

# Bioindicadors Marins

Com els utilitzem per determinar la contaminació en les aigües



Tutor del Treball de Recerca: Àlex López-Duran López

Autor del treball: Roger Rovira Bargalló

Curs: 2n Batxillerat

Escola: Garbí Pere Vergés

Data: 2015-2016



GARBÍ  
PERE VERGÉS

# Índex

1.	Introducció.....	4
1.1	Què m'ha portat a fer aquest treball? .....	4
1.2	En què Consistirà?.....	4
1.3	Hipòtesis .....	4
2	Aigües costaneres catalanes .....	5
2.1	Què són i per a què ens servirà conèixer-les? .....	5
2.2	Tipologia: .....	6
2.3	El pendent del fons .....	6
2.4	Influència continental: .....	7
3	Estat ecològic de les aigües.....	8
3.1	Elements o factors fisicoquímics .....	8
3.2	Elements o factors hidromorfològics .....	9
3.3	Indicadors biològics.....	10
3.3.1	Fitoplàncton.....	11
3.3.2	Posidònia oceànica .....	11
3.3.3	Macroinvertebrats bentònics.....	11
4	Què són les algues?.....	12
5	Part pràctica del treball.....	14
5.1	En que consta el mètode CARLIT ? .....	14
5.2	Com aplicar el mètode CARLIT .....	15
5.2.1	Comunitats de macroalgues .....	17
5.2.2	Comunitats més rellevants per al mètode CARLIT.....	19
5.3	Resultats .....	23
5.3.1	El Garraf.....	23
5.3.2	Cap Roig.....	26

5.3.3	Calafat.....	28
6	Mesures preventives i correctores per reduir la contaminació marina	
	30	
6.1	Contaminació provinent de rius i rieres .....	30
6.2	Contaminació abocada als mars i costes .....	31
7	Conclusions .....	32
7.1	Conclusió primera hipòtesi .....	32
7.2	Conclusió segona hipòtesi.....	33
7.3	Conclusió tercera hipòtesi.....	34
8	Glossari: .....	35
9	Webgrafia: .....	37
10	Agraïments.....	38

# 1. Introducció

## 1.1 Què m'ha portat a fer aquest treball?

Des del moment que van dir que havíem de triar el tema del Treball de Recerca, vaig tenir clar que el meu objectiu seria fer-lo relacionat amb les ciències del mar i potser també sobre el medi ambient i/o química. Malgrat tot, desconeixia exactament quina especialització seria la definitiva.

Finalment vaig acabar decidint-me per la contaminació marina i quina és la influència que té amb els bioindicadors, ja que com a amant de la natura i la vida marina m'interessa el seu manteniment i almenys conèixer si ho estem fent bé aquí a Catalunya. Així que la meva pregunta va ser: podem identificar els nivells de contaminació en les costes catalanes a partir de bioindicadors marins?

## 1.2 En què Consistirà?

Aquest treball consistirà en fer un anàlisi a tres zones costaneres de Catalunya per tal d'observar si és possible obtenir l'índex de contaminació de les seves aigües, i si és així compara'ls per determinar quina és la zona amb una millor qualitat d'aigua. Les zones que seran analitzades són Cap Roig, el Garraf i Calafat.

S'ha de reconèixer que darrere l'ecologia marina i el tractament de les masses d'aigua, almenys europees, hi ha molta política, que actualment és regulada per la Directiva Marc de l'Aigua (aquest nom el trobarem diverses vegades al llarg del TR així que l'anomenarem DMA). Per això també es farà algun incís i explicació sobre el seu funcionament específic a Catalunya.

## 1.3 Hipòtesis

**És possible que la qualitat de l'aigua del Garraf tingui un nivell adequat ja que està relativament aïllat de grans ciutats i de zones industrialitzades.**

**Potser, Cap Roig té una baixa qualitat de l'aigua, degut a la seva proximitat a la desembocadura del riu Ebre, i a la població de l'Ampolla.**

**Potser la qualitat de l'aigua de Calafat serà baixa ja que es troba a prop de la central nuclear de Vandellòs.**

## 2 Aigües costaneres catalanes

### 2.1 Què són i per a què ens servirà conèixer-les?

És fonamental conèixer què són les aigües costaneres catalanes, ja que és el punt on la contaminació ens és més visible i ens serà més fàcil d'analitzar.

Per a determinar-la, necessitarem la zona on ens sigui més visible, que en el cas del mar ho són les costes degut al constant cicle de les ones i mareas.

Així que les aigües costaneres són la massa d'aigua que està en contacte o a una certa distància de la costa. Aquestes estan dividides jurídicament en dos parts; les aigües costaneres interiors i les territorials.

Les aigües interiors estan delimitades per una banda pel relleu costaner, i per l'altra per la línia base ( visible en el mapa d'aquesta mateixa pàgina ). En aquesta zona l'Estat adjacent és qui hi té jurisdicció completa. És normalment en aquestes aigües, on s'analitza la contaminació.

Les aigües territorials o jurisdiccionals són aquelles aigües situades des de la línia base fins a una milla nàutica mar endins i representen el límit de les aigües costaneres. En aquestes aigües altres Estats també hi tenen jurisdicció.

La mida de les aigües costaneres catalanes varia d' entre 4 a 12 milles nàutiques d'amplada mar endins. Cosa que podem veure amb més claredat en el següent mapa:



Mapa dels límits de les aigües costaneres catalanes.  
Font: ACA,2013

## 2.2 Tipologia:

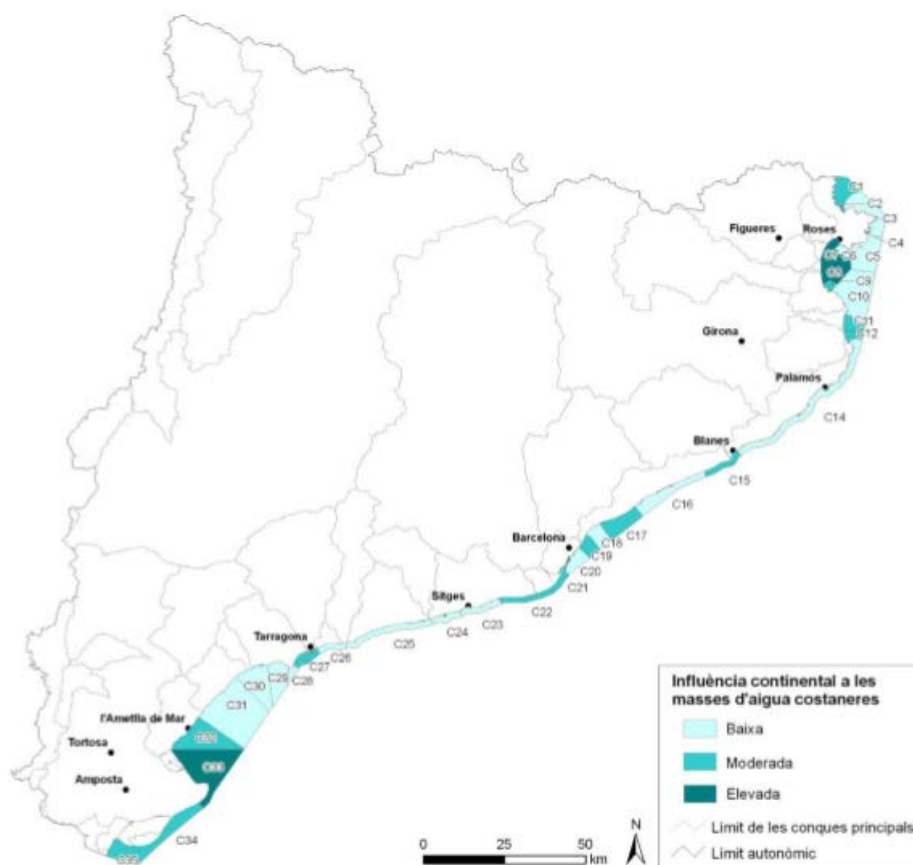
Les aigües costaneres catalanes tenen fins a 34 MA (masses d'aigua) que es diferencien en set tipus, segons els següents factors: la composició mitjana del substrat, el pendent del fons i la influència continental.

El fet de dividir les aigües costaneres en MA facilita el control de les pròpies aigües ja que estan agrupades segons característiques semblants i a l'hora de tractar-les o analitzar-les es pot fer individualment.








## 2.3 El pendent del fons

El pendent del fons serveix per mostrar sobre quin terreny es troba la zona o MA en qüestió. Això és útil a l'hora d'analitzar les seves espècies ja que depenent del tipus de substrat on es trobin hi haurà un tipus de biodiversitat o un altre.

A l'hora de mesurar el substrat, s'inclouen la profunditat, la distància de la costa i el terreny. Així es té en compte la llum que es rep del sol, si té o no influència humana i si és troba en un terreny rocós o sorrenc. Podem trobar un exemple d'aquests valors en la taula de la següent pàgina.



Mapa de la influència continental en les MA de Catalunya.  
Font: ACA,2013

Tipus	Característiques	Massa d'aigua
<b>Rocallós profund, baixa influència continental (5 MA)</b> 	<i>Composició mitjana del substrat:</i> Estable. <i>Pendent:</i> més de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa. <i>Influència continental:</i> MA no directament afectades per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana > 37,5 psu.	Cap de Creus (C03) Cap Norfeu (C05) Canyelles (C06) Montgrí (C10) Begur - Blanes (C14)
<b>Rocallós profund, moderada influència continental (4 MA)</b> 	<i>Composició mitjana del substrat:</i> Estable. <i>Pendent:</i> més de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa. <i>Influència continental:</i> MA lleugerament afectades per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana entre 34,5 i 37,5 psu.	Portbou - Llançà (C01) Badia del Port de la Selva (C02) Badia de Cadaqués (C04) L'Escala (C09)
<b>Sorrenc somer, baixa influència continental (10 MA)</b> 	<i>Composició mitjana del substrat:</i> Inestable. <i>Pendent:</i> menys de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa. <i>Influència continental:</i> MA no directament afectades per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana > 37,5 psu.	Pineda de Mar - Mataró (C16) Montgat - Badalona (C18) Barcelona (C20) Sitges (C23) Vilanova i la Geltrú (C24) Cubelles - Altafulla (C25) Tarragona Nord (C26) Salou - Cambrils (C29) Cambrils - Monroig del Camp (C30) Vandellós i l'Hospitalet de l'Infant (C31)
<b>Sorrenc somer, moderada influència continental (8 MA)</b> 	<i>Composició mitjana del substrat:</i> Inestable. <i>Pendent:</i> menys de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa. <i>Influència continental:</i> MA lleugerament afectades per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana entre 34,5 i 37,5 psu.	Mataró - Montgat (C17) Sant Adrià de Besòs (C19) Llobregat (C21) El Prat de Llobregat - Castelldefels (C22) Tarragona - Vila-seca (C27) L'Ametlla de Mar (C32) Delta Sud (C34) Alcanar (C35)
<b>Sorrenc somer, elevada influència continental (3 MA)</b> 	<i>Composició mitjana del substrat:</i> Inestable. <i>Pendent:</i> menys de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa. <i>Influència continental:</i> MA força influïdes per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana < 34,5 psu.	Roses - Castelló d'Empúries (C07) Sant Pere Pescador - Fluvià (C08) Delta Nord (C33)
<b>Sorrenc profund, baixa influència continental (1 MA)</b> 	<i>Composició mitjana del substrat:</i> Inestable. <i>Pendent:</i> més de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa. <i>Influència continental:</i> MA no directament afectades per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana > 37,5 psu.	Cap de Salou (C28)
<b>Sorrenc profund, moderada influència continental (3 MA)</b> 	<i>Composició mitjana del substrat:</i> Inestable. <i>Pendent:</i> més de 40 m de profunditat a una milla de distància de la costa. <i>Influència continental:</i> MA lleugerament influïdes per aportacions d'aigua dolça; salinitat anual mitjana entre 34,5 i 37,5 psu.	Torroella de Montgrí - El Ter (C11) Pals (C12) Blanes - Pineda de Mar (C15)

Taula que indica la tipologia morfològica del substrat, vinculada amb el mapa pàgina 5.  
Font: ACA, 2013

## 2.4 Influència continental:

La influència continental, com indica el propi nom, és la influència i similitud que tenen les aigües costaneres catalanes amb el continent Europeu. Això es pot mesurar segons el grau de salinitat de les masses d'aigua.

A Catalunya, la influència continental es mesura en tres graus: baixa, moderada i elevada. Que en la mesura estàndard equivalent al type I, type II, type III. Aquests tres graus d'influència continental es basen en la variació de la densitat o salinitat mitjana anual, tenint en compte que la temperatura mitjana és de 18°C. Aquesta, és la normativa vigent, derivada de l'antiga on només es mesuraven dos factors: influència fluvial o sense influència fluvial. Modificació que va permetre tenir en compte les aportacions d'aigua dolça del continent, i tot i això és susceptible a altres canvis.

Influència continental (Catalunya)	Influència continental (UE)	Densitat (kg m <sup>-3</sup> )	Salinitat (psu)
Elevada	Type I	<25	< 34,5
Moderada	Type II	25 ≤ d < 27	34,5 ≤ Sal < 37,5
Baixa	Type III	≥27	Sal ≥ 37,5

Taula que indica la tipologia de influència continental.  
Font: ACA, 2013.

## 3 Estat ecològic de les aigües

L'estat ecològic és la mesura de la qualitat, de l'estructura i del funcionament dels ecosistemes aquàtics. Per això és clau determinar en quin punt és troba la zona en qüestió per tal de controlar la salut i la qualitat tant de la seva MA com de les seves espècies.

Per determinar l'estat ecològic de les aigües costaneres segons la **DMA** s'avaluaran els elements biològics, fisicoquímics i hidromorfològics (Tot i això, l'ús dels indicadors hidromorfològics a Catalunya no és encara aplicable). A partir d'aquests elements s'obtidran 5 categories de qualitat: Molt Bo, Bo, Mediocre, Deficient i Dolent, que de forma combinada avaluaran l'estat ecològic.

### 3.1 Elements o factors fisicoquímics

Els elements fisicoquímics es divideixen en dos grups, els contaminants específics i les condicions generals tot i que normalment van donats de la mà.

Els contaminants específics són totes aquelles molècules inorgàniques que es troben en baixes quantitats de forma natural en el medi i que degut a l'acció humana es poden disparar en nombre, causant un **impacte ambiental** ; com són els valors de nitrats, nitrits, amoni, fosfats i la conductivitat. Per tant els contaminants específics engloben més aviat l'apartat químic.

Per altra banda les condicions generals són les propietats físiques que es troben en els ecosistemes dels rius i mars . Els factors que s'hi inclouen segons la **DMA** són: la transparència, les condicions tèrmiques, les condicions d'oxigenació i la salinitat.

Tot i això a Catalunya s'ha proposat treballar només amb els paràmetres de salinitat i nutrients ja que els altres factors hi queden implícits.

**La conductivitat** és el paràmetre que ens mostra el nivell de salts minerals en l'aigua sovint alterada de forma **antropogènica**. Aquesta es mesura en tres graus:

- El grau menor és el de les aigües poc mineralitzades, aigües sense cap influència humana, per tant sense cap tipus d'abocament important
- El segon grau consta d'aigües mitjanament mineralitzades, que bé poden ser donades a terme de forma natural o degut a una influència humana. Com poden ser les aigües de petites poblacions.
- I en l'últim grau aigües altament mineralitzades, segurament afectades per abocaments d'aigües residuals, o degut a una formació natural específica segons la geologia de la zona. Aigües ja perjudicials per a la salut.



**Els nitrats i els fosfats** són els indicadors de l'**estat tròfic** d'una massa d'aigua i per tant la seva **eutrofització**. S'empren mesures diferents per al seu anàlisi tot i que finalment es posen les dades en comú.

Els nitrats són sals químiques que podem trobar fàcilment en excés en aigües no tractades degut a **impactes ambientals** degut a l'abocament de residus a rius i a l'activitat **agrònòmica**. Per als humans, una ingesta d'alta quantitat de nitrats comporta l'augment de la **metahemoglobina** en el sistema circulatori, i per tant pot causar una anèmia (metahemoglobinèmia).

**L'Amoni** és indicador de la toxicitat i té en compte el PH. A altes quantitats d'amoni el grau de toxicitat pot arribar a ser realment perjudicial per als organismes afectats.

### **3.2 Elements o factors hidromorfològics**

Com s'ha mencionat abans, actualment els paràmetres dels indicadors hidromorfològics no s'avaluen a Catalunya per al seguiment ecològic del mar ja que segons la **DMA** són considerats com a paràmetres de fàcil modificació i els seus resultats no són realment concloents per a mar obert. En canvi sí són avaluables en l'anàlisi de rius i llacs.

Aquests factors avaluen la diferència entre les característiques hidrològiques i geomorfològiques actuals dels rius i com serien les característiques dels rius en absència d'alteracions antropogèniques. Per a mesurar-ho s'utilitzen: els indicadors hidrològics ( com ara el compliment dels **cabals de manteniment**), indicadors de la continuïtat fluvial i indicadors de les condicions morfològiques.

### 3.3 Indicadors biològics

Els indicadors biològics són els més interessants per a aquest treball de recerca i són els que ens mirarem amb més deteniment i analitzarem amb més profunditat.

Primerament s'ha de saber que els indicadors biològics són totes aquelles espècies o tipus d'espècies que reflecteixen fàcilment l'estat **biòtic** o **abiòtic** del medi ambient en que es troben. Per tant són els indicadors més visibles i senzills per a conèixer les condicions mediambientals d'un ecosistema, en el nostre cas del de les aigües costaneres catalanes.

Per a determinar la contaminació en les aigües costaneres s'utilitzen bioindicadors marins **autòctons** per tal que els resultats que s'obtinguin siguin el més fiables possible. Ja que en el cas de prendre-li una mostra a un animal que recorri amplies distàncies en poc temps o que sigui migratori, probablement les dades que obtindrem seran d'una altra zona. A més a més, el fet d'analitzar una espècie **endèmica** permet tenir una continuïtat i en el cas de la repetició d'anàlisis es possible veure l'evolució que ha patit.

Els bioindicadors més comuns per a detectar la contaminació del Mediterrani són els que apareixen en la taula següent. Cal saber que cada un requereix un mètode i uns anàlisis diferents per a determinar la contaminació de les MA i és aquí on s'apliquen les dades del mapa de la pàgina 5.

Indicadors	Elements	Paràmetres	Mètriques utilitzades a Catalunya
<b>Biològics</b>	Fitoplàncton	Composició, abundància i biomassa de fitoplàncton i freqüència i intensitat de proliferacions algals.	Concentració de clorofil·la-a (indicador de biomassa)
	Macroalgues	Composició, recobriment i abundància d'altra flora aquàtica	Mètode CARLIT
	<i>Posidonia oceanica</i>		Índex POMI
	Macroinvertebrats bentònics	Composició i abundància de la fauna bentònica d'invertebrats	Índex MEDOCC

Taula que explica els diferents mètodes d'anàlisis de contaminació en l'aigua segons els seus bioindicadors.  
Font: ACA,2013

El mètode CARLIT serà explicat en l'apartat de part pràctica.

### 3.3.1 Fitoplàncton

El fitoplàncton és l'agrupació de microorganismes fotosintètics que estan suspesos en les MA, com per exemple són les microalgues i els flagel·lats. És un gran bioindicador de diversos factors:

El fet de ser la base de les xarxes tròfiques marines permet que a partir de la seva observació es puguin treure conclusions sobre moltes altres espècies que es situen per sobre d'ell en la xarxa tròfica.

Degut a la seva sensibilitat als canvis mediambientals és un gran indicador de la mineralització de l'aigua i tèrmic. I en jugar un paper fonamental en l'equilibri del CO<sub>2</sub> també és un bon indicador per a la contaminació biològica i per a l'eutrofització. Per tal d'obtenir aquestes dades es requereix mesurar la quantitat de clorofil·la i la salinitat.

Tot i això degut als seus cicles vitals i a la seva sensibilitat als canvis mediambientals la informació que proveeixen és a curt termini i per tant a l'hora de voler fer un seguiment de la zona és poc eficient.

### 3.3.2 Posidònia oceànica

La posidònia oceànica és una **fanerògama marina** endèmica del mediterrani. Té una gran rellevància ecològica ja que és llar de molts tipus d'organismes, com ara mol·luscos, crustacis, eriçons, peixos i **epífits**. Degut a que les seves fulles mesuren uns 50 cm i forma uns prats gegantins de fins a 15km és ideal per a que diferents espècies puguin amagar-se dels seus depredadors i aprofitar els seus nutrients. Altres espècies com els epífits i filtradors prefereixen recobrir les seves fulles. El fet d'abastar tant terreny i amb una certa alçada fa que freni la massa d'aigua generant un alçament de partícules suspeses, que serveixen com aliment per els epífits i altres filtradors com ara les esponges.

És una planta que floreix a la tardor i fa uns fruits anomenats "olives de mar" que apareixen entre el maig i el juny

### 3.3.3 Macroinvertebrats bentònics

Els macroinvertebrats bentònics són tots aquells organismes que mesuren entre 3 i 5 mil·límetres ( són visibles al ull humà ) i viuen en les profunditats de rius i llacs adherits al seu sòl. La gran majoria són artròpodes.

Com a bioindicadors marins tenen un seguiment més continu que no pas el fitoplàncton i són bons indicadors tant d'agents fisicoquímics com de hidromorfològics.

## 4 Què són les algues?

Hem parlat sobre que el mètode CARLIT es basa en l'anàlisi de macroalgues, i hem especificat quines macroalgues són les que es tenen en compte, però què és realment una alga?

Les algues són essers eucariotes que realitzen la fotosíntesi, per tant són essers autòtrofs fotosintètics, siguin unicel·lulars o pluricel·lulars. Fins aquí, les algues pluricel·lulars podrien ser plantes. Però el fet que les diferencia és que totes les algues posseeixen un sol teixit anomenat tal·lus (el tal·lus no és el mateix per totes les algues), per tant només tenen un tipus de cèl·lules, amb l'excepció dels gàmetes i espores, i no tenen els teixits diferenciats. Formen part del regne dels protists.

Viuen a l'aigua o en llocs molt humits, i es poden trobar en suspensió (com es el cas del fitoplàncton) o fixades a una superfície. Es poden reproduir asexualment per gemmació, bipartició o mitjançant espores i sexualment mitjançant gàmetes.

Les algues formen un grup **polifilètic** i els seus membres són:

### Algues blaves:

Les algues blaves són en realitat un tipus d'organisme procariota, denominats cianobacteris i pertanyen al regne Monera. Poden formar grans masses macroscòpiques d'aspecte semblant a les algues tot i realment no ser-ho, aquesta confusió és la que les ha portat a estar catalogades com algues. Les cianobactèries són les principals productores d'oxigen a la terra.

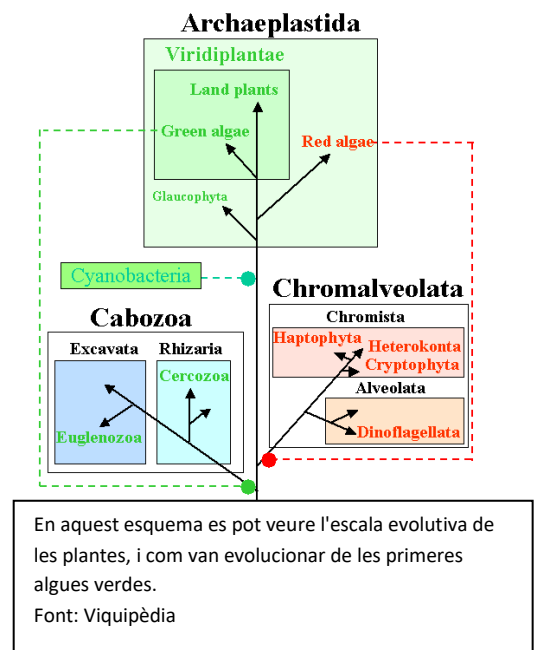
### Algues flagel·lars:

Són algues unicel·lulars que tenen un o més flagels.

Formen part del fitoplàncton.

### Algues brunes:

Són algues pluricel·lulars en les quals la clorofil·la està emmascarada per un pigment de color marró. La majoria viuen fixes en els substrats. Encara que el seu aspecte sigui com el de plantes superiors, ja que el seu únic teixit és el tal·lus. El seu cos està cobert de substàncies mucilaginoses, la qual cosa els permet suportar emersions llargues fora



de l'aigua i viure en zones de marea. Poden arribar a tenir grans dimensions. De vegades, tenen flotadors que les mantenen erectes.

#### **Algues vermelles:**

Es caracteritzen per l'absència de cèl·lules flagel·lades, la presència de pigments bilicromoproteïds i ficobilisomes (complexos supramoleculars captadors de llum) i la substitució del midó en els cloroplasts per midó de florideas.

#### **Algues grogues o diatomees:**

La clorofil·la està emmascarada per un pigment groc, i el seu cos està protegit per una mena d'estoig de sílice.

#### **Algues verdes:**

Són algues unicel·lulars o pluricel·lulars de color verd, degut a la seva alta concentració de clorofil·la. Viuen en aigües riques en sals minerals, a les quals donen un color verd intens. Abunden en aigües dolces, i també viuen en el mar i fins i tot en la terra humida.

#### **Plantes superiors:**

Les plantes vasculars, cormòfits o traqueobionts (Tracheobionta) són un subregne de les plantes que tenen teixits especialitzats per a conduir l'aigua. Aquest fet els permet créixer molt més que els **briofitins**. Hi ha espècies superiors que habiten sota l'aigua, anomenades hidròfites i no s'han de confondre amb les algues ja que aquestes sí tenen teixits diferenciats .

Els cormòfits es divideixen en dos grups, els pteridòfits, que es reproduïxen per espores i els espermatòfits, que es reproduïxen per llavors.

## 5 Part pràctica del treball

El treball pràctic consta en cartografiar les comunitats de macroalgues en tres zones costaneres de Catalunya aplicant el mètode CARLIT. He triat aquest mètode per falsar la meva hipòtesi ja que és el vigent a Catalunya.

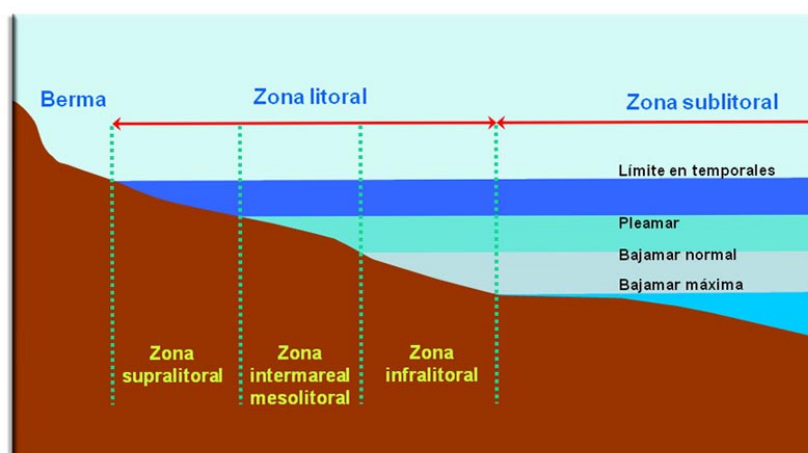
### 5.1 En que consta el mètode CARLIT ?

El mètode CARLIT (mètode elaborat pel **CSIC**) analitza la qualitat ambiental de l'aigua a partir de la cartografia de les **comunitats litorals** de macroalgues al llarg de les costes catalanes de tipologia rocallosa. S'analitzen les comunitats de macroalgues del litoral, ja que són les que trenquen l'onatge, el qual porta la contaminació de la zona. Per tant el litoral és on la contaminació és més visible.

En comparació amb altres mètodes d'anàlisi de qualitat de MA, el CARLIT, és un mètode fàcil, econòmic i ràpid, és per això que és el mètode vigent a Catalunya. També és pot complementar puntualment amb el mètode BENTHOS (el mètode d'anàlisi de MA a partir de macroinvertebrats) en el cas de voler afinar els resultats obtinguts pel mètode CARLIT.

Aquest mètode només és aplicable en les zones rocalloses. Tot i que la zona hagi estat tipificada com a sorrenca és possible fer la cartografia igualment ja que les mostres es prenen del litoral.

Els resultats s'obtenen a partir d'una avaluació visual de les comunitats situades entre els estatges mediolitoral inferior i infralitoral superior. Aquest mètode es basa en les comunitats que s'hi troben i la seva abundància i sensibilitat a canvis ambientals. Ja que l'estudi de la zona és visual l'època més recomanable per aplicar el mètode CARLIT són els mesos entre abril i juny, sobretot el maig, ja que és l'època on les comunitats litorals són més visibles.



Imatge que mostra les diferents zones de costa segons la fondària.  
Font: biologiasur.org

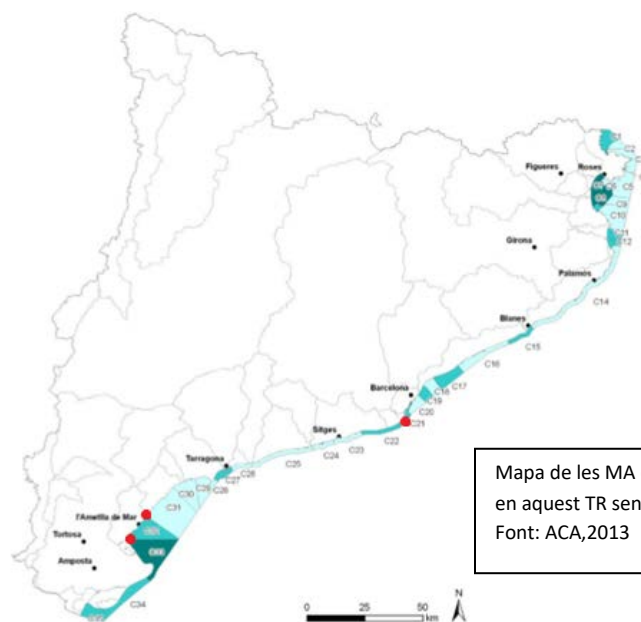
Hem dit que el mètode CARLIT és un mètode econòmic, fàcil i ràpid, això és degut a que la seva aplicació consta en vorejar el litoral amb una embarcació des de la qual es fa un mostreig a ull nu dels tipus d'espècies i densitat de macroalgues situades a l'infralitoral superior i al mediolitoral inferior. El mostreig consta en una presa de fotografies de les macroalgues, tram a tram, on hi sigui visible la seva biodiversitat i densitat, el substrat on hi pertanyen i a més un full de dades amb els trams on s'hi troba cada espècie. En cas de dubte, és possible també prendre mostres pel posterior anàlisi en el laboratori. Aquests processos impliquen un baix cost econòmic ja que només excepcionalment requereixen la presa de mostres i un anàlisi en el laboratori.

Així doncs, el pressupost i mitjans necessaris es limiten a: una embarcació amb autonomia suficient per al trajecte, una carta nàutica o suport gràfic impermeable a una escala de 1:5.000, càmera submergible i neoprens (pel cas de necessitar captar imatges des de l'aigua).

Pel que fa a la meua part pràctica, la observació s'ha realitzat vorejant a peu tres zones costaneres de Catalunya. Hem de tenir en compte, que la zona estudiada abasta poc terreny i per tant els resultats obtinguts són només vàlids per aquesta.

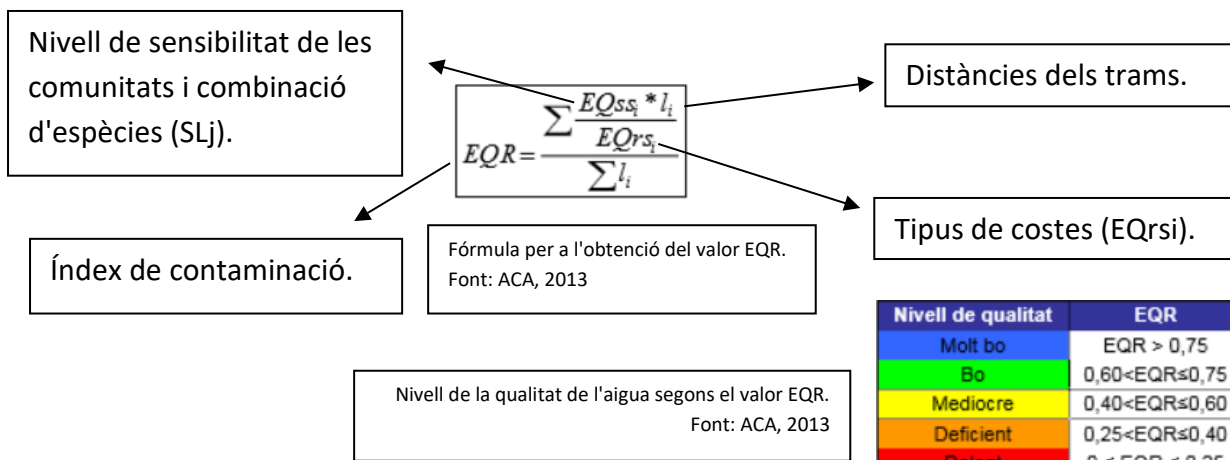
## 5.2 Com aplicar el mètode CARLIT

El meu treball pràctic consta en l'aplicació el mètode CARLIT en zones de Calafat (MA C31) , Cap Roig (MA C32) i El Garraf (MA C23).



Mapa de les MA de Catalunya amb les zones cartografiades en aquest TR senyalitzades.  
Font: ACA,2013

L'objectiu final del mètode CARLIT és l'obtenció d'un valor que indiqui l'índex de contaminació en l'aigua, aquest valor s'anomena EQR i s'exposa de 0 a 1 (0 aigües molt contaminades, 1 aigües amb un bon estat). Per a obtenir el valor EQR hi ha una fórmula que té en compte el tipus de costa i les comunitats de macroalgues.



Nivell de la qualitat de l'aigua segons el valor EQR.  
Font: ACA, 2013

Nivell de qualitat	EQR
Molt bo	EQR > 0,75
Bo	0,60 < EQR ≤ 0,75
Mediocre	0,40 < EQR ≤ 0,60
Deficient	0,25 < EQR ≤ 0,40
Dolent	0 ≤ EQR ≤ 0,25

Situació (i)	Tipus de costa	Artificialitat	EQrsi
1	Blocs decimètrics	Artificial	12,06
2	Costa baixa	Artificial	11,86
3	Costa alta	Artificial	8,00
4	Blocs decimètrics	Natural	12,20
5	Costa baixa	Natural	16,61
6	Costa alta	Natural	15,25

Taula que especifica els valors que té la morfologia de la costa en la fórmula del EQR .  
Font: ACA, 2013

Aquesta taula de valors mostra les situacions definides en base als paràmetres morfològics, tipus de costa i artificialitat, on es troben les poblacions de macroalgues . Com es pot veure a simple vista els valors de les costes artificials són més baixos, això es degut a que les costes artificials han estat creades més recentment i no han deixat temps per al desenvolupament de les comunitats macroalgues i també per la composició dels seus materials. El valor morfològic en la fórmula del EQR actua com a dividend. Això comporta que els valors artificials siguin inferiors als de les costes naturals ja que s'espera una menor població de macroalgues. Per el resultat que una comunitat sana de macroalgues indicarà millor qualitat de l'aigua en una zona artificial simplement perquè se suposa que haurà tingut més dificultats en el seu desenvolupament.



També es pot veure que els valors de costa baixa són més alts que els de la alta i que els dels blocs decimètrics. Això Per a la fórmula del EQR els tipus de costes actuen com a EQrsi.

### 5.2.1 Comunitats de macroalgues

En la taula de dades següent apareixen totes les comunitats de macroalgues del litoral de Catalunya que s'apliquen en el mètode CARLIT usades com a bioindicadors marins. A l'hora d'aplicar aquestes dades es posa una major atenció sobre les comunitats dominants tot i que també s'han de tenir en compte la resta perquè també ens aporten una informació important sobre l'estat ecològic.

Recull de comunitats: Af: Algues fotòfiles; Cc: *Cystoseira compressa*; Cm: *Cystoseira mediterranea*, C spp: *Cystoseira* spp; Cer: Ceramials; Ciano: Cianofícies; Co: Coralina; Gel: Gelidium; Halip: *Haliptilon virgatum*; Hyp: Hypnea; Inc: algues incrustants; L: *Lithophyllum*; M: Mytilus; Ost: ostres; Pat: Patella; T: Trottoir; U: Ulvàcies. Tot i que el mytilus, la patella i les ostres no són macroalgues també s'usen com a bioindicadors.

Comunitats	SLj
<b>C spp (batut)</b>	20
<b>C spp (calmat)</b>	20
<b>Cm 4-5</b>	20
<b>Cm 5</b>	20
<b>Dendropoma</b>	20
<b>Fanerògames</b>	20
<b>T</b>	20
<b>Cm 4</b>	19
<b>Cm 4-5 +U</b>	19
<b>Af + C spp (calmat)</b>	18
<b>Cm 4+ U</b>	18
<b>Cc + Cm 5</b>	16
<b>Cm 3-4</b>	16
<b>Cm 3</b>	15
<b>Hyp</b>	15
<b>Cc + Cm 4</b>	14
<b>Cm 2-3</b>	14
<b>Cm 3 + U</b>	13

<b>Af</b>	12
<b>Cc</b>	12
<b>Cc + Cm 3</b>	12
<b>Cm 2</b>	12
<b>Cc + Cm 1 o 2</b>	10
<b>Cm 1</b>	10
<b>Cm 2 + U</b>	10
<b>Halip</b>	10
<b>Co</b>	8
<b>Cm 1 + U</b>	8
<b>Gel</b>	8
<b>Co + U</b>	7
<b>Gel + M</b>	7
<b>Cer</b>	6
<b>Gel + U</b>	6
<b>Inc</b>	6
<b>L o (L + M)</b>	6
<b>M</b>	6
<b>Ost</b>	6
<b>Pat o (Pat + U + Co)</b>	5
<b>Co + Ciano</b>	4
<b>L + U</b>	4
<b>M + U</b>	4
<b>M + U + ciano</b>	3
<b>U</b>	3
<b>Ciano + M + Ost o (Ciano + U)</b>	2
<b>Ciano</b>	1

Taula de dades que especifica el valor de cada comunitat de macroalgues per a la fórmula del codi EQR.  
Font: ACA, 2013

## 5.2.2 Comunitats més rellevants per al mètode CARLIT

### Cianofícies:

Les cianofícies o actualment anomenades cianobactèries són les algues blaves que com ja hem explicat, realment no són algues. Un fet curiós és que es creu que la seva producció massiva d'oxigen va ser la causa de la transformació de la primitiva atmosfera reductora en una atmosfera oxidant fa uns 2.000 milions d'anys, fet que va comportar la mort de moltes formes de vida, però una explosió de biodiversitat.

### Algues fotòfiles:

Les comunitats d'algues fotòfiles es desenvolupen en el supralitoral, on la llum té major incidència, d'aquí ve el seu nom. Aquestes comunitats tenen un important paper ecològic com a productores primàries i com a proveïdores de refugis per a una gran biodiversitat d'espècies.

### *Cystoseira*:

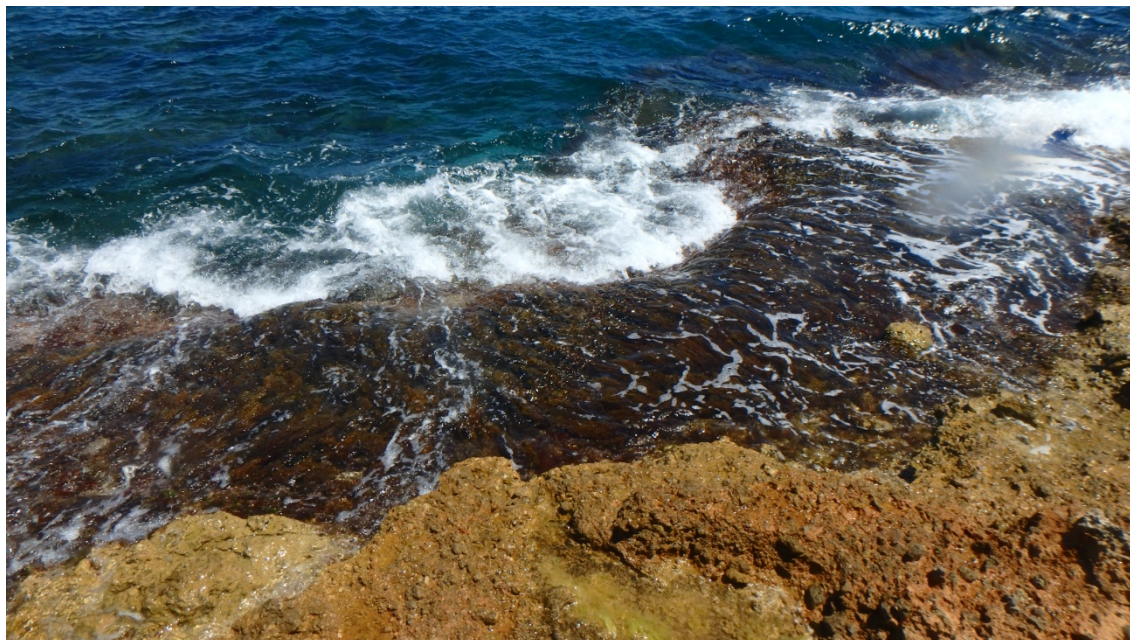
La *cystoseira* és un gènere d'algues brunes (tenen un to marronós) molt sensibles a la contaminació, i acostumen a trobar-se en climes temperats, són caracteritzades per posseir una estructura vertical molt marcada. El 80% de les poblacions de *cystoseira* al món es troben al Mediterrani.

### *Cystoseira spp*:

Aquestes comunitats es caracteritzen per tenir una elevada complexitat estructural i una **dinàmica poblacional** lenta. Formen boscos longeus amb individus de més de 50 anys. Degut a la seva dinàmica poblacional són comunitats altament sensibles a diverses perturbacions, com són l'augment de terbolesa de l'aigua, l'eutrofització, els efectes erosius de les xarxes de pesca i les àncores, la sobrepastura dels eriçons i als efectes de les espècies invasores. Per tant són un bioindicador d'aigües en un estat ecològic idoni.

### *Cystoseira mediterranea*:

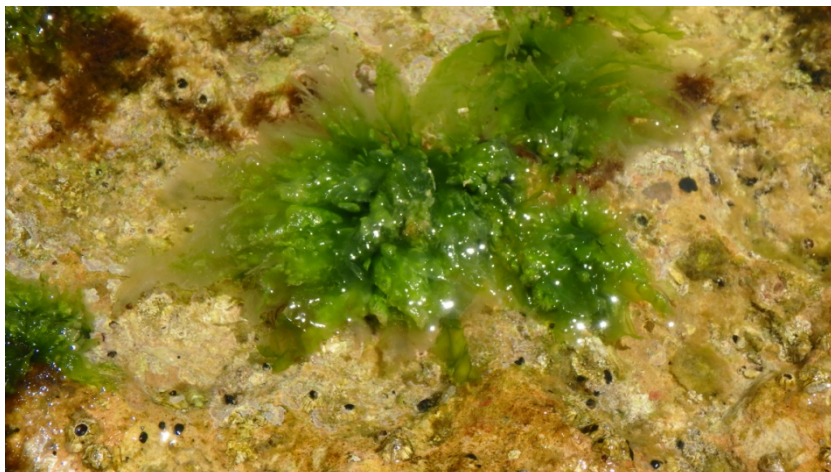
Les comunitats de *cystoseira mediterranea* es troben en el trencall de les ones degut a la seva necessitat d'una alta concentració d'oxigen. Són endèmiques del mediterrani i requereixen aigües amb un índex de contaminació baix i ben il·luminades. Es caracteritza per contenir una elevada concentració d'aerocist encadenats que manté en flotació l'alga fent que segueixi la corrent.



Imatge d'una comunitat de *cystoseira mediterranea*  
Font: Presa de camp.

### Ulvàcies:

Són una família d'algues verdes de tal·lus filamentós o tubular. Es troben en abundància sobretot a prop de zones urbanes ja que consumeixen matèria orgànica provinent del clavegueram, són indicadors d'eutrofització (una alta concentració indica que l'aigua està eutrofitzada).



***Cystoseira compressa:***

Alga **cespitosa** fotòfila, varia la seva mida hidrodinamisme on es trobi, pocs centímetres tèrboles i aproximadament mig metre en Té uns **cauloïdes** generalment curts, aplanats i seva ramificació també varia segons el hidrodinamisme i al final de les seves branques els **receptacles**.

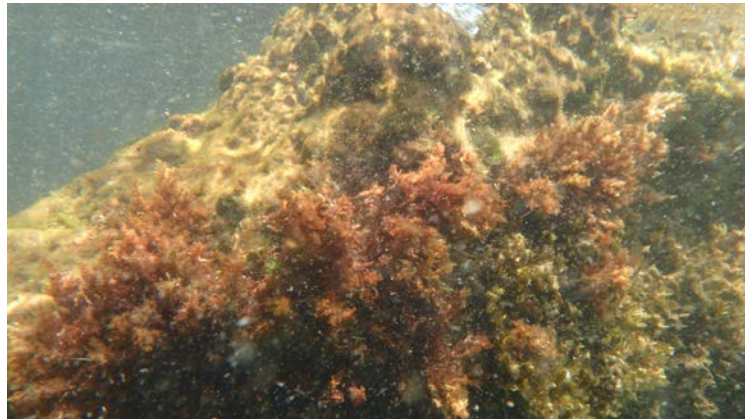


Imatge d'una comunitat de *cystoseira compressa*.  
Font: Presa de camp.

segons el en aigües calmades. llisos. La es troben

***Laurencia:***

És una alga vermella fotòfila que habita en el infralitoral per tal de captar el màxim de llum amb un màxim d'alçada de 10 cm. El seu color segon l'espècie de verd oliva a lila fosc. També l'espècie, seves idònies, en el laurencia papillosa, aigües l'altra en



possible, pot variar segons varien les condicions cas de la obtusa i la l'una viu en calmades i tèrboles.

Imatge d'una comunitat de *laurencia obtusa*.  
Font: Presa de camp.

### **Coral·lina:**

Alga vermella molt calcificada, embrancada en articulacions i freqüent en les costes mediterrànies. Les comunitats de Coral·lina acostumen a trobar-se apartades de les zones urbanes, degut a que hi ha una menor proliferació de residus, on formen estructures rosades de forma cespitosa.



Imatge d'una comunitat de coral·lina.  
Font: Presa de camp.

### ***Lithophyllum*:**

El *lithophyllum* és un **coral·ligen esciòfil** que s'organitza en una estructura complexa que dona refugi a un gran nombre d'espècies algals i animals. Malauradament comunitats de *lithophyllum* externes al mediterrani han estat patint greus impactes. I actualment les mediterrànies pateixen els efectes de dues grans perturbacions: els esdeveniments de mortalitat massiva lligats a l'escalfament del Mediterrani i l'arribada d'espècies invasores.

## 5.3 Resultats

### 5.3.1 El Garraf

El dia 15 de juliol de 2016 vaig cartografiar un zona costanera del Garraf (MA C23) per tal d'obtenir el codi EQR que indicaria la seva contaminació, mitjançant el mètode CARLIT. El mètode CARLIT, com hem mencionat abans, només és aplicable en substrats rocallosos, per tant, com es visible en la imatge, es negligeixen els valors que aportaria la platja ja que hi és impossible el creixement de macroalgues.



Llegenda de la morfologia	
Situació (i)	Color del tram intern
1	Blau fosc
2	Verd fosc
3	Groc
4	Cian
5	Verd clar
6	Vermell

Font: Pròpia.

Per analitzar la imatge l'hem de separar dos parts, per una tenim les línees externes, que indiquen la comunitat de macroalgues dominant, i per l'altra les internes, que indiquen la tipologia. Aquest mètode d'organització serveix simplement per fer-se una idea i es veurà també en les altres zones.

La línia externa en aquesta imatge és uniforme i de color rosat, ja que representa la coral·lina que es troba al llarg de tots els trams. Tot i això també hi han colònies d'ulvàcies, importants de tenir en compte a l'hora de buscar l'EQR ja que modifiquen els resultats.

En la pàgina 16 hem pogut veure quins són els valors tant dels paràmetres morfològics (apareixen en la llegenda de la imatge) com els de la biodiversitat i densitat de macroalgues, que ara hauré d'aplicar.

La morfologia es separa segons la seva artificialitat i també segons la seva estructura. Cal saber diferenciar els blocs decimètrics, de la costa alta i baixa, ja que sinó es fes els resultats finals obtinguts pel mètode CARLIT tindrien un marge d'error molt gran.

La costa baixa és la més freqüent a Catalunya (sobretot a la costa daurada) i és la costa composta per una massa uniforme de roca inamovible, és la morfologia més òptima per al creixement de les macroalgues. En canvi els blocs decimètrics són aquells que la marea poden arrossegar o moure en petites o grans distàncies dificultant-hi el creixement de macroalgues. Finalment la costa alta és aquella, que com es pot suposar, és més elevada, com són els penya-segats, i causen més hores d'ombra a les seves comunitats.

Durant la cartografia de la zona la qual vulguem analitzar la contaminació, hem de prendre mostres fotogràfiques representatives sobre les comunitats de macroalgues, apuntant la longitud de cada tram, que és individual per a cada comunitat de macroalgues dominant i per cada tipus morfològic de terreny. Per tant a cada canvi de comunitat o tipologia morfològica finalitza un tram, i finalment es fa un sumatori de cada un i es divideix entre el total de metres recorreguts.

En el cas del Garraf vaig recórrer quatre trams: 109 metres coral·lina blocs decimètrics artificial; 50 metres coral·lina més ulvàcies blocs decimètrics natural; 153 metres coral·lina blocs decimètrics natural; 144 metres coral·lina costa alta.

Sumatori de cada tram.

$$EQR = \frac{\sum EQ_{ss_i} * l_i}{\sum l_i}$$

Obtingudes les dades només cal posar-les a la fórmula i solucionar-la. Els metres es substitueixen per  $l_i$ , les comunitats de macroalgues per  $EQ_{ss_i}$  i la tipologia morfològica per  $EQ_{rs_i}$ .

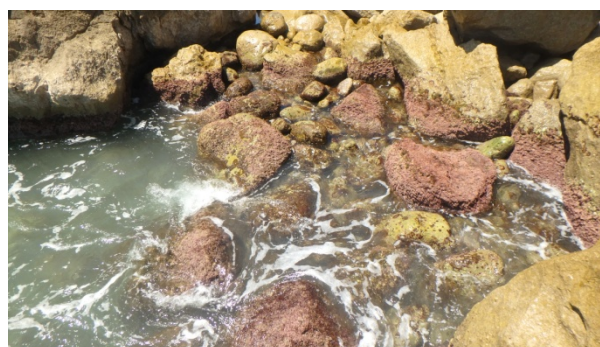


$$\frac{\frac{8 \times 109}{12,06} + \frac{7 \times 50}{12,20} + \frac{8 \times 153}{12,20} + \frac{8 \times 144}{15,25}}{456} = 0,609$$

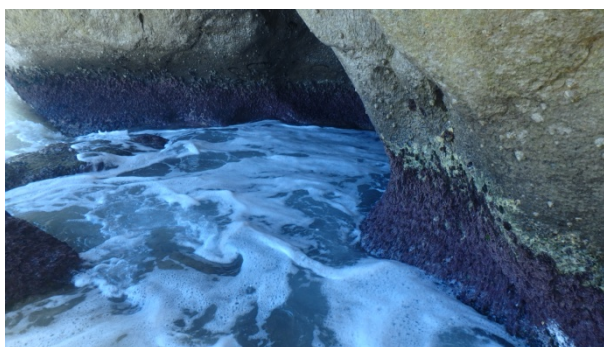
Finalment el valor obtingut és de 0,61 (recordem que és en una escala sobre 1) per tant l'estat de les aigües del Garraf segons la ACA és bo. En la pàgina 16 estan els valors EQR relacionats als estats de les aigües.



Comunitat de coral-lina i ulvàcies amb una baixa densitat. Blocs decimètrics naturals.  
Font: Pròpia el Garraf 15-7-2016



Comunitat de coral-lina en blocs decimètrics naturals.  
Font: Pròpia el Garraf 15-7-2016



Comunitat de coral-lina en costa alta.  
Font: Pròpia el Garraf 15-7-2016

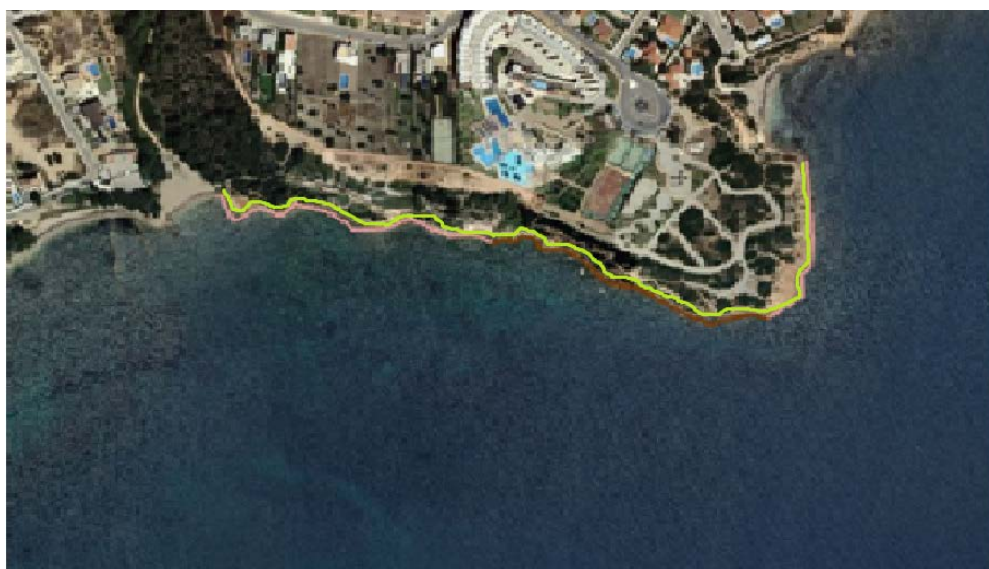


Comunitat de coral-lina en blocs decimètrics artificials

### 5.3.2 Cap Roig

El dia 15 de juliol vaig anar a la zona de Cap Roig, una zona molt urbanitzada però amb una aigua molt clara.

El relleu costaner de Cap Roig (MA C32) és en la seva totalitat morfològica de costa baixa. Les seves comunitats de macroalgues dominants que trobem són la *cystoseira compressa*, la coral·lina també tornen a aparèixer algunes comunitats de ulvàcies en el tram més proper a la platja. Per tant hi ha una mica més de biodiversitat que a Garraf.



En la zona de Cap Roig vaig cartografiar quatre trams amb una longitud final propera a la del Garraf. En el tram més proper a la platja s'hi trobaven les coral·lines com a comunitat dominant però també hi havia certa abundància d'ulvàcies. En el segon tram les ulvàcies ja no eren freqüents però si es trobaven certes anemones (les quals no són avaluable per al mètode CARLIT). En tercer tram hi havia una mica més de biodiversitat, liderada per la *cystoseira compressa* tot i no ser molt abundant. Finalment en el quart s'hi tornaven a trobar comunitats de coral·lines.

$$\frac{8 \times 105 + 7 \times 126 + 12 \times 225 + 8 \times 144}{\frac{16,61}{600}} = 0,56$$

El resultat EQR és una mica inferior al del Garraf, de 0,56 i segons l'ACA, manté una qualitat d'aigua mediocre.



Comunitat amb baixa densitat de coral-lina  
Font: Pròpia Cap Roig 17-7-2016



Comunitat de cystoseira compressa.  
Font: Pròpia Cap Roig 17-7-2016



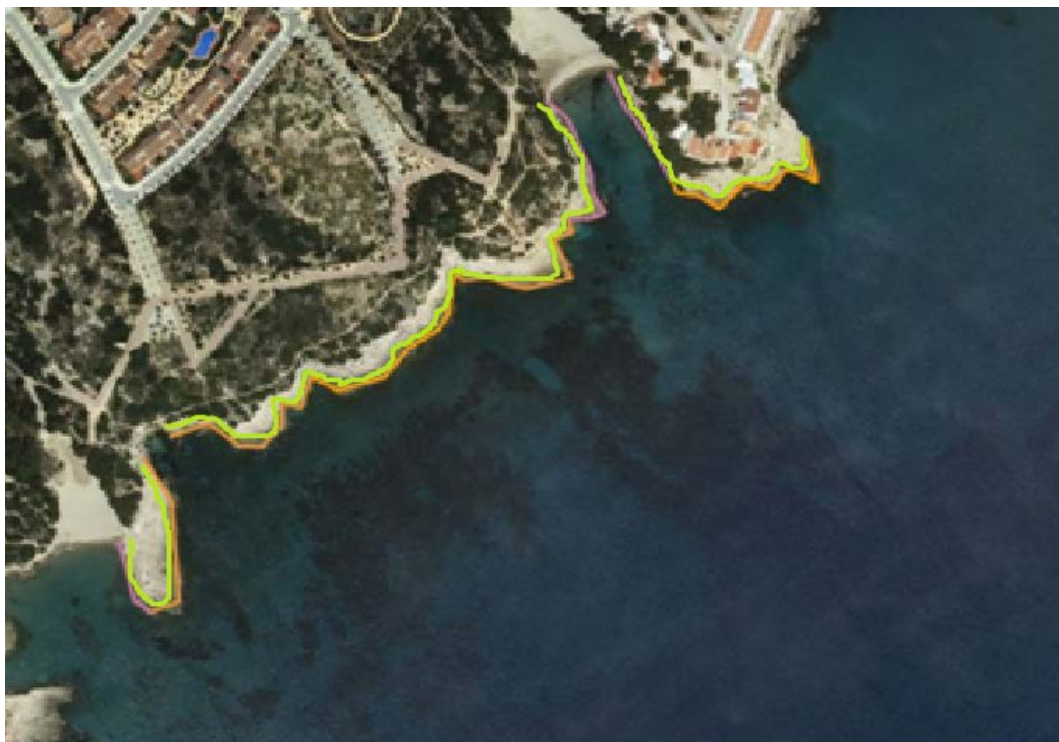
Comunitat de coral-lina.  
Font: Pròpia Cap Roig 17-7-2016

### 5.3.3 Calafat

Un gran lloc per a gaudir de la platja i la natura, però també de la qualitat de les aigües.

Vaig cartografiar la zona de Calafat el 23 de juliol de 2017.

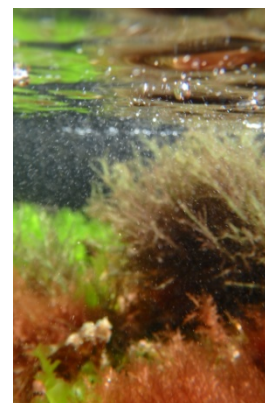
La zona de Calafat és de costa baixa i posseeix varies cales i platges. La població més abundant de macroalgues és de *cystoseira mediterrània* i també s'hi troben comunitats de *Laurencia obtusa*, ulvàcies i coral·lina, en menor quantitat. En una de les platges també hi vaig trobar restes en descomposició dels fruits i algues de posidònia oceànica.



$$\frac{7 \times 55 + 13 \times 124 + 16 \times 136 + 20 \times 143 + 131 \times 16 + 8 \times 114 + 8 \times 82 + 20 \times 148}{\frac{16,61}{933}} = 0,88$$

La zona de calafat va ser, de les tres zones, la que vaig recórrer més tram. Interpretant la imatge, en els trams més propers a la platja s'hi troben les comunitats de coral·lina, ja que és una comunitat poc sensible, i a les zones més aïllades i on hi trenquen les ones s'hi troben *cystoseira mediterranea*.

La zona de Calafat és la que posseeix una millor qualitat d'aigua (molt bona) d'entre les tres zones on he aplicat el mètode CARLIT. Per tant és la que posseeix un índex de contaminació més baix.





Comunitat de coral-lina en costa baixa  
Font: Pròpia Calafat 23-7-2016



Comunitat de *cystoseira mediterranea* en costa baixa  
Font: Pròpia Calafat 23-7-2016



Platja amb restes orgàniques de posidònia en descomposició.  
Font: Pròpia Calafat 23-7-2016

## 6 Mesures preventives i correctores per reduir la contaminació marina

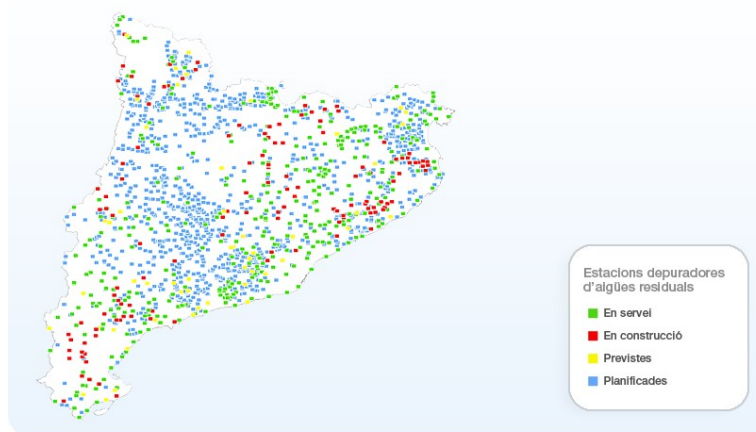
La contaminació marina, a grans trets, té dos orígens: Els rius i rieres i el mar i la costa.

### 6.1 Contaminació provinent de rius i rieres

Les aigües residuals (aigües contaminades) són una de les principals causes de la contaminació al mar i també òbviament pel seu pas fins a aquest. La contaminació en els rius ve donada per molts factors els quals són:

Els fertilitzants i pesticides agrícoles; la matèria orgànica dels purins, fems o provinent del clavegueram; residus químics tòxics generats per indústries; bacteris, agents infecciosos o patògens procedents de persones malaltes; abocament de residus químics d'us domèstic com detergents; pluges que arrosseguen tota mena de materials, com ara plàstics, material d'enderroc, papers, llaunes...; abocament d'aigua calenta no tractada; radiació i mineralització produïdes per mineríes i centrals nuclears; i finalment abocaments de residus no biodegradables a rius, llacs, estanys...

Per tal que tota aquesta contaminació no segueixi el seu curs fins al mar s'han d'aplicar certes mesures correctores, com és la creació de depuradores en les zones on les aigües residuals són més crítiques. Aquest any a Catalunya s'ha construït la depuradora número 500 de Catalunya a la població de Capçanes (Priorat). Les depuradores són capaces de frenar la gran majoria de contaminants mencionats, netejant les aigües i convertint-les en aigües tractades. Tot i això l'efecte de les depuradores per si sol no és suficient.



Darrera actualització: Abril 2010

Una altra mesura que s'ha d'aplicar és la regulació, seguiment i enduriment de les lleis que regulen la contaminació generada per les indústries i per a l'agricultura i ramaderia. Amb un assessorament i una conscienciació previs de mesures ecològiques adequades i una regulació dels cabals dels rius.

Cada individu pot pensar que el seu impacte és mínim, però és la suma de tots el que determina la contaminació. Les persones i les empreses hem d'elegir reciclar com cal i reduir per tal de disminuir la contaminació, i aquesta és la major mesura correctora per a millorar la qualitat de l'aigua i del medi en general. Reduir, reutilitzar, reciclar i repensar.

## **6.2 Contaminació abocada als mars i costes**

Els contaminants que s'aboquen directament al mar són principalment causats pels vaixells. Aquests contaminants, són principalment les deixalles i residus que la tripulació llença per la borda; i el petroli que es vessa degut a fuites, col·lisions dels petroliers o a l'hora de rentar els dipòsits descuidadament.

El mar és la meta final per a la major part de contaminants (mencionats en la pàgina anterior) que es troben en els rius, per tant és on tota la contaminació que els rius han anat acumulant acaba. Però també ho és per als residus produïts per empreses, indústries i poblacions establertes a prop de la costa.

Respecte a aquesta contaminació podem aplicar les mateixes mesures preventives i correctores que en el cas dels rius. Però per a la contaminació del petroli n'hem d'aplicar unes altres:

Algunes de les mesures preventives per a reduir la contaminació produïda pel petroli, són: construir fars en les zones on acostuma a haver-hi risc d'accidents; revisar les condicions dels petroliers i les plataformes petrolíferes més periòdicament i acuradament; i regular la neteja dels dipòsits dels vaixells aplicant sancions econòmiques.

Les mesures correctores són: la neteja de platges contaminades i la implantació de bacteris capaços de digerir el petroli en zones contaminades.

Finalment, per a reduir la contaminació causada pels residus i deixalles abocats seria conscienciar a les empreses propietàries dels vaixells i les seves tripulacions sobre el impacte que creen, en cas de no ser suficient, també aplicar sancions econòmiques.

## 7 Conclusions

Aquest treball de recerca m'ha estat molt útil per contrastar les hipòtesis inicials amb els resultats científics obtinguts.

### 7.1 Conclusió primera hipòtesi

**És possible que la qualitat de l'aigua del Garraf tingui un nivell adequat ja que està relativament aïllat de grans ciutats i de zones industrialitzades.**

Podem confirmar aquesta hipòtesi ja que l'índex obtingut per l'aplicació del mètode CARLIT indica un nivell de qualitat de l'aigua, Bo.

Com havíem suposat en la hipòtesi aquest nivell de qualitat de l'aigua probablement és degut a la manca de indústries contaminants i grans poblacions en les seves rodalies.

Malgrat tenir una qualitat d'aigua catalogada com bona, ho podria ser bastant millor ja que hem de recordar que el seu nivell EQR és de 0,61 proper a llindar de la qualificació de mediocre.

Per entendre que aquest nivell EQR no més alt, hem de tenir en compte que el Garraf és una zona amb moltes pedreres i cimenteres actives que causen un important impacte ambiental. A més en aquesta MA trobem que hi desemboquen rius i rieres amb una qualitat ecològica baixa, com el riu Foix, que segons la DMA, només compleix en un 40% dels punts estudiats els seus objectius ecològics. Això és degut a tenir una pressió demogràfica, industrial i agrícola molt important. A més a més, la desaparició del bosc de ribera, inexistent en molts trams i la presència d'espècies invasores, es tradueix en un índex ecològic baix.



## 7.2 Conclusió segona hipòtesi

**Potser, Cap Roig té una baixa qualitat de l'aigua, degut a la seva proximitat a la desembocadura del riu Ebre, i a la població de l'Ampolla.**

En aquest cas també es compleix la hipòtesi ja que el nivell de qualitat de l'aigua de Cap Roig és mediocre.

Quasi amb tota seguretat el factor més determinant del resultat obtingut és el plantejat en la hipòtesi inicial. La seva proximitat amb el riu Ebre.

El riu Ebre és el més gran de Catalunya i mesura aproximadament 930 kilòmetres de longitud com a recorregut total. Al llarg del seu curs hi ha extensions de cultius, poblacions i indústries que a part de contaminar les aigües amb els seus residus, aprofiten l'aigua, disminuint el seu cabal conseqüentment (de vegades sense tenir en compte els cabals de manteniment). La reducció del cabal provoca un augment en la concentració dels residus. Els quals, si no són tractats pròpiament desemboquen al mar. Cal tenir en compte també que la MA on es troba Cap Roig és la segona més afectada per les influències fluvials continentals del riu Ebre. És possible que la qualitat de les aigües en aquesta zona millori notablement quan es posin en funcionament les depuradores que estan actualment en construcció visibles en el mapa de la pàgina 30.

Esperem que finalment no es dugui a terme el transvasament planificat pel govern central d'una important part del cabal del riu Ebre per abastir altres conques sense tenir en compte les **AIA** fets per investigadors independents.

Un altre factor que pot contribuir al seu baix nivell EQR és la seva proximitat als nuclis urbans (Ametlla de mar, Ampolla). Amb el conseqüent abocament de residus.

## 7.3 Conclusió tercera hipòtesi

**Potser la qualitat de l'aigua de Calafat serà baixa ja que es troba a prop de la central nuclear de Vandellòs.**

Aquesta vegada falsem la hipòtesi ja que hem predit una baixa qualitat de l'aigua i científicament s'ha demostrat que té una qualitat molt bona segons el valor obtingut pel mètode CARLIT.

Finalment hem pogut observar que la nuclear de Vandellòs no ha afectat en l'índex de contaminació obtingut pel mètode CARLIT, això ens pot portar a dos conclusions:

- Es possible que realment la central nuclear no tingui efectes negatius en la qualitat de l'aigua.
- Es possible que el mètode CARLIT no sigui el més adient per mesurar els efectes negatius sobre la qualitat de l'aigua que la central nuclear pugui generar.

Partint d'aquestes conclusions és natural que Calafat sigui una zona amb una excel·lent qualitat d'aigua ja que es troba a una distància suficient de la desembocadura del riu Ebre per la qual la seva contaminació sigui gens o poc visible (mentrestant en la seva MA contigua encara s'aprecia el impacte de la proximitat de la desembocadura del riu Ebre). Està més allunyat de grans nuclis urbans i comunitats de pescadors. I a més té una gran concentració de depuradores en les seves rodalies tot i no tenir rius que desemboquin al seu voltant.

## 8 Glossari:

**Abiòtic:** Tot allò que no és ni prové dels organismes. Un exemple n'és el mar.

**Aerocist:** Vesícula que conté gas i fa flotar les algues que la posseeixen.

**Agronomia:** Conjunt de ciències aplicades que regeixen la pràctica de l'agricultura.

**AIA:** Avaluació d'impactes ambientals.

**Antropogènic:** Fet causat per l'ésser humà

**Autòcton:** Que és originari del lloc on viu.

**Autòtrof:** Organisme que genera el seu propi aliment.

**Biòtic:** Tot allò que pertany o té relació amb la vida o amb els éssers vius.

**Briofitins:** Molses.

**Cabals de manteniment:** Són volum d'aigua que es deixa de manera constant en el riu, amb l'objectiu de garantir el bon funcionament dels ecosistemes del propi riu.

**Comunitat fotòfila:** Comunitat situada en un fons de roca poc profund.

**Comunitats litorals:** Són els conjunts d'organismes que es troben en l'àrea de transició entre el sistema terrestre i marí.

**Cauloides:** Part de la tija de determinades algues d'aspecte similar a les plantes.

**Cespitós/osa:** Que recorda a la gespa.

**Coral·ligen:** Comunitat bentònica d'animals fixos, filtradors i algues coral·lines.

**CSIC:** Centre d'Estudis Avançats de Blanes.

**Dinàmica poblacional:** Augment de la població en un temps determinat.

superiors.

**Directiva Marc de l'aigua:** És una auditoria mediambiental creada pel Parlament Europeu i el consell Europeu que regula la política d'aigües en els estats europeus que hi són implicats.

**Epífits:** Organisme que creix sobre substrat vegetal sense fins parasitaris, només utilitzant-lo com a suport.

**Esciòfil:** Plantes o algues que viuen a l'ombra.

**Estat tròfic:** És l'estat d'una massa d'aigua que ve determinat bàsicament pel nitrogen i el fòsfor. Segons la quantitat d'aquests es determina el nivell tròfic, a més quantitat més vegetació i més nivell tròfic.

**Eutrofització:** Fenomen causat per una elevada quantitat de matèria orgànica o inorgànica (sobretot nitrats i fosfats) en una MA. Això causa un bucle de realimentació positiva, on les algues verdes s'alimenten d'aquestes matèries creixent descontroladament, fins que es moren, es converteixen matèria orgànica i tornen a començar el cicle.

**Fanerògama marina:** Plantes marines superiors, situades entre els 0-50 metres que acostumen a crear prats i a formar prats marins. Normalment s'arrelen en substrats sorrencs.

**Impacte ambiental:** Acció humana amb repercussions perjudicials per al medi ambient.

**Metahemoglobina:** Hemoglobina oxidada, incapaç de transportar oxigen.

**Polifilètic:** Condició d'un grup d'organismes que exclou del al seu últim ancestre comú.

**Protists:** Regne d'organismes eucariotes d'estructura simple.

**Receptacles:** Cavitat on es pot emmagatzemar qualsevol substància.

**Tal·lus:** Cos vegetatiu no diferenciat en arrel tija o fulles.

## 9 Webgrafia:

**Catalunya (2013) Protocol Febrer de 2013, Protocol de l'avaluació de l'estat ecològic i químic de les aigües costaneres:**

[file:///H:/1r%20BAT/TR/Protocol\\_Estat\\_Aigues\\_Costaneres%2520\(1\).pdf](file:///H:/1r%20BAT/TR/Protocol_Estat_Aigues_Costaneres%2520(1).pdf)

**ACA, consultat el 10 de juliol de 2016:**

[http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=P1205654461208200562998](http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca?_nfpb=true&_pageLabel=P1205654461208200562998)

**UB, indicadors fisicoquímics (2016):**

<http://www.ub.edu/barcelonarius/web/index.php/indicadors-fisicoquimics>

**UB, control de sistemes (2016):**

[http://www3.udg.edu/publicacions/vell/electroniques/gestio\\_aigues\\_residuals/pag/ca pitol5.html](http://www3.udg.edu/publicacions/vell/electroniques/gestio_aigues_residuals/pag/ca pitol5.html)

**GOIB, salut ambiental, consultat setembre 2016:**

<http://salutambiental.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?mkey=M1011100850266368098&lang=CA&cont=26197>

**Junta d'Andalusia, IMA:**

[http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/ima/menuitem.5893969315ab596f7bbe6c6f5510e1ca/?vgnnextoid=41340aba4104a310VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=190cd127a1b09310VgnVCM2000000624e50aRCRD&lr=lang\\_es](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/ima/menuitem.5893969315ab596f7bbe6c6f5510e1ca/?vgnnextoid=41340aba4104a310VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=190cd127a1b09310VgnVCM2000000624e50aRCRD&lr=lang_es)

**Ecured, Fanerògames marines:**

[https://www.ecured.cu/Faner%C3%B3gamas\\_marinas](https://www.ecured.cu/Faner%C3%B3gamas_marinas)

**Marenostrum, posidònia marina:**

<http://marenostrum.org/vidamarina/vegetalia/fanerogamas/posidonia/>

**Vikipèdia, Algues:**

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Alga>

**Vikipèdia, Cianobacteris:**

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Cianobacteri>

**Medrecover, algues fotòfiles:**

<http://www.medrecover.org/ca/recerca/models-biologics/39>

**Project Noah, cystoseira mediteranea:**

<http://www.projectnoah.org/spottings/7167434>

**Montsalat, ulvàcies:**

<http://www.lasequia.cat/montsalat/Galeria/Santpedor/foto125.htm>

**Salvem la terra, contaminació en rius i mars:**

<http://www.xtec.cat/~mferna99/projecte/dol%E7a2.htm>

**ACA, gestió de les aigües residuals:**

[http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca;jsessionid=7Tw0X9wFckMLY21nkyDBT7yWLhT2n18v4yNQywlGcY1n5pvx51Lt!651371927!-677446701?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=P58200118271467812964465](http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca;jsessionid=7Tw0X9wFckMLY21nkyDBT7yWLhT2n18v4yNQywlGcY1n5pvx51Lt!651371927!-677446701?_nfpb=true&_pageLabel=P58200118271467812964465)

## 10 Agraïments

Agraeixo l'ajut orientatiu i de cerca de contactes per part del meu tutor de treball de recerca, Àlex López-Duran López. Agraeixo també al CEAB i sobretot al Sr. Xavier Torras (biòleg del centre) per tota la informació sobre el mètode CARLIT que m'han proporcionat, i pel fet d'haver fet possible la part pràctica d'aquest treball de recerca. Finalment també agraeixo el suport dels meus pares.