus d'au marina i que aquestes feien les seves necessitats a sobre de la boia i queien a l'aigua, això va portar-me a pensar que potser passava alguna cosa semblant a quan els humans adobem els camps de cultiu amb fems per tal de fertilitzar la terra i que les plantes creixin més de pressa i millor.

La cadena també va mostrar canvis, sobretot a la meitat superior. Com més baixava menys vida hi havia i menys oxidada estava la cadena, aquí vaig tornar a pensar en la porositat i l'adob de les aigües. Quant més profund

menys òxid i, per tant, menys porositat i com més profund menys quantitat d'adob rebia l'aigua.

També vaig poder veure una mica de vida als morts de formigó, els morts de formigó o simplement morts, és una manera diferent i més informal d'anomenar les peces de formigó que aguanten el vaivé de la boia evitant que es desplaci. Aquests al començament de temporada no tenien res, però a mitjans d'estiu vaig veure unes boles negres enganxades a la cadena, després de fer una mica de recerca vaig poder-les identificar com a ous de sípia, just quan això va passar van aparèixer als morts, dos pops, un cavallet de mar i un peix petit. Les dues sèpies van tornar al final de temporada a ficar ous de nou, a hores d'ara un dels pops havia marxat, les pedres seguien igual de grises que el primer dia. En canvi, a les algues que van sortir a la primera meitat de la cadena i a la boia groga, van aparèixer petits peixets i un tipus de gambes que no vaig poder identificar.

Tanmateix, tot això més que aclarir-me temes el que va provocar va ser que em sorgís un nou dubte, que passaria si trobés un material que no només fos molt porós, sinó que també fos molt atractiu per la vida? Així és com va començar el meu projecte.

Aquest treball tracta sobre els biòtops i tot el que hi ha darrere de la creació d'aquests. També tracta sobre la vida marina i les condicions, parlem de condicions com la temperatura oscil·lant de l'aigua, la profunditat, l'onatge o la lluminositat que necessiten per poder-se instal·lar, a un biòtop com a biocenosi i així començar un nou ecosistema.

He volgut parlar també sobre els impactes que els humans hem ocasionat al medi marí, com poden ser l'explotació dels recursos marins, la contaminació, les arts de pesca destructiva amb els fons, l'ancoratge d'embarcacions i la construcció d'infraestructures marines. Aquestes accions ocasionen en molts casos la destrucció d'habitats molt importants per mantenir el delicat equilibri d'aquest medi.

## 2. L'ecosistema i l'ecosistema marí

### - Definició

Un ecosistema és el “conjunt d'organismes vius (biocenosi) que es relacionen entre si en funció del medi físic en què es desenvolupen (biòtop). Les característiques de cada ecosistema condicionen el tipus de vida que es desenvolupa en cada entorn.”

“El concepte d'ecosistema procedeix de l'anglès ecosystem, i va ser encunyat pel botànic Arthur Roy Clapham en la dècada de 1930. Es forma amb el prefix eco-, que prové de el grec οἶκος (Oikos), que significa 'casa', entès en aquest context com 'entorn' o 'lloc en el qual es desenvolupa la vida', i la paraula sistema.” (Text extret de <https://ca.encyclopedia-titanica.com/significado-de-ecosistema> El dia 13 de gener)

Ecosistema marí, “Un ecosistema marí és aquell que inclou aigua salada (oceans i mars). En funció de la llum solar que reben poden ser fòtics i afòtics. En el primer cas, la llum solar existent permet la realització del procés de fotosíntesi. Alguns exemples poden ser una platja, una desembocadura o un escull de corall. En el segon cas, la llum solar no és suficient per a realitzar la fotosíntesi (aproximadament a partir dels 200 metres de profunditat, com per exemple, a una fossa oceànica. La ciència que estudia els sistemes marins es diu oceanografia”. (Text extret de <https://ca.encyclopedia-titanica.com/significado-de-ecosistema> El dia 13 de gener)

En haver-me centrat en la part marina, passaré a explicar que és un biòtop i quins són els seus elements .

### - Biòtops, que són i quins factors hi influeixen

“El biòtop en un ecosistema, fa referència al territori o espai vital on les condicions ambientals són les adequades perquè en aquest territori es pugui desenvolupar una determinada comunitat d'éssers vius” (fragment extret de

[https://www.jardineriaon.com/ca/biotopo.html#Que\\_es\\_el\\_biotopo](https://www.jardineriaon.com/ca/biotopo.html#Que_es_el_biotopo))



Un biòtop és un lloc ocupat permanentment per un conjunt de plantes i animals que depenen els uns dels altres, és a dir, un biòtop és un lloc ocupat per una biocenosi. Això ens porta a la pregunta, que és la biocenosi d'un biòtop?

La biocenosi és una comunitat d'organismes que ocupen un territori definit, i que estan mútuament condicionats, dit d'una altra manera, la biocenosi d'un biòtop és el conjunt d'éssers vius que l'habiten.

Amb això aclarit, podem continuar amb els tipus i els elements necessaris d'un biòtop.

Hi ha dos tipus de biòtops, els aeris i els aquàtics.

Els aeris són aquells que estan a terra.

Els últims esmentats es divideixen alhora en dos grups més, el d'aigua dolça en el qual entraria tot el que són rius, pantans, llacs, estanys, entre d'altres i el d'aigua salada que són els que estan als mars i oceans.

Els biòtops estan principalment influenciats per tot allò que els envolta. En el cas de l'aigua de mar influeix, la salinitat, la llum, la temperatura, el pH, la densitat, la pressió, els corrents d'aigua, les mareas i els nutrients que estiguin a l'aigua.

Aquests són els factors que influencien de manera natural sense que l'ésser humà tingui cap mena de presència.

- *Salinitat*

La salinitat és un factor que és molt important tenir en compte, ja que ens indica la quantitat de sals dissoltes a l'aigua, l'aigua de mar té una concentració de sals superior a 17 g/L.

La salinitat juntament amb la temperatura de l'aigua determinen la densitat i la flotabilitat que es pot arribar a tenir en aquesta. Un clar exemple el trobem al mar Mort, que és una conca endorreica que es troba a 980 metres per sota del nivell del mar i que té una concentració de sals de 226 g/L, quan la mitja de concentració dels mars és superior a 17 g/L.

La relació que té la salinitat amb la flotabilitat és la següent, com més

sals té l'aigua més densitat té i com més densitat té, més flotabilitat tindràs.

Vull mencionar també l'osmosi que va molt relacionada amb la salinitat de l'aigua, començaré per explicar que són els éssers eurihalins i estenohalins.

Els éssers eurihalins són aquells que suporten els canvis de salinitat i que usualment viuen a prop de la costa, per contra els éssers estenohalins no suporten els canvis de salinitat així que viuen lluny de la costa a on els canvis de salinitat són menors.

L'osmosi és la concentració de sals que té el medi aquàtic.

- *Temperatura*

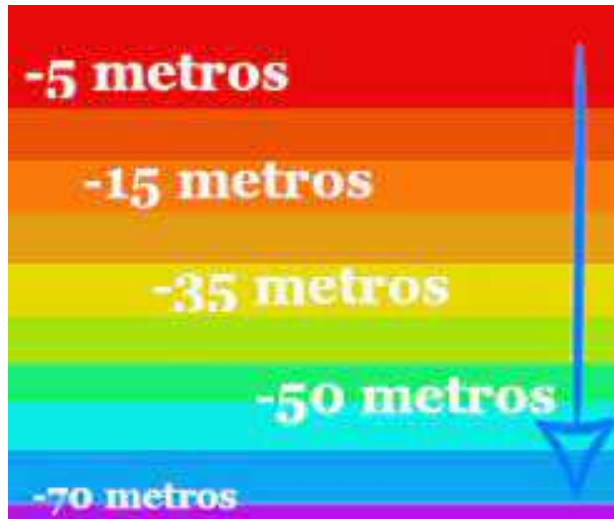
Quant a la temperatura el que passa és que, quan aquesta disminueix la densitat també ho fa. També cal afegir que la mar del litoral Tarragoní presenta fortes variacions tèrmiques estacionals (variacions de temperatura a cada canvi d'estació) en els primers metres de fondària, això provoca canvis importants a les comunitats que habiten a les capes més superficials dels estrats. A l'hivern l'aigua superficial sol estar a uns 15 °C mentre que durant els mesos més calorosos de l'any pot arribar als 28-29 °C. A partir de 20 metres la temperatura es torna més constant, als hiverns arriben als 12 °C i als estius arriben als 24 °C.

- *Llum*

La llum als ecosistemes és realment important, ja que gairebé tota l'energia que reben prové d'aquí. Al mar, la llum es divideix en colors a mesura que augmenta la profunditat. El primer color que es perd és el vermell, el segon és el taronja, el tercer és el groc, el quart és el verd, el cinquè el blau i el sisè el violeta, un cop es perd el blau ja no es veu res, és a dir, és una pèrdua completa de llum.

En termes de colors primaris seria en el següent ordre, vermell, groc, blau.

Això influeix en el tipus d'organismes fotosintètics i organismes que s'alimenten d'aquests que hi haurà a cada franja, per això és un factor important a tenir en compte. Fins als deu-dotze metres hi ha una llum càlida i a partir dels 5 m la llum canvia, es va tornant cada cop més freda a causa de la pèrdua de llum vermella.



- *pH*

El pH de l'aigua determina les espècies que habiten la zona, és important que el biòtop, a mesura que passi el temps, no desprengui substàncies que puguin alterar tal pH i, per tant, tot l'ecosistema que hi viu. La composició química de la mar: gasos dissolts, bioelements (Na, K, Cl, P, S, Fe, Mg, fonamentalment) i compostos contaminants, els biòtops de Deep sea numerical comencen tenint un pH de 13, xifra que pot semblar una barbaritat. Però a mesura que va passant el temps el pH canvia fins a quedar-se al nivell del pH marí, el qual està al voltant de 8,5. A continuació un extracte d'una pàgina d'un document, que em va facilitar en Quim Roca:

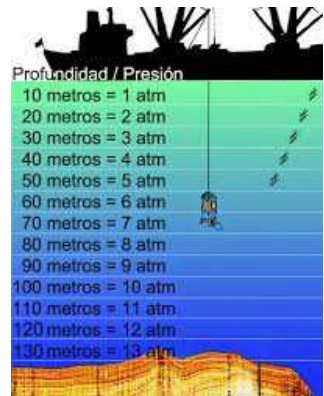
### Resultats de la mesura de pH

A continuació es mostren els resultats de pH dels ciments analitzats en un extracte aquós (1:10). Es pot observar que tots els materials presenten hidròlisi alcalina, fet que ja s'havia constatat en l'informe anterior fruit de la presència de bases fortes com els òxids de sodi, de potassi, de calci i de magnesi. A mida que el ciment es vagi hidrolitzant anirà alliberant basicitat (ions OH<sup>-</sup>). El fet de tenir els materials submergits en un sistema obert (mar) aquests ions s'aniran diluint ràpidament a mida que s'hidrolitzi el material. Si aquests materials fossin en un sistema tancat (aquari per exemple) podrien produir una pujada sobtada del pH de les aigües i generar impactes importants sobre la fauna. La presència de biofilms sobre aquests materials s'avalua mitjançant l'anàlisi de l'eficiència fotosintètica en altre apartat de l'informe. El pH superficial (0-5 mm) de mostres de biòtops enfonsats durant l'elaboració de projectes d'anys anteriors mostra una davallada considerable tal i com es pot veure a la taula següent. Així doncs el pH dels biòtops passa de 12,8-13,3 a 10 quan porta aproximadament un 1 a l'aigua i amb el temps tendeix a situar-se al voltant del pH 9. Aquest pH ja s'aproxima molt al pH de l'aigua de mar que està al voltant de 8,5-8,6.

Mostra	M099	M199	M299	M399	M499	Altra
pH	13,28	12,69	13,15	13,23	13,33	12,86

- *Pressió*

A mesura que la profunditat augmenta, també ho fa la pressió que l'aigua exerceix sobre l'objecte que està al fons, cada deu metres augmenta una atmosfera de pressió. De la mateixa manera que influeix als humans a l'hora de fer una immersió al mar, també influeix en els animals marins quan es tracta de pujar o baixar a més o menys profunditat. La pressió també modifica les dimensions que ocupa un espai ple d'aire, gran part dels peixos ossis tenen una part del cos que es diu bufeta natatòria que usualment està situada just a sota de la columna. Aquesta bufeta està plena de gas i el que fa és que el peix tingui un pes inferior i que, per tant, tingui més flotabilitat a l'hora de nadar. Això en certa manera fa que puguin anar a més profunditat (més pressió) o a menys (menys pressió). Aquest fet influirà en les espècies d'individus que puguis trobar al lloc a on tinguis el biòtop.

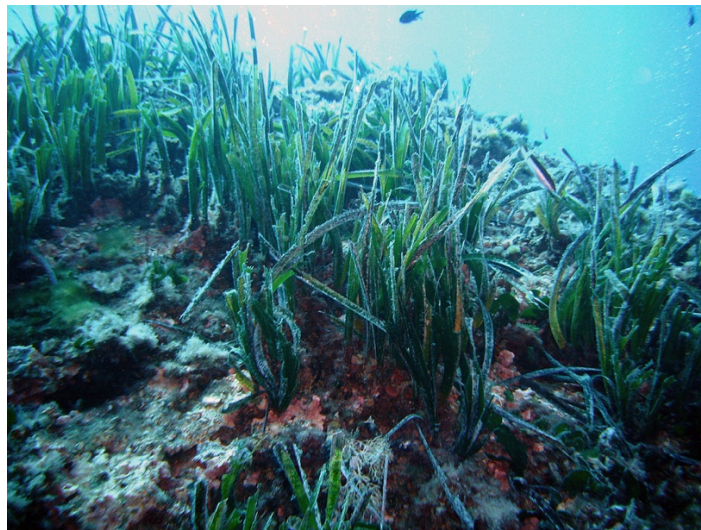


### 3. El litoral tarragoní, la platja de la Pineda

A aquest punt explicaré una mica per sobre el tipus de llit marí que podem trobar a la platja de la Pineda, Vila-seca. Els fons que trobem aquí són els anomenats llits de sorres y fangs, també faré un petit encís a alguns dels animals mes freqüents que hem anat veient en la seva majoria al llarg de l'estiu.

#### **Sorres i fangs**

Aquesta comunitat es divideix en quatre gran grups. La comunitat de sorra de platja o sorres ben calibrades, la comunitat de sorres fines i fang, i praderies de *Posidonia oceanica* i *Cymodocea nodosa*.



Il·lustració 1: *Posidonia oceànica*



*Il·lustració 2: Cymodocea nodosa*

○ ***Comunitats de sorres ben calibrades (sorra de platja)***

Aquesta comunitat són les sorres fines, homogènies i usualment d'origen terrestre de les platges de la costa Tarragonina.

Aquestes comunitats s'estenen fins a l'inici de les praderies de fanerògames marines, principalment de Posidònia, a on s'estableixen.

Son abundants els crancs de sorra, els mol·luscs i els cucs poliquets.



*Il·lustració 13: cranc de sorra*

○ ***Comunitat de sorres fangoses***

Està formada per un sediment fangós-sorrenc, que va associat a un hidrodinamisme lleu o nul el que suposa un fons poc variable.

La biocenosi que es troba a aquests llocs és força pobra, tot i així podem trobar, pops de sorra, cnidaris (meduses),



caragols, crancs i de forma passatgera peixos com els Sargs (principals consumidors de Posidònia).

*Il·lustració 14: Pop de sorra, La Pineda*

#### ○ *Praderies de fanerògames marines*

Les praderies de fanerògames marines (*Posidonia oceanica* i *Cymodocea nodosa*) s'estenen al llarg de gairebé tot el litoral tarragoní des dels cinc fins a als catorze metres de profunditat, però malauradament degut als impactes causats pels éssers humans són cada cop menys freqüents i és una llàstima ja que són una espècie única de la mar Mediterrània. Un dels enemics naturals de la posidònia durant la seva etapa de creixement són els Sargs o les Salpes, aquest peixos es mengen els brots de les posidònies més tendres impedit així que creixin, o en casos normals el sobrecreixement d'aquestes.

Les praderies que millor es conserven actualment, són les de l' Ametlla de mar, Hospitalet de l'Infant i l'Ampolla.

Aquestes praderies són molt importants per l'ecosistema marí.





Il·lustració 3: Praderia de *posidonia oceanica*

○ *Praderies de Cymodocea nodosa*

Aquestes praderies solen situar-se a fons de sorra semi-fangosos a on no hi ha molt d'hidrodinamisme. Tenen un gran valor ecològic ja que ajuden a estabilitzar la sorra, serveixen com a refugi a moltes espècies joves, oxigena l'aigua i fan créixer la biodiversitat que les envolta significativament. Aquestes praderies es solen trobar al voltant dels vuit als quinze metres.



Il·lustració 4: *Cymodocea nodosa* en flor

#### 4. Impactes

Els mars i oceans estan cada cop més contaminats, la mar Mediterrània, per ser més concrets, és la mar més contaminada del món.

No només és culpa del petroli i els seus derivats, que fan molt de mal a tot l'ecosistema marí. També és culpa del plàstic, que intencionadament o no arriba als mars, dels abocaments il·legals de substàncies a rius o mars, dels conreus a on s'utilitzen pesticides i altres químics, de les granges d'on es filtren els purins dels animals, de la sobreexplotació de la pesca marina que comporta mals com ara la destrucció de comunitats marines molt productives o la disminució d'espècies. Igualment, fa molt de mal el comerç marítim, ja que els vaixells fan servir un pes que es diu llastre que serveix per a regular el calat d'un vaixell. El llastre que usen no és res més que aigua de mar, el problema és que no només se n'emporten aigua sinó que se n'emporten també els ous i cries d'altres espècies que arribaran a un lloc a on no tindran depredadors naturals i acabaran convertint-se en plagues d'espècies invasores com ara el cranc blau originari de les costes est americanes, o la *Caulerpa racemosa* originària dels mars d'Austràlia.

Un altre factor que cal tenir en compte és l'increment de nitrats i fosfats que porten les aigües dels rius, aquest increment és causat per l'ús de fertilitzants usats terra endins en els cultius. Els nitrats i fosfats són els nutrients que necessiten les algues per a créixer, però en haver-hi una quantitat massa alta d'aquests les algues sofreixen de sobre creixement i envaeixen tot allò que els envolta. El problema que hi ha quan això passa és que a l'estar tot recobert d'algues els altres organismes no poden habitar arreu i en el cas de les larves que necessiten estar fixades a les pedres, no poden estar-hi. Per tant, el sobre creixement de les algues el que provoca és un lent i progressiu empobriment de l'ecosistema marí i una important pèrdua de biodiversitat. A part d'aquests perills envers la diversitat biològica de les nostres costes, també causa un fenomen anomenat eutrofització. Aquesta és causada per l'increment de nitrats i fòsfors al medi aquàtic, és a dir, es dona quan l'aigua té massa nutrients que fan créixer les algues les quals consumeixen unes altes quantitats d'oxigen. Al mar el fenomen de l'eutrofització es dona en forma de mareas roges. Les mareas roges són un

gran augment de plàncton usualment a conseqüència d'abocaments de substàncies al mar.

El turisme també ha fet molt de mal al litoral espanyol. Els municipis costaners espanyols es beneficien enormement del turisme.

Però a causa d'això durant anys s'ha produït una urbanització massiva i descontrolada de les costes. Cosa que ha provocat la destrucció d'espais d'un alt valor paisatgístic i ecològic, alguns d'aquests espais afectats, són els ecosistemes dunars (les dunes a les platges) o els aiguamolls litorals (llacunes litorals, maresmes). Actualment, més de la meitat del litoral espanyol està ja alterat per diferents tipus de construccions com ara, zones residencials, ports esportius o dics.

Un altre impacte que va lligat al turisme és l'increment d'embarcacions d'esbarjo que usualment fondegen a qualsevol lloc. Això comporta una destrucció que no és massiva, sinó progressiva. A base del desgast la zona afectada acaba morint. Una solució per a aquest últim problema són les boies intermèdies que eviten que les cadenes de les boies s'arrosseguin i malmetin el fons i de pas eviten també les ancores als fons de posidònia, que és un dels tresors més preuats del mar mediterrani i els quals en l'actualitat s'estan intentant repoblar desesperadament.

Tot i que els anteriors són impactes que fan molt de mal als ecosistemes, possiblement són els més desconeguts. Els afers que més coneixem són definitivament, el canvi climàtic, els plàstics i els abocadors il·legals al mar.

El canvi climàtic fa molt mal als ecosistemes marins, a hores d'ara les aigües del mar mediterrani s'estan tornant cada cop més càlides, les temperatures a les quals s'està arribant s'assemblen cada cop més a les dels mars tropicals, això pot semblar bo a primera vista, però un cop pares a pensar-ho veus que no ho és. L'escalfament de les aigües a poc a poc anirà acabant amb les espècies autòctones d'aquí i crearà una pèrdua parcial o total de la biodiversitat pròpia de la Mediterrània.

Els plàstics causen molts mals tant en convertir-se en microplàstic, ser menjat per algun animal pelàgic o simplement en enganxar-se a qualsevol organisme viu al qual, possiblement, acabarà matant. Els rius i rieres contribueixen a l'arribada de plàstics al mar, com ja tots sabem, el plàstic

no és un material biodegradable. Això significa que els plàstics que avui llancem al mar d'aquí a cent anys encara estaran movent-se i contaminant tot allò que els envolta.

Un greu impacte del qual es parla poc són els metalls pesants, aquests poden fer-se pas cap a la cadena alimentària marina a causa de les espècies que s'alimenten de matèria en suspensió com per exemple les esponges.

Com és normal, els organismes que consumeixen aquests metalls tòxics poden sofrir diferents canvis als teixits, a la bioquímica, al comportament, a la reproducció i a la llargada de les seves vides, ja que no són capaços de digerir-los.

Però això no és tot, molts aliments de la ramaderia utilitzen farina de peix o hidrolitzat de peix, un cop els animals terrestres ho consumeixen es queda al seu organisme fins que mor i algú altre se'ls menja i passen a un altre organisme, en aquest cas nosaltres. És per aquest motiu que hem de cuidar els nostres mars i oceans com l'ecosistema delicat que són.

## **5. PART PRÀCTICA: aprenent a fer biòtops i creació d'un mateix**

En aquest punt vull resumir breument tots els subpunts que venen a continuació. Començaré amb un petit incís al tipus de models i motius pel que s'han fet biòtops al voltant del globus, escriuré també sobre alguns dels models de biòtops del grup Deep Sea Numerical. Tot seguit explicaré tres de les nostres iniciatives de models *Guerrilla*, *Tigrilla* i *Alicia*.

Vull explicar la importància dels biòtops en el medi aquàtic i per últim vull explicar el mètode o procés de creació d'un biòtop. També afegiré una llista de materials utilitzats per a fer els biòtops, tant els que creen el propi biòtop com els que el fan possible

### **Models del món**

A aquest apartat vull fer un petit incís al món de les esculleres creades pels éssers humans al voltant del globus.

He dividit aquest punt en tres punts; fins de conservació, fins de mantenició i recuperació i fins econòmics.

### **Finalitats de conservació i pesqueres**

Aquest punt, es un que tots els tipus d'esculleres tenen en comú. Tot i que després es decantin mes cap un costat o l'altre (pesca o turisme) o inclòs per a aquells qui veuen els biòtops com un negoci i també per als que tenien un motiu inicial però van acabar sent un fracàs.

El llistat de noms que hi ha a continuació són algunes de les persones, empreses i llocs que han fet o fan part d'aquest treball als mars i oceans d'aquest món. Deep sea numerical, natural art reef, i el projecte dut a terme a Valencia treballen de moment per les costes espanyoles y catalanes. Osborne reef va ser un intent de conservació del fons marí però ha acabat sent un gran desastre mediambiental. A Guatemala s'ha dut a terme un projecte que pretén millorar l'economia del país millorant la pesca i el turisme. Jason de Caires Taylor es un artista que ha creat uns biòtops que son escultures d'objectes o persones a on implanta trossos de corall i alhora crea museus submarins

visitables. El projecte MARS es dut a terme a Austràlia i te com a principal objectiu recuperar les esculleres de corall.

- Deep sea numerical
- Natural art reef
- Osborne reef
- Guatemala
- Valencia
- Jason de caires Taylor
- Modular artificial reef structure (MARS)

### Finalitats de mantenició i recuperació del fons

Les esculleres que estan creades per a aquest fi, serveixen per a ajudar i conservar la vida marina i millorar l'economia de la zona. Els models que deixaré aquí, no només serveixen per a aquests fins, sinó que també serveixen per a fins turístics, ja que tot va relacionat.

- Deep sea numerical

L'empresa Deep Sea Numerical es dedica a crear petits esculls artificials amb un material 100% degradable. Utilitza un ciment que abans de ser ficat a l'aigua té un pH alt i gràcies a la hidròlisi acaba tenint un pH molt similar al de les aigües de mar, tots els materials que utilitza per a fer ferma l'estructura són naturals i biodegradables. Després d'entre cinc i deu anys el material haurà desaparegut gairebé al complet, però gràcies a la vida que els colonitza es mantindrà sencer durant molt més temps ajudant així a la vida marina.

- Natural art reef

Aquesta empresa utilitza un material de construcció molt similar al que s'utilitza per fer construccions normals fora del medi aquàtic, és a dir, utilitza un ciment que tot i la hidròlisi encara té un pH molt elevat. La part de solidesa interna que usen és una reixa de plàstic, fibra de vidre i una barra de ferro.

- Osborne reef

Aquest projecte es va dur a terme l'any 1972, van pensar que seria molt bona idea lligar amb niló i pinces de ferro 150.000 metres quadrats de pneumàtics (uns 2000) per tal de preservar la biodiversitat de la zona.

Les pinces es van xafar, el niló es va podrir i cada cop que hi ha mar de fons els pneumàtics es desplacen i amenacen a xafar la poca diversitat que els queda, és a dir, va resultar ser un fracàs i un perill mediambiental greu. Gairebé res va enganxar-se a la superfície relliscant dels pneumàtics. Actualment, s'està intentant recuperar aquella zona, ara sí, correctament.

- Guatemala

A Guatemala es va fer una escullera artificial a base de mitges esferes amb forats, s'espera que aquestes esferes tinguin un impacte positiu en l'economia, tant pesquera com turística.

- Projecte MARS

Aquest projecte es dut a terme a Austràlia, utilitzen la tecnologia 3D per a fer unes peces petites de ceràmica les quals es munten entre elles creant així superfícies més amples. Em va semblar molt interessant aquest projecte per que el nostre disseny de biòtop el G-, te una funció molt semblant. A aquesta pàgina web descriu el projecte MARS com peces de Lego, nosaltres descrivim els nostres com a una cadena de bicicleta (<https://www.abc.net.au/news/2022-03-26/eco-engineering-reef-design-lab-3d-printing-oceans-seawalls/100867924> )

### Finalitats econòmiques

- Guatemala

A Guatemala a part de veure com un medi de reconstrucció del medi i millora de pesca la implantació de biòtops també creuen que pot resultar d'alt interès turístic visitar aquestes esculleres artificials.

- València

A València es va fer una prova pilot a la platja de la Malva-rosa, va ser la primera platja de les costes espanyoles a tenir una escullera artificial turística.

- Jason de Caires Taylor

Jason de Caires Taylor va fer un pas més, no només va crear uns biòtops que fomenten la recuperació de vida amb un interessant sistema de plantació de coralls, sinó que va fer que aquests fossin obres d'art. Creant així el primer parc – museu submarí. Les seves escultures

humanes es poden trobar a molts llocs diferents, però el més conegut és Cancún

- Natural art reef

Aquesta empresa va crear a uns parcs de biòtops a Torredembarra juntament amb un sistema d'ancoratge de boies que es basa en ficar una boia intermitja lligada directament a la cadena la qual evita que la cadena faci mal bé la biocenosi del biòtop i del llit marí.



## Models de Deep Sea Numerical

Els models que utilitza Deep Sea Numerical, usualment són de petita mida com és el cas de les plaques de posidònia. No per aquest motiu ens hem privat de fer-ne alguns de grans com veureu mes endavant.

A continuació alguns models que fa servir o ha fet servir Deep Sea Numerical.

### Model 1



*Il·lustració 6: model de placa per a posidònia, utilitza palla, trena de corda de moresc i closques d'ostres*



*Il·lustració 5: detall d'una placa per a posidònia*

### Model 2 (Palma)

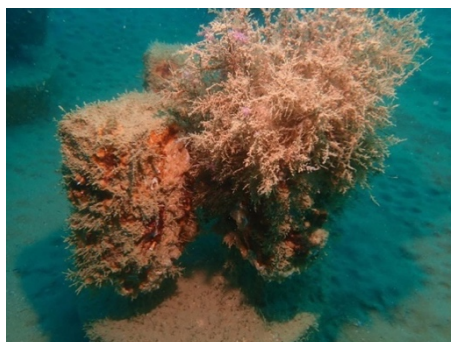


*Il·lustració 7: model diferent a l'anterior, aquest no utilitza palla ni closques, doncs ens va interessar jugar amb les textures*



*Il·lustració 8: mateixa placa que l'anterior, aquest és l'únic model de plaques que té nom, Palma. vam decidir ficar-los aquest nom degut a que les formes serpentejants i cràters en algunes plaques recordaven al volcà de la palma*

### Model 3, probes de ciment i resultat



*Il·lustració 9 : models usats com a prova de material, la imatge del costat mostra el mateix lloc tres mesos després*

### Model 4, biòtop per a pop



*Il·lustració 10: model experimental de biòtop*

### Model 5, model pensat per als fons de Tarragona



*Il·lustració 11: model fet per al port de Tarragona que, finalment, no van usar*

Aquest apartat el dividiré en dos; els biòtops ideats per la plantació de *Posidònia oceànica* (plaques) i els biòtops artístics que és a on entren les nostres aportacions envers aquest món fins ara mitjanament desconegut per a nosaltres.

#### Plantació de posidònia; model placa

Aquests models tenen forma de placa com diu el seu nom. Utilitzen un sistema simple, però eficaç que ajuda a la plantació de fanerògames i no deixa residus metàl·lics que era el que havia estat fins ara.

El mètode que s'ha estat usant i que encara s'usa, usa una peça metàl·lica en forma de "U" invertida que es clava a la sorra perquè aguanti el rizoma (una tija rígida d'on surten les arrels) que més endavant creixerà i es tornarà una planta de posidònia. El problema es que el ferro es xafa, s'oxida i a sobre arriba a les costes sent un perill per els banyistes.

Vàrem fer moltes proves de plaques varies, encara ara no tenim un disseny establert que sigui perfecte, per exemple els elements que poden variar són, les canyes de bambú, la trena de corda de moresc, i les textures del ciment. També poden variar els elements que es poden ficar a sobre, com ara les fanerògames seques o les closques d'ostra que es fiquen a sobre i als costats, podem també no afegir res a sobre i treballar les textures segons el que volem que sembli. Sobretot a l'hora de crear-los.

L'estructura no ha canviat, per a assegurar-nos que en desemmotllar la peça no es trenqui, a l'interior col·loquem com a alternativa natural al plàstic o al ferro, canyes de bambú a alguns models afegim, a part de les canyes, palla seca.

Aquestes canyes són molt rígides i flexibles, però al ser fusta s'acabaran podrint i desfent a l'aigua fins que desapareixerà per complet de la mateixa manera que farà la palla, i per a quan s'hagi descompost totalment l'estructura, ja s'haurà colonitzat i la mateixa vida aguantarà la massa completa del biòtop.

Per a fer aquest tipus de biòtop no és necessari un disseny previ. A continuació està el procés que s'utilitza per a fer plaques de posidònia, al peu de cada imatge s'explica que es que s'està fent.

Imatges del procés per a fer plaques de posidònia.



*Il·lustració 12: primer pas, preparació de la màquina*



*Il·lustració 13: segon pas, preparació dels motlles*



*Il·lustració 14; tercer pas, omplir els motlles*



*Il·lustració 15: quart pas, donar la segona capa de ciment als motlles*



*Il·lustració 16: cinquè pas, ficar les canyes de bambú*



*Il·lustració 17: sisè pas, ficar la posidònia seca a sobre de les plaques*



*Il·lustració 18: setè pas, deixar el ciment eixugar, un cop això estigui fet només caldrà desemmotllar i ja tindrem el biòtop finalitzat.*

## **Models artístics**

Aquests models són de caràcter més lliure, és a dir, donen pas a la improvisació que és el que els fa tenir més caràcter, tot i donar pas a la improvisació com que no són metòdics necessiten un disseny previ. Explicaré tres dissenys, dos que estan en moviment i un que de moment està aturat.

### **Disseny primer: guerrilla**

Aquest disseny ha passat per dues fases, la primera va ser la fase torre, durant aquesta fase era una placa rectangular que tenia un forat al mig per on es passava un eix i s'anaven apilant les plaques, aquestes tenien un seguit de cavitats que quan s'apilaven es feien mes grans o mes petites. Les plaques d'aquest model eren d'una mida mitjanament moderada, per tal que tothom pogués portar-les sense cap mena de dificultat amb, per exemple, una taula de SUP (pàdel surf).

La segona i actual fase és la cadena, durant aquesta fase les plaques van passar a ser mes grans i amb formes mes naturals i corbes, vam canviar el fet de que només tingués un sol forat per dos forats, ja que, això ens permet tenir molta mes mobilitat i també ens permet ocupar mes o menys espai segons el que convingui.

Aquestes plaques es poden ficar de moltes maneres diferents, poden ficar-se clavades a terra fent així que creïn cavitats varies i assimilin els esculls de corall o les roques del litoral tarragoní. També es poden ficar fent torre que també crearia cavitats varies o poden ficar-se com si fossin una cadena i fer cercols o diferents tipus de formes segons l'espai que volem ocupar o el relleu que puguem trobar al lloc a on sigui que estiguin destinats. Aquest crearan un altre tipus de cavitats y també es podran fer servir per a plantar posidònia.

L'estructura interna que es fa servir en aquests biòtops és la mateixa que a la resta dels nostres biòtops, hem volgut seguir la línia de material no contaminant i degradable que ens fa únics entre la competència.

## Dissenys i proves

### Disseny 1 (torre)



*Il·lustració 19: primera prova model guerrilla. Primera fase*

### Disseny 2 (cadena de bicicleta)





### Disseny segon: Tigrilla

Aquest disseny està inspirat per la roca calavera de la pel·lícula *Peter Pan*.

El que aquest disseny busca no és tant un objectiu de integració al mar però d'expressió artística. Fent això vaig voler apropar-me una mica a el moviment que va originar Jason de Caires de fer, apart d'un ajut al fons del mar, una obra artística que fomentés també el turisme submarinista.

Vaig voler que fos una calavera pel significat que te, *en un sentit general, és l'emblema de la caducitat de l'existència, [...] però, de la mateixa manera que la closca d'un caragol, és en realitat <el que queda> de l'esser viu un cop destruït el seu cos. Obté, així, un significat de got de la vida".*

El que vull dir amb això és que tot i que tot estigui destruït després del nostre pas, encara hi ha esperança, com d'un desert pot sorgir un oasis.

### Disseny tercer: Alicia

Aquest disseny igual que l'anterior està inspirat en un dels clàssics de Disney, Alicia al país de les meravelles.

El que fa especial aquesta peça és que utilitza pigments de color vermellós.

Tindrà forma de rosa i anirà pigmentada només la meitat.

Em va semblar un bon disseny ja que entre els espais dels pètals queden moltes cavitats a on poden adequar-se diferents tipus d'espècies segons les seves necessitats.

Per a donar les formes ondulants als pètals utilitzarem sac de yuta i l'anirem recobrint capa per capa amb ciment.

### Dissenys Tigrilla i Alicia

Durant el procés de disseny del biòtop vaig fer molts models, alguns d'ells més realistes que d'altres.

També vaig anar aprenent coses que haguessin fet fracassar els primers dissenys de quan encara no tenia cap base.

Algunes d'aquestes coses poden ser tan simples com que no pot fer-se un biòtop per a posar posidònia i un pensat per a pops en un mateix, ja que el pop desenterra la posidònia.

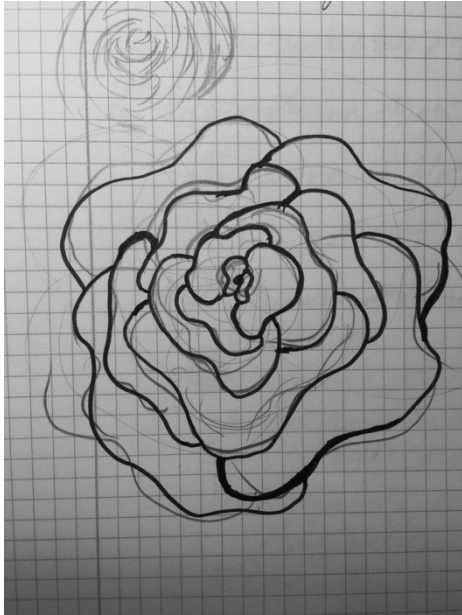
També va ser una de les errades no tenir en compte l'altura, l'amplada o el pes, respecte a la profunditat a on s'haurien de ficar ja que l'hidrodinamisme pot perdre'ls, tombar-los o xafar-los tot i que a la zona on haguessin anat posats no compta amb un hidrodinamisme elevat.



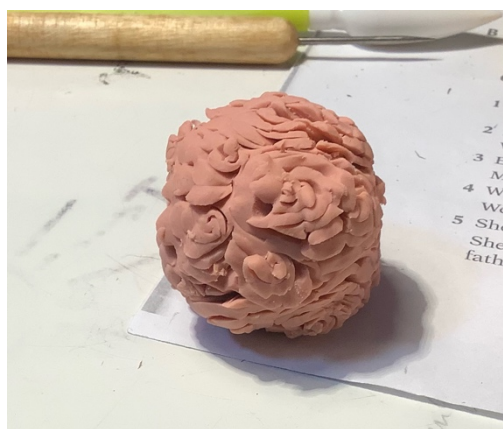
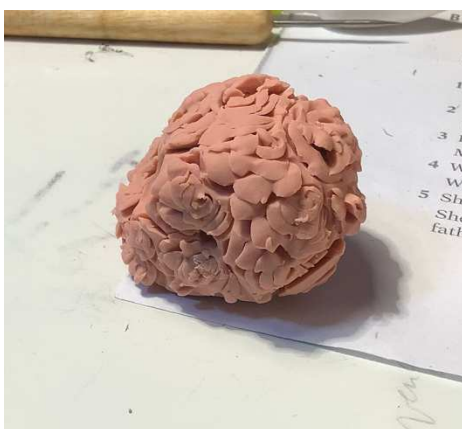
*Il·lustració 43: primer disseny del Tigrilla*

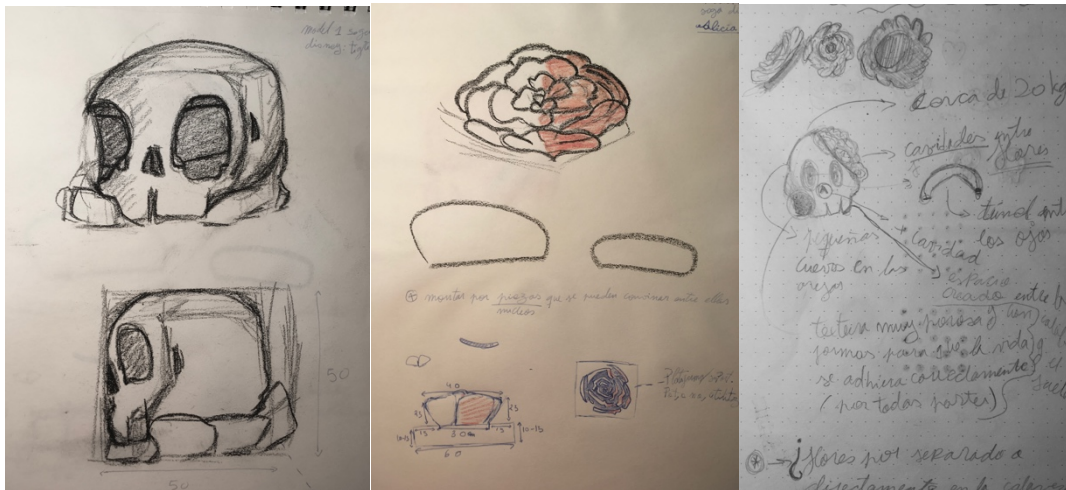
Tot i això, vaig seguir fent dissenys, va arribar un moment, al principi, quan vaig dibuixar un biòtop que era una petita muntanya de calaveres però vaig veure que construir tantes calaveres no sortia a compte. Així que vaig dibuixar només una inspirada en una cova (roca calavera) del llargmetratge *Peter Pan*, aquest disseny em va agradar molt però simplement es va quedar a la carpeta com qualsevol altre disseny que no anava a fer servir ja que em van dir que no era massa adequat per ser un biòtop. Aquest es un dels dos projectes que està en constant evolució però que encara no està col·locat al mar doncs falta concretar moltes coses.

Uns mesos després vaig fer una petita maqueta d'unes roses que també em van agradar i que no vaig descartar del tot.



Tot seguit el que vaig fer va ser ajuntar les dues idees. La primera maqueta d'aquestes dues idees era una calavera amb tot el cap recobert de roses i es veia de la següent manera:





Però després de treballar amb el material vaig veure que no era del tot factible i vaig anar eliminant les flors fins a quedar-me només amb la calavera i les flors per separat, és a dir tornar-me a quedar com al principi. Però aquests dissenys resultants formen part d'una "saga" que es diu disney. El model de la calavera es diu Tigrilla o "Tiger lily" i el model en forma de rosa es diu Alicia o "Alice".

### **Per que són necessaris els biòtops?**

Els biòtops poden servir per a diferents motius com; conservació, recuperació i preservació del medi marí, com a font d'interès turístic, com a increment de matèria pesquera, per a trobar nous materials biodegradables, per recordar fites del passat, per fer honor a alguna cosa o a algú, o simplement per ajudar al medi marí a recuperar-se de tot el que li hem fet passar.

## **Procés de creació d'un biòtop**

Dividiré aquest apartat en tres punts. Al primer punt explicaré el funcionament de la màquina que utilitzem per a fer els biòtops, al segon explicaré el procés a l'hora de fer les llosses de posidònia, i a l'últim punt explicaré el procés de creació dels models artístics, que des d'un punt de vista més lliure i imaginatiu, són els més interessants.

### **Preparació de la màquina:**

Abans de fer res s'ha de preparar correctament la màquina que per a ser més precisos és un morter de ciment de bombeig, marca Sirius Plus.

La preparació no té molt de misteri, es comença connectant la màquina al corrent elèctric, després s'endolla la màniga d'aigua a la màquina i tot seguit es posa lubricant a la màquina per tal de que cap dels engranatges s'enganxi a l'hora de fer-la anar.

El lubricant s'ha de treure de la màniga per on passarà el ciment per tal que no es barregi amb el ciment i modifiqui la fórmula d'aquest, això es fa traient aigua per la mànega fins que tot el lubricant ha sortit.

Un cop la màquina ha estat preparada podem passar a la preparació dels biòtops.

### **Procés per a fer llosses de posidònia:**

Durant els mesos que he estat anant al taller del Sr. Quim Roca, qui m'ha ensenyat tot el que se en aquests moments sobre com es poden arribar a fer els biòtops, hem provat diferents mètodes d'ejecció a l'hora de fer plaques de posidònia.

#### **Primer intent**

El primer mètode que vam provar no va anar del tot bé. Però com tot, és prova error, prova error fins que finalment ho aconseguïeu.

A aquest primer intent, vam enroscar uns caragols que collaven dues capces de plàstic (la de sobre era de metraquilat) , fins aquí tot bé, el problema va ser que al ficar-los desemmotllant va fer una reacció i totes les capces de metraquilat es van xafar, però un cop vam superar aquest petit encís vam poder seguir sense cap mena de problema més.

Un cop vam tenir tots els motlles ja preparats, vam omplir-los de ciment, per a fer això vam agafar la pistola de ciment sense boquilla i amb paciència els vam omplir, ja que es van xafar no vam poder anar tant ràpid com haguéssim volgut. Un cop vam tenir tots els motlles plens vam parar la màquina i vam ficar les estructures internes de les plaques que no és res mes que canya de bambú. Un cop ficades les canyes es cobreixen de ciment i posidònia seca, i també es fiquen les canyes que serveixen per a plantar la posidònia. Es deixen endurir al voltant d'una setmana, fins que estan completament eixutes i llestes per ficar al mar.

### **Segon intent**

El segon model que vam provar va ser molt similar a aquest, en canvi d'enganxar les capces de metraquilat amb un cargol, les enganxàvem amb quatre punts de silicona que es quedava enganxada a la capsa inferior. Utilitzant aquest mètode els biòtops van sortir bé, però fent comptes vam acabar veient que costava desemmotllar la capsa de metraquilat i utilitzàvem massa quantitat en total de silicona, per tant el vam descartar.

### **Tercer intent**

Els següents models que vam provar van tornar a canviar, però aquesta vegada vam canviar mes coses. Vam començar per canviar la capsa de metraquilat per un taper ja que surten molt mes econòmics, també vam substituir les canyes de bambú que servien per plantar posidònia per corda de moresc que recobríem amb el ciment per tal d'endurir-la.

També ara, en canvi d'enganxar la carmanyola a la capsa inferior directament l'aguantàvem amb la mà i va ser molt productiu així que ho vam mantenir. El que va fallar a aquest model va ser com enganxàvem la corda a la carmanyola, vàrem optar per un pneumàtic de bicicleta tallat, però no vam tenir en compte l'hora de treure els biòtops del motlle i es va quedar enganxat el pneumàtic al biòtop, després vam haver de extreure tots els fragments de plàstic que van quedar, per aquest motiu van descartar el mètode.

## **Quart intent**

L'últim model que vam provar, és molt similar a l'anterior, continuem utilitzant els tapers i la corda de moresc, a aquest cas el que canvia és el mètode d'enganxament de les cordes, aquesta vegada provem a enganxar-les amb cinta de paper ja que tot i ser cinta és de paper i s'acabarà desfent a l'aigua, no va sortir bé.

La matèria enganxosa de la cinta no va aguantar estar en contacte amb un líquid i es va desenganxar sense donar temps suficient al ciment com per a agafar la corda de moresc, aquesta va acabar no estant subjecta al ciment i com a conseqüència van quedar alguns enllaçats lliures i d'altres enganxats a mitges.

Encara seguim fent proves per trobar el millor mètode.

## **Procés de creació dels models artístics:**

Sempre abans i després de començar a treballar amb el ciment hem de netejar la màquina, per això tots els processos comencen de la mateixa forma.

En aquest procés de creació el que més canvia respecte al punt anterior, és el procés creatiu que hi ha darrera.

Aquest tipus de biòtop et permet ser molt més lliure a l'hora de donar formes i textures als biòtops, però et demanarà tenir un disseny darrera o les idees molt clares.

Aquests tipus de biòtops usualment no tenen un motlle, el model guerrilla és una excepció, per tant son molt subjectius al moment al que els fas, aquesta subjectivitat és el que permet que aquestes pedres s'assimilin molt més que les plaques a obres d'art.

Per a poder dur a terme aquest tipus de biòtop es necessita molta imaginació i també saber molt bé que és el que els animals marins busquen, doncs, vols que aquesta peça única s'adeqüi a les necessitats d'aquests organismes.

També hi ha excepcions com es pot veure a les escultures de Jason de Caires Taylor.

## **Llistat de materials utilitzats**

### Biòtop

- Ciment
- Canyes de bambú
- Palla seca
- Fanerògames seques
- Closques de diferents mol·luscs (usualment ostres o musclos)
- Sac de yuta
- Corda de yuta
- Corda de palla de moresc

### Per a fer el biòtop

- Bastidora i bomba a pressió Sirius Plus
- Recipients varis de plàstic
- Eines per a treballar textures



## 6. Conclusions

Aquest treball de recerca m'ha permès conèixer gent molt interessant amb qui possiblement mantingui una molt llarga relació.

També m'ha permès assolir el meu infantil objectiu de passar molta mes estona al mar i practicar apnea i submarinisme.

He pogut també fer una recerca molt interesant sobre els biòtops i tota la vida que els rodeja, que podem fer per millorar els nostres mars i que és allò per petit que sigui, en el que podem ajudar. També ha incentivat les ganes de fer mes per la nostra costa i per seguir en aquest dels biòtops sobretot en el mar, doncs els vertaders pulmons del mon son els oceans.

No tota la recerca ha sortit dels llibres o de pàgines web, molta de la informació la vaig anar trobant en converses que vaig mantenir amb diferents persones, principalment amb el Quim. És per això que no surt a la bibliografia part de les informacions.

Hi ha poques coses que hagués canviat d'aquest projecte però una de les que hagués canviat hauria estat posar-m'hi abans i haver treballat mes intensament sense deixar-ho tot per l'últim moment per a així poder haver obtingut un millor i mes extens resultat.

## **7. Agraïments**

Abans de res vull agrair a totes les persones que m'han ajudat a dur a terme aquest projecte.

Gràcies, Quim Roca per ajudar-me amb tota la formació que he necessitat per aprendre sobre el material, deixar-me utilitzar tots els elements que tenies a l'abast, i gràcies per tots els coneixements que m'has pogut donar durant aquest curt període de temps del qual he gaudit cada moment.

Gràcies, Jaume Folch, professor titular de l'URV per tota la informació que vas passar-me relacionada amb el meu treball de recerca i per posar-me en contacte amb el Quim Roca.

Gràcies Pol Freixes per muntar i filmar un vídeo tan bonic i estar amb nosaltres tot i tenir altres coses a fer.

Gràcies Dolors Sans, professora de l'escola Puigcerver i tutora del meu TdR per anar-me darrera per a que t'ensenyés el que havia fet i per corregir-lo.

Gràcies, Jordi Moreno per ajudar-me en tot moment a fer aquest treball possible, per mantenir converses tan llargues sobre aquest tema i haver d'aguantar les idees esbojarrades que finalment vam descartar, i per les imatges.

Gràcies, Silvia Amador per les imatges que estic usant a aquest projecte i per aguantar-me i animar-me a continuar quan no sabia com seguir amb el tema.

Gràcies també a la Manuela Moya, Primera Tinenta d'Alcalde, Regidora de Cultura, Coneixements i Relacions Cíviques de l'Ajuntament de Vila-Seca qui va fer possible tot això quan va posar-me en contacte amb el Jaume Folch.

També agrair a totes les persones qui han buscat informació durant anys. A tots vosaltres moltes gràcies.

## 8. Webgrafia/ bibliografia

ARIAS, Matilde; BARRACHINA, Jordi; CLOSAS. M. Carme; FERRER, Ramon. Biologia 2. Barcelona: Pau Claris, 2009

FOLCH, Jaume. El litoral de Tarragona més enllà de la platja. 2013

[https://www.jardineriaon.com/ca/biotopo.html#Que\\_es\\_el\\_biotopo](https://www.jardineriaon.com/ca/biotopo.html#Que_es_el_biotopo)

<https://ca.encyclopedia-titanica.com/significado-de-ecosistema>

<https://www.youtube.com/watch?v=lmWahrXu4OA>

<https://www.youtube.com/watch?v=geH6gTwcVV8>

diccionari de la llengua catalana, institut d'estudis catalans  
diccionari de català DIDAC

<https://www.abc.net.au/news/2022-03-26/eco-engineering-reef-design-lab-3d-printing-oceans-seawalls/100867924>

periòdic digital ABC news

