Actuación cofinanciada polo FEMP nun 75%. P.O. español 2014ES14MFOP001 [Prioridade 1 - OE1.e) - medida 1.5.2]. OIG: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro

Procedemento e ferramenta numérica para o cálculo da diversidade da biocenose de substratos rochosos intermareais baseada na cobertura de grupos funcionais.

José Manuel Parada Encisa.

Xunta de Galicia

Consellería do Mar

CIMA (Centro de Investigacións Mariñas)

Área de Recursos Mariños

Informe técnico:
CIMA-RM2-INDICADORES22 23/10.

Data de emisión: 27/10/2023

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

Actuación cofinanciada polo FEMP nun 75%. P.O. español 2014ES14MFOP001 [Prioridade 1 - OE1.e) - medida 1.5.2]. OIG: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro

Suxestión de citación:

Parada, J.M. 2023. Procedemento e ferramenta numérica para o cálculo da diversidade da biocenose de substratos rochosos intermareais baseada na cobertura de grupos funcionais. Xunta de Galicia. Consellería do Mar. Informe técnico - biolóxico CIMA-RM2-INDICADORES22 23/10.

Unha copia deste informe pode ser solicitada a:

Centro de Investigacións Mariñas (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
cima@xunta.gal

Descrición de recursos para arquivo :

CAMPO	CONTIDO
AUTOR	José Manuel Parada
ORCID	0000-0001-9851-6512
TITULO	Procedemento e ferramenta numérica para o cálculo da diversidade da biocenose de substratos rochosos intermareais baseada na cobertura de grupos funcionais.
OUTROS TITULOS	
DATA DE PUBLICACIÓN	2023/10/27
EDITOR	CIMA (Centro de Investigacións Mariñas)
SERIE	INDICADORES22
NÚMERO DA SERIE	2
IDENTIFICADOR ISNN	
IDENTIFICADOR E-ISNN	
IDENTIFICADOR ISBN	
IDENTIFICADOR OUTRO	CIMA-RM2-REDEMAR-2023/10
TIPO DE DOCUMENTO	Informe técnico
IDIOMA	Galego
FILIACIÓN XUNTA	Si
PALABRAS CLAVE	Galicia, Marisqueo, Planes de gestión, Substrato rocoso, Diversidad, Cofradías, Raspado, Plans de xestión, Substrato rochoso; Diversidade, Confrarías, Raspado
RESUMO	Descríbese o procedemento proposto para o cálculo da diversidade e cobertura de grupos funcionais en substratos rochosos intermareais correspondente ao emprego da cobertura de grupos funcionais para medir a diversidade e definir a integridade do solo mariño en áreas do intermareal rochoso sometidas á extracción de recursos marisqueiros mediante raspado. Ademais descríbese a ferramenta numérica Diversidade de Grupos Funcionais desenvolvida para realizar os cálculos a partir dos resultados obtidos das mostras fotográficas.

CAMPO	CONTIDO
PATROCINADORES	REDEMAR. Actuación cofinanciada polo FEMP nun 75%. P.O. español 2014ES14MFOP001 [Prioridade 1 - OE1.e) - medida 1.5.2]. OIG: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro
AXENCIA FINANCIADORA	
DESCRIPCIÓN	26 páxinas
VERSIÓN DO EDITOR	
NÚMERO DO ACORDO DE SUBVENCIÓN	
DEREITOS	Acceso aberto
DATA DE EMBARGO	
VERSIÓN DO TRABALLO	Publisher's version
LICENCIA DE USO	
PEER-REVIEWED	No
CITACIÓN	Parada, J.M. 2023. Procedemento e ferramenta numérica para o cálculo da diversidade da biocenose de substratos rochosos intermareais baseada na cobertura de grupos funcionais. Xunta de Galicia. Consellería do Mar. Informe técnico - biolóxico CIMA-RM2-INDICADORES22 23/10.
SOLICITANTE. ÓRGANO	
SOLICITANTE. RESPONSABLE	
SOLICITUDE. DATA	
ÁMBITO DE DIFUSIÓN	Externo
VERSIÓN DO DOCUMENTO	Final
TÍTULO PROXECTO/ ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN	Desenvolvemento de indicadores, ferramentas numéricas e estratexias asociadas aos obxectivos biolóxicos e ecolóxicos dos plans de xestión do marisqueo.
ACRÓNIMO PROXECTO/ ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN	INDICADORES22
CÓDIGO PROXECTO/ ACCIÓN DE INVESTIGACIÓN	PROO4A 2022/001

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

Actuación cofinanciada polo FEMP nun 75%. P.O. español 2014ES14MFOP001 [Prioridade 1 - OE1.e) - medida 1.5.2]. OIG: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro

RESUMO EXECUTIVO

Neste traballo descríbese o procedemento a seguir para tomar e procesar as mostras fotográficas a empregar para o emprego de grupos funcionais como indicadores da diversidade e integridade do substrato rochoso medio-litoral nos que se extraen moluscos e crustáceos mediante e o seu emprego como indicadores dos descritores da Directiva Marco de Estratexia Mariña da Unión Europea ligados á diversidade (Descritor 1) e integridade do solo mariño (Descritor 6).

Igualmente se describe a ferramenta numérica Diversidade de Grupos Funcionais desenvolvida para calcular a cobertura dos grupos funcionais e a súa diversidade empregando o índice de diversidade de Simpson.

LISTADO DE CONTIDOS

RESUMO EXECUTIVO iii
1. ANTECEDENTES 1
2. OBXECTIVOS 1
3. MATERIAIS E SOFTWARE 2
4. OBTENCIÓN DAS MOSTRAS 3
5. PREPARACIÓN DAS MOSTRAS 4
6. PROCESAMENTO DAS MOSTRAS 4
6.1. Calibrado da imaxe 4
6.2. Definición da zona de interese 5
6.3. Establecemento dos puntos de contacto 6
6.4. Asignación de contactos con grupos funcionais 7
7. Ferramenta numérica para o cálculo da diversidade e da cobertura dos grupos funcionais chave 10
7.1. Ferramenta Diversidade de Grupos Funcionais 10
7.2. Cálculos realizados 12
8. Referencias biobliográficas 14
9. Anexos 15
Anexo I. Guía fotográfica de grupos funcionais 16

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

Listado de figuras:

Figura 1.- Marcos de 50 x 50 cm para encadre das fotografías. a, marco con elástico interior, pregado; b, marco con elástico interior, armado; c, marco con soporte para cámara. 2
Figura 2.- Situacións a evitar na toma das mostras fotográficas. 3
Figura 3.- Corrección da perspectiva coa ferramenta Transform Perspective de ImageJ. 4
Figura 4.- Calibrado da imaxe en PhotoQuad. 5
Figura 5.- Identificación da zona de traballo en PhotoQuad. 5
Figura 6.- Establecemento de 100 puntos de contacto con distribución regular dentro da zona de traballo en PhotoQuad. 6
Figura 7.- Incorporación da libraría de grupos funcionais na sección “Library” do menú flotante de PhotoQuad. 7
Figura 8.- Establecemento do zoom en 1/9 da fotografía na sección “Navigator” do menú flotante de PhotoQuad. 7
Figura 9.- Asignación dun grupo funcional a un punto de contacto. 8
Figura 10.- Formato de arquivo de exportación de asignación de puntos de contacto en PhotoQuad. 8
Figura 11.- Xeración da cuadrícula de celas de superposición en PhotoQuad para o cálculo da cobertura de grupos con cobertura inferior ao 1%. 8
Figura 12.- Selección de celas de contacto en PhotoQuad para cálculo da cobertura de grupos con cobertura inferior ao 1%. 9
Figura 13.- Asignación das celas de contacto a un grupo funcional. 9
Figura 14.- Formato de arquivo de exportación de asignación de celas de contacto en PhotoQuad. 9
Figura 15.- Formato de arquivo de exportación de asignación de celas de contacto en PhotoQuad. 9
Figura 16.- Menú de identificación das mostras. 10
Figura 17.- Cálculos da ferramenta Diversidade Grupos Funcionais sen resultados de superposición con cuadrícula. 11
Figura 18.- Substitución de nomes de grupos funcionais non estándar. 11
Figura 19.- Gardado de resultados da ferramenta Diversidade Grupos Funcionais. 11
Figura 20.- Resultados da ferramenta Diversidade Grupos Funcionais. 12

Listado de táboas:

Táboa 1.- Relación dos principais grupos funcionais tidos en conta. 13

1. ANTECEDENTES

1. O Decreto 153/2019 polo que se regula o réxime de conservación e explotación dos recursos marisqueiros e das algas establece que os plans de xestión deben incorporar obxectivos biolóxicos, ecolóxicos e socioeconómicos. Ademais este decreto persegue encadrar a actividade de marisqueo na Directiva Marco sobre a Estratexia Mariña (DMEM) da Unión europea, xa que atende a diferentes descritores contemplados nela.

2. Os planes de xestión inclúen a recollida de información dos descritores da DMEM e unha serie de indicadores relacionados con estes descritores. Este indicadores poden ser empregados para estudiar a necesidade de incorporar determinados obxectivos aos plans ou facer seguimento dos xa incorporados.

3. O descritor 1, relacionado coa diversidade, e o 6, relacionado coa integridade do solo mariño e os ecosistemas bentónicos, son de especial aplicación na explotación de recursos marisqueiros no litoral rochoso. A inclusión de obxectivos ecolóxicos nos plans de xestión do percebe en Galicia responde aos requisitos da DMEM. Estes obxectivos precisan de indicadores que permitan facer un seguimento dos resultados das estratexias empregadas para acadalos. Un índice de diversidade ou a cobertura dunha especie concreta podería ser un indicador que mida a eficacia da adopción de estratexias e boas prácticas que reduzan o impacto do raspado na biocenose do litoral rochoso.

4. No presente proxecto INDICADORES 22 foi validado o emprego de grupos funcionais do substrato rochoso como medida da diversidade e como indicador para a implantación de boas prácticas de raspado, na extracción de recursos marisqueiros fixos ao substrato rochoso, e de aplicación aos descritores 1 e 6 da DMEM (Parada, 2023).

2. OBXECTIVOS

O presente informe forma parte dun informe xeral do proxecto INDICADORES22 do programa REDEMAR, centrado, neste caso, no desenvolvemento dun procedemento de toma de mostras, obtención e datos, así como o desenvolvemento dunha ferramenta numérica para o procesado dos datos da diversidade que poida ser posto a disposición do persoal técnico das entidades asociativas do sector do marisqueo e da Administración.

3. MATERIAIS E SOFTWARE

As mostras empregadas para o cálculo da cobertura de grupos funcionais son fotografías da biocenose do substrato rochoso no intermareal medio. Para a obtención destas mostras a súa análise e tratamento dos datos obtidos cómpre empregar o seguinte material:

- Marco de 50 x 50 cm. Pode ser construída con tubos de PVC de 25 mm. Algúns modelos inclúen un cordón de goma elástica no interior dos tubos de xeito que se os tubos non están pegados, o marco pode ser desmontado sen que se perdan as súas partes. Este sistema facilita o seu transporte no interior dunha mochila para desprazarse polas rochas (**Figura 1 a e b**). O marco tamén pode incluír unha peza en forma de T no medio dun seus lados que permita a inserción dun soporte para a cámara. Esta peza facilita o encadre da fotografía (**Figura 1 c**).

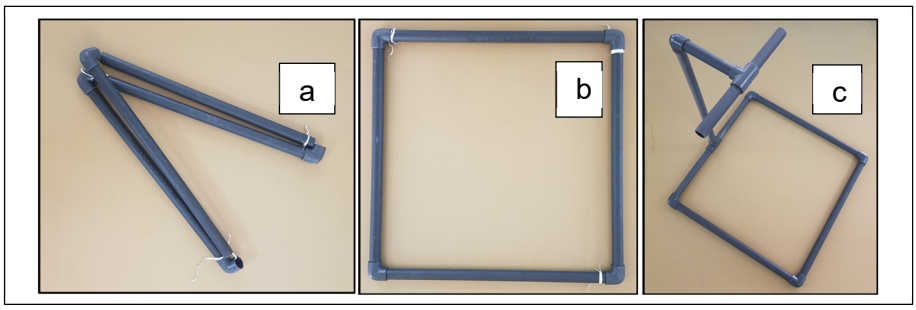


Figura 1.- Marcos de 50 x 50 cm para encadre das fotografías. a, marco con elástico interior, pregado; b, marco con elástico interior, armado; c, marco con soporte para cámara.

- Cámara fotográfica con protección contra a auga.
- Software Photoquad (Trygonis *et al.*, 2012) de toma de mostras en imaxes.
- Software opcional de tratamento de imaxes ImageJ, versión 1.53f51 ou superior co plugin Transform Perspective.
- Libraría de grupos funcionais dispoñible en www.recursosmarisqueiros.online ou en www.arousa.bnmarina.com
- Ferramenta Diversidade_GF. Esta ferramenta foi desenvolvida no proxecto INDICADORES22. Require office 2007 de Windows ou superiores. É descrita no presente informe e pode ser executada de xeito independente ou incorporada en futuras versións da aplicación ARouSA. Pode ser descargada en www.recursosmarisqueiros.online ou en www.arousa.bnmarina.com.

4. OBTENCIÓN DAS MOSTRAS

O procedemento descrito baséase nunha mostraxe fotográfica de base puntual e as fotografías son tratadas de xeito que permitan medir a cobertura dos diferentes grupos funcionais por dous métodos: contacto con punto e superposición cunha matriz de celas. As fotografías deben tomarse encadradas por un marco de 50 x 50 cm e de xeito que o marco quede ben encadrado e sen deformacións debidas á perspectiva. Para isto, a cámara debe colocarse o máis perpendicular posible ao marco. No momento de realizar as fotografías deben evitarse as seguintes situacións (**Figura 2**):

- Sombras, brillos e exposición excesiva.
- Perspectiva que deforme a regularidade do marco cadrado.
- Fendas dentro do encadre.
- Obxectos externos á mostra dentro do marco.

A efectos comparativos dos resultados, as fotografías deben representar o mesmo nivel mareal.

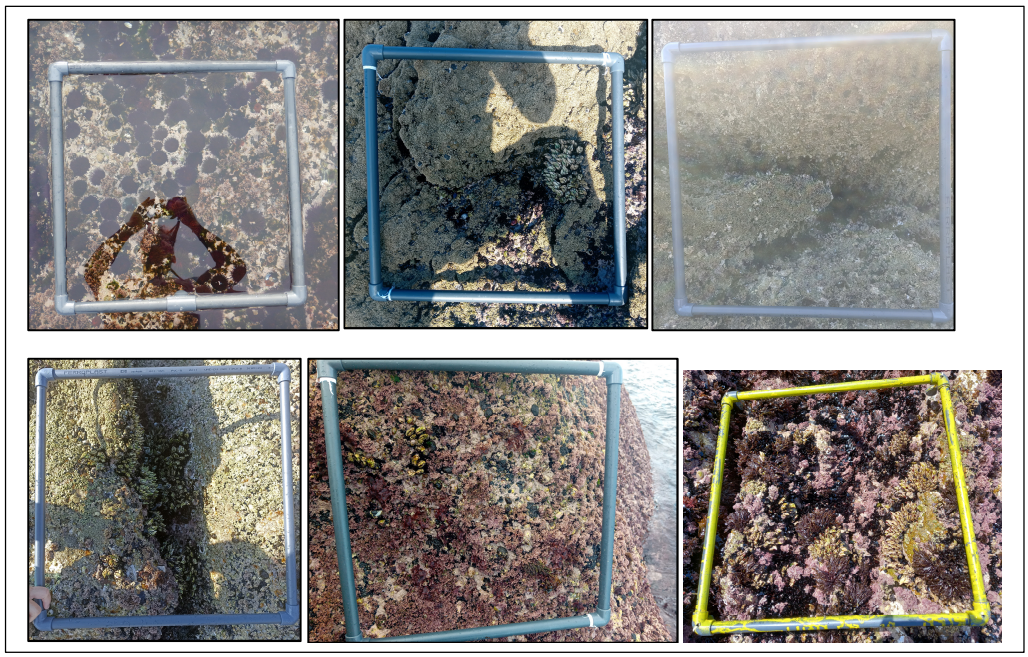


Figura 2.- Situacións a evitar na toma das mostras fotográficas.

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

5. PREPARACIÓN DAS MOSTRAS

As mostras fotográficas deben ter a maior resolución posible xa moitas veces deben ser ampliadas para identificar o contacto do punto cos grupos funcionais.

As fotografías que presenten o marco en perspectiva poden ser corrixida empregando a ferramenta Transform Perspective do programa ImageJ. Esta ferramenta permite corrixir a perspectiva arrastrando co rato os vértices da fotografía, porén, evitar esta corrección aforrará moito tempo na fase de traballo no laboratorio (**Figura 3**).

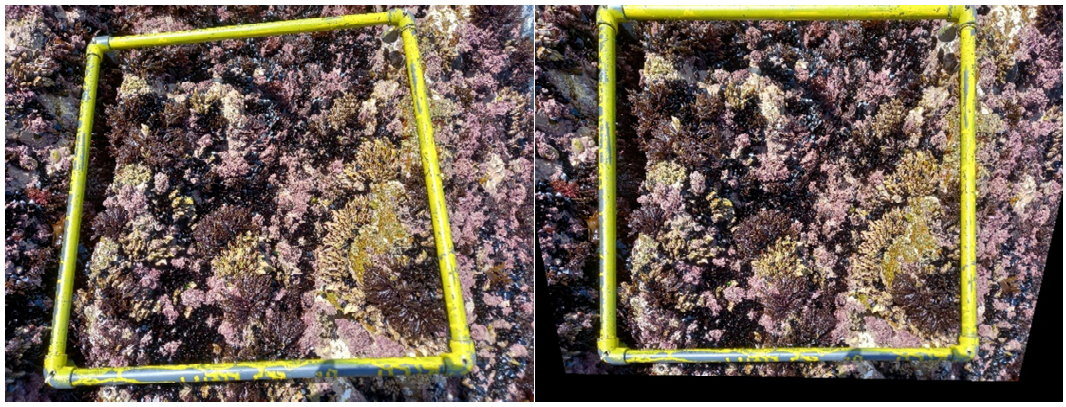


Figura 3.- Corrección da perspectiva coa ferramenta Transform Perspective de ImageJ.

6. PROCESAMENTO DAS MOSTRAS

Cada mostra será importada ao programa PhotoQuad para o seu procesamento.

6.1. Calibrado da imaxe.

O primeiro paso para o procesado das mostras consiste indicar a escala da fotografía a procesar. Este calibrado realízase empregando o botón "Calibrate" da sección "Quadrat calibration" da pestana Quadrat/Grid do menú flotante de PhotoQuad. Esta ferramenta superpón unha liña con dúas cruces vermellas sobre a fotografía. Cada unha destas cruces debe situarse co rato nunha das esquinas e a oposta do mesmo lado do marco. A continuación, no menú "Calibrate image" indicarase a lonxitude real da superficie fotografada, neste caso 50 cm (**Figura 4**).

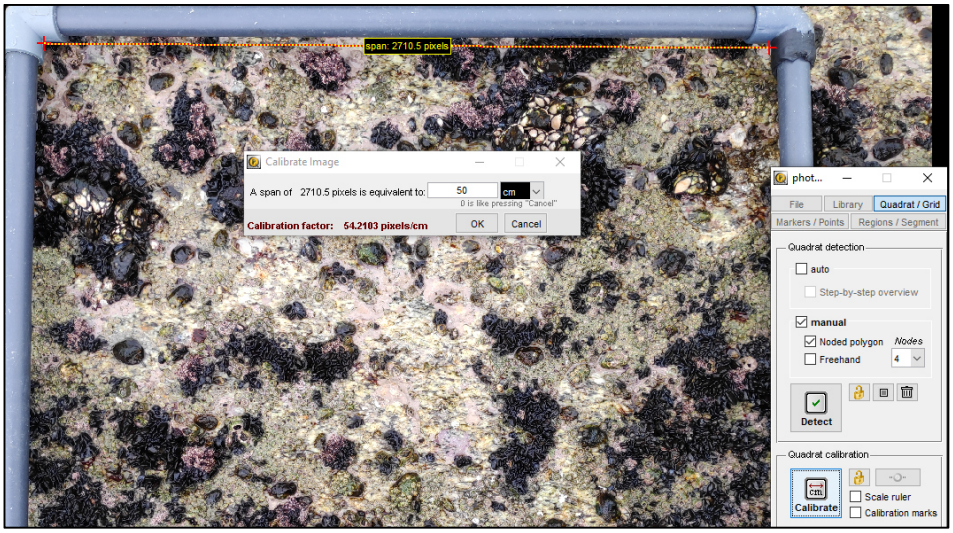


Figura 4.- Calibrado da imaxe en PhotoQuad.

6.2. Definición da zona de interese.

Previamente á análise da fotografía debe definirse a zona de traballo dentro da mesma. A sección "Quadrat detection" da pestana "Quadrat/Grid" do menú flotante de PhotoQuad ofrece varias posibilidades para definir a zona de traballo. Seleccionando a opción "Noded polygon" con catro nodos ou ben a opción "Freehand" e premendo o botón "Detect" pode establecerse facilmente a zona de traballo (**Figura 5**).

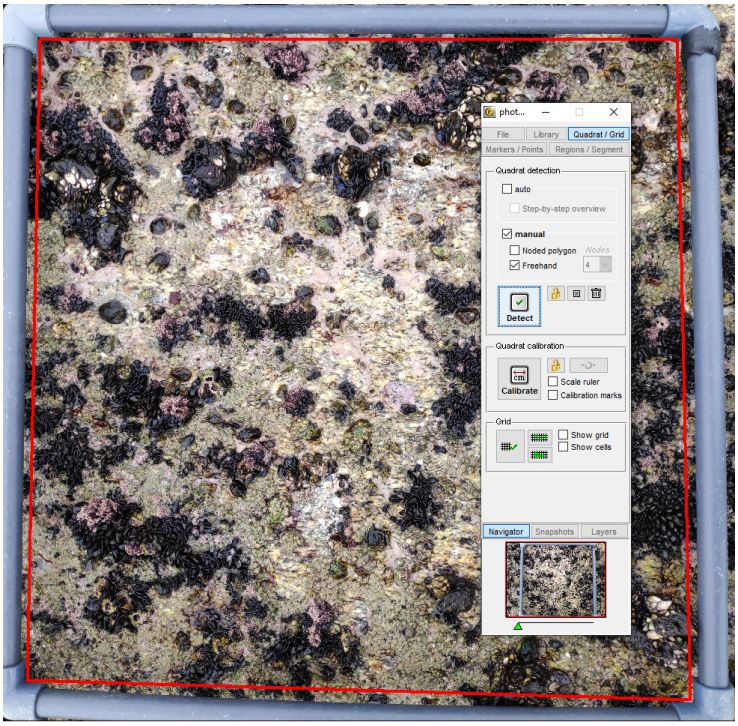


Figura 5.- Identificación da zona de traballo en PhotoQuad.

6.3. Establecemento dos puntos de contacto.

O cálculo da cobertura realízase inicialmente por contacto con 100 puntos distribuídos con base regular. Para a distribución regular dos punto emprégase a ferramenta dispoñible na pestana "Markers/Points" do menú flotante de PhotoQuad. A opción "Uniform" asegura a distribución regular dos puntos de contacto no interior da área de traballo. Empregaranse 100 puntos (casiña "N points") e a opción "Spawn within quadrat". Finalmente premerase o botón "Spawn". Na mesma pestana pode configurarse a forma, cor e tamaño dos puntos de contacto. O tamaño 10 e forma circular son unha boa configuración para identificar o contacto co punto ampliando a imaxe (**Figura 6**).

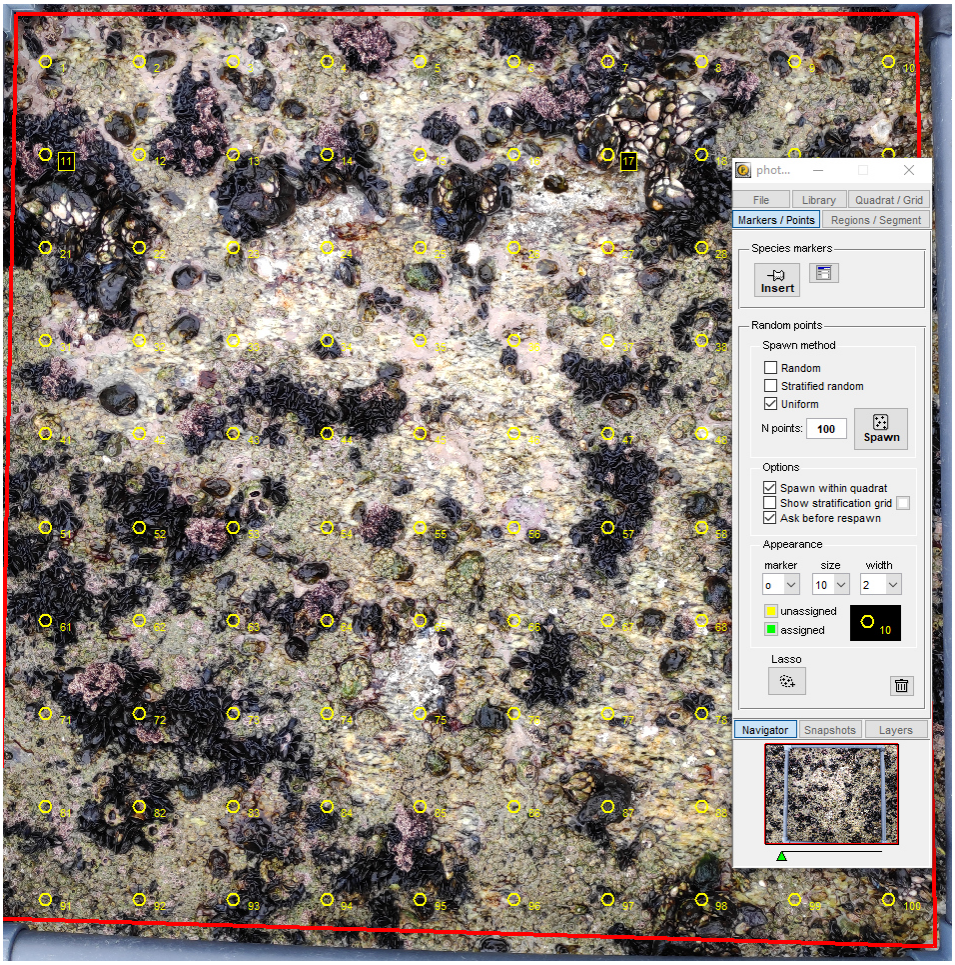


Figura 6.- Establecemento de 100 puntos de contacto con distribución regular dentro da zona de traballo en PhotoQuad.

6.4. Asignación de contactos con grupos funcionais.

O programa PhotoQuad permite asignar puntos a entidades contidas nunha libraría de previamente inserida no programa. O presente protocolo emprega unha libraría estándar de grupos funcionais dispoñible en www.recursosmarisqueiros.online ou en www.arousa.bnmarina.com. A libraría contén os grupos funcionais establecidos e validados no proxecto INDICADORES22 (Parada, 2023). A libraría inclúe unha serie de fotografías a xeito de guía ou exemplos dos diferentes grupos funcionais. Logo de descargar a libraría e descomprimila no disco C:, impórtase ao programa PhotoQuad mediante as opcións da sección "Library" do menú flotante (**Figura 7**) seguindo a ruta:

C:\Libraria_Photoquad\Libraria_Grupos_Funcionais

Se no proceso de importación da librería non se cargaran as fotografías de exemplo, poden cargarse coa opción Library/Import backup do menú superior do programa.

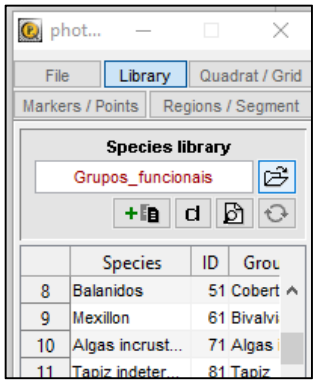


Figura 7.- Incorporación da libraría de grupos funcionais na sección "Library" do menú flotante de PhotoQuad.

Na sección "Navigator" do menú flotante de PhotoQuad pode modificarse o zoom e a sección da fotografía que se quere observar. Normalmente, un zoom que abranga 1/9 da fotografía (3 columnas x 3 filas) é suficiente para identificar os grupos funcionais que contactan con cada punto (**Figura 8**).

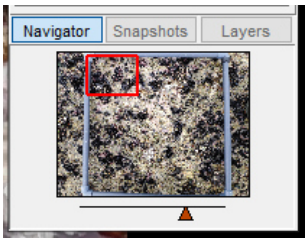


Figura 8.- Establecemento do zoom en 1/9 da fotografía na sección "Navigator" do menú flotante de PhotoQuad.

Unha vez establecido o zoom axeitado cómpre observar o taxón contido dentro do círculo que representa cada punto de contacto. Pulsando co botón dereito do rato sobre un punto despregarase un menú que permite asignar o punto a un dos grupos da libraría (**Figura 9**).

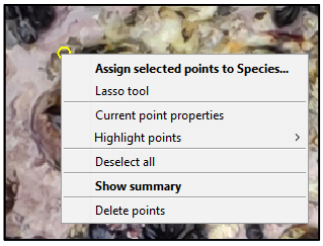


Figura 9.- Asignación dun grupo funcional a un punto de contacto.

Unha vez asignados tódolos puntos de contacto, pulsando co botón dereito nun dos puntos, o menú emerxente ofrece a opción de mostrar as asignacións realizadas: "Show summary"; de xeito que amosa a listaxe de puntos grupos asignados ao total de puntos e ofrece a posibilidade de exportar os resultados da asignación. A exportación é gravada nun arquivo csv con extensión "*.rndpoints.csv" (**Figura 10**).

Image	Path	spp Name	spp ID	N pts per species	Cov% per species	N pts ALL species	Cov% ALL species	Reference random pts
DSCF1344.JPG	C:\a\PROXI	Rocha nua	11	15	15	100	100	100
DSCF1344.JPG	C:\a\PROXI	Algas efimeras	31	16	16	100	100	100
DSCF1344.JPG	C:\a\PROXI	Mitilus galloprovincialis	61	2	2	100	100	100
DSCF1344.JPG	C:\a\PROXI	Algas incrustantes	71	67	67	100	100	100

Figura 10.- Formato de arquivo de exportación de asignación de puntos de contacto en PhotoQuad.

Se durante a asignación grupos funcionais aos 100 puntos de contacto se observara algún grupo funcional que non contactara con ningún dos puntos (cobertura < 1%) procederase ao cálculo da coberturas destes grupos mediante a superposición dunha cuadrícula de celas de 1 cm² superficie. Para establecer esta cuadrícula a mostra fotográfica debe estar calibrada (ver apartado 6.1). Empregando a sección "Grid" da pestana "Quadrat/Grid" do menú flotante despregaranse as opcións para xerara cuadrícula (**Figura 11**).

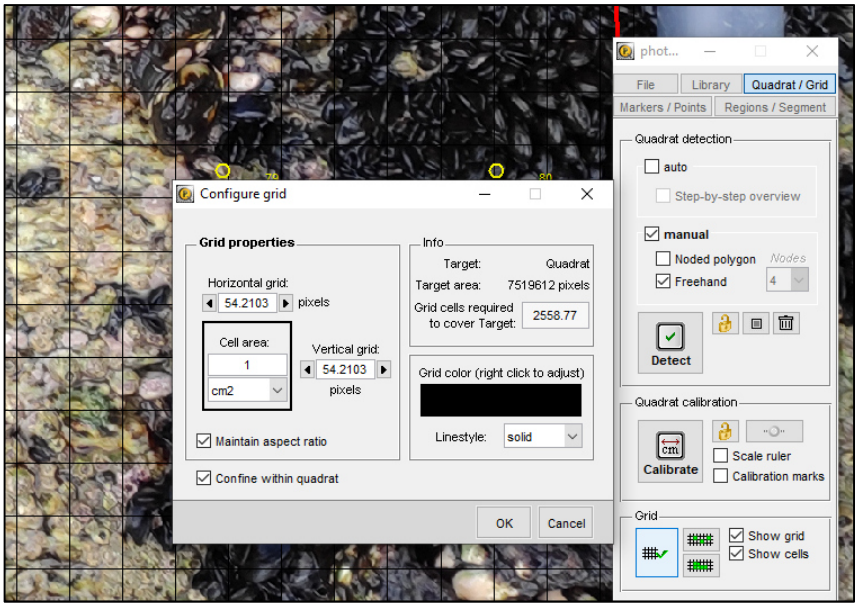


Figura 11.- Xeración da cuadrícula de celas de superposición en PhotoQuad para o cálculo da cobertura de grupos con cobertura inferior ao 1%.

A sección "Grid" inclúe unha ferramenta de selección. Esta ferramenta empregarase para seleccionar as celas que se superpoñen cun determinado grupo funcional nos diferentes lugares da fotografía (**Figura 12**) e, co botón dereito do rato se asignarán a ese grupo (**Figura 13**).

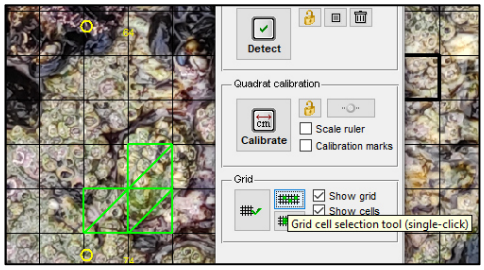


Figura 12.- Selección de celas de contacto en PhotoQuad para cálculo da cobertura de grupos con cobertura inferior ao 1%.

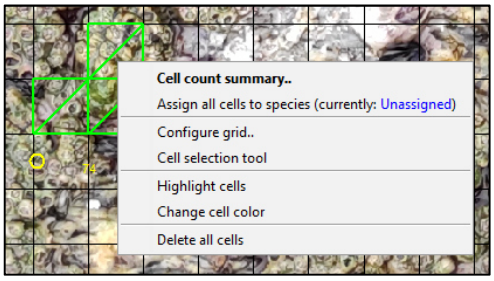


Figura 13.- Asignación das celas de contacto a un grupo funcional.

Rematada a asignación o programa permite a exportación da contaxe de celas asignadas a cada grupo funcional a un arquivo csv con extensión "*.cellcount.csv" (**Figura 14**). Ademais permite gardar as asignacións realizadas ou cargarlas posteriormente para a súa revisión ou posteriores traballos na sección Layers do menú flotante (**Figura 15**).

Image	Path	Reference	isCalibrated	Cell category	Cell code	Cell count	Area pix	Area cm2	Coverage %	Ref area pix	Ref area cm2	Unit cell area pix	Unit cell area cm2	Species name	Species ID
DSCF1348.JPG	C:\a\PR(	Quadrat	Yes	Normal	1	37	755661	37	146247	5.16701E+11	252996	204233	1	Mitilus galloprovincialis	61
DSCF1348.JPG	C:\a\PR(	Quadrat	Yes	Intersecting quadrat	2	0	0	0	0	5.16701E+11	252996	204233	1	Mitilus galloprovincialis	61
DSCF1348.JPG	C:\a\PR(	Quadrat	Yes	Off quadrat	3	0	0	0	0	5.16701E+11	252996	204233	1	Mitilus galloprovincialis	61
DSCF1348.JPG	C:\a\PR(	Quadrat	Yes	TOTAL	4	37	755661	37	146247	5.16701E+11	252996	204233	1	Mitilus galloprovincialis	61

Figura 14.- Formato de arquivo de exportación de asignación de celas de contacto en PhotoQuad.

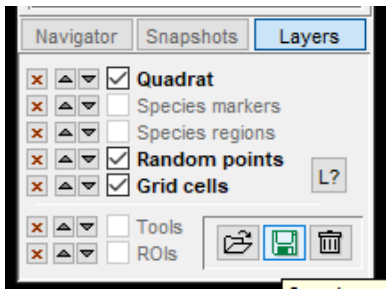


Figura 15.- Formato de arquivo de exportación de asignación de celas de contacto en PhotoQuad.

7. FERRAMENTA NUMÉRICA PARA O CÁLCULO DA DIVERSIDADE E DA COBERTURA DOS GRUPOS FUNCIONAIS CHAVE

Unha vez procesadas as mostras fotográficas co programa PhotoQuad, as estimacións de cobertura dos grupos funcionais quedarán recollidos nun arquivo *.rndpts.csv se tódolos grupos funcionais teñen unha cobertura igual ou superior ao 1%. Se houbera grupos cunha cobertura inferior o procesamento con PhotoQuad tamén orixinaría un arquivo *.cellcount.csv. Para calcular o índice de diversidade de Simpson (1-D) e a cobertura dos grupos funcionais chave a partir deste ou destes dous arquivos empregarase a ferramenta Diversidade_GF.

7.1. Ferramenta Diversidade de Grupos Funcionais.

A ferramenta Diversidade de Grupos Funcionais é un libro excel con código VisualBasic que funciona tanto integrado na aplicación ARouSA, como de xeito independente. Para o seu funcionamento require contar con Excel 2007 ou superior e co nivel de seguridade de macros baixo. Ademais require configuración o sistema de xeito que o separador de decimais sexa o punto (.) e o de miles a coma (,).

Premendo a icona da ferramenta desprégase o menú que recolle datos básicos da identificación da mostra a analizar (**Figura 16**).

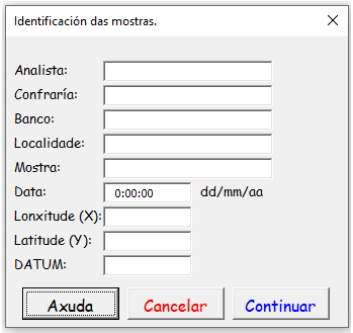


Figura 16.- Menú de identificación das mostras.

Pulsando o botón continuar a ferramenta importará un arquivo con extensión .rndpts.csv que se corresponda co formato dun arquivo de resultados de intersección de puntos xerado con PhotoQuad. Logo de validar a importación deste arquivo a ferramenta dará opción de importar un arquivo csv con extensión .cellcount.csv que se corresponda co formato dun arquivo de resultados de superposición con cuadrícula xerado con PhotoQuad. Se non se quixera importar este arquivo, premendo o botón cancelar do explorador de arquivos a ferramenta continuará cos cálculos a partir do arquivo *.rndpts.csv previamente importado (**Figura 17**).

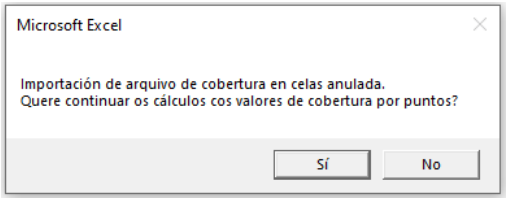


Figura 17.- Cálculos da ferramenta Diversidade Grupos Funcionais sen resultados de superposición con cuadrícula.

Antes de continuar cos cálculos a ferramenta comprobará que os grupos funcionais asignados teñen a denominación estándar. De non ser así solicitará que se substitúan os nomes non estándar polos estándar (**Figura 18**). Os nomes e as definicións dos grupos funcionais estándar amósanse na **táboa 1**.

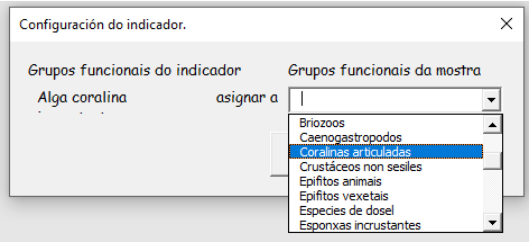


Figura 18.- Substitución de nomes de grupos funcionais non estándar.

Por último a ferramenta solicitará a ruta, e nome dos arquivos para gardar os resultados (**Figura 19**), pero tamén dá a posibilidade de ver a cobertura dos grupos funcionais chave antes de gardalos (**Figura 20**).

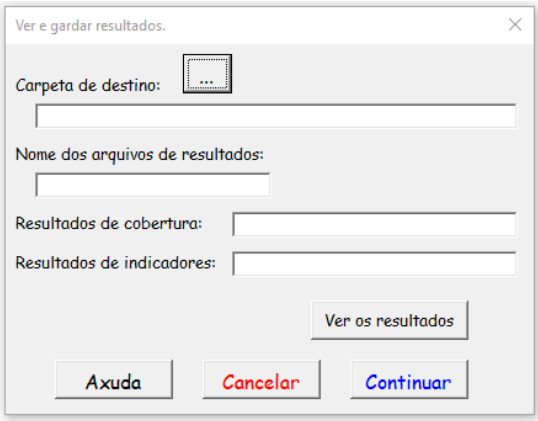


Figura 19.- Gardado de resultados da ferramenta Diversidade Grupos Funcionais.

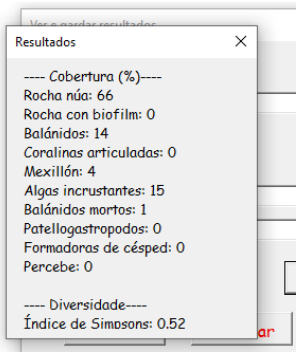


Figura 20.- Resultados da ferramenta Diversidade Grupos Funcionais.

A ferramenta garda os resultados en dous arquivos: un cos resultados da cobertura de tódolos grupos funcionais atopados e outro co resultado do índice de diversidade de Simpson (1-D). Os dous arquivos teñen formato de excel 2003 (.xls); e os dous teñen o mesmo nome, pero o que garda os resultados de cobertura engadiralle ao nome o sufixo _cob e o que contén o índice de diversidade o sufixo _div.

7.2. Cálculos realizados.

A ferramenta de Diversidade de Grupos Funcionais mantén as coberturas calculadas polo programa PhotoQuad asegurando o emprego dos nomes estándar dos grupos funcionais e as agrupando os resultados dos dous métodos de cálculo da cobertura: por contacto con 100 puntos e por superposición con cuadrícula de celas de 1 cm² de malla. O uso de dous métodos paralelos de cálculo de cobertura para especies con cobertura superior e inferior ao 1% é habitual nos estudos da costa rochosa (Airoldi *et al.*, 2005; Bulleri *et al.*, 2012). Unha vez calculada a cobertura, ao utilizar os dous métodos de estimación de cobertura (por puntos e por celas) a suma total da cobertura pode ser superior ao 100%. Isto tamén ocorre con frecuencia no estudo de comunidades organizadas en múltiples capas (Cappelatti *et al.*, 2020).

O índice de diversidade de Simpson (1-D) calcúlase como

$$1 - D = 1 - \sum (p_i)^2$$

onde p_i é a cobertura en procentaxe da especie *i* no marco da fotografía.

Táboa 1.- Relación dos principais grupos funcionais tidos en conta.

Grupo	Exemplos de taxóns incluídos	Notas
Rocha núa		Abiótico. Indicador dos efectos do raspado sobre a comunidade bentónica.
Balánidos raspados		Abiótico. Separado da rocha núa porque require a presenza previa de balánidos e podería ter un efecto diferente ao da rocha núa sobre la recolonización.
Rocha con biofilm		
Algas efímeras	Xéneros Ulva, Porphyra, etc.	Foster *et al.*, 2003
Patellogastropodos	Familia Patellidae	
Caenogastropodos	Familias Trochidae, Littorinidae	Separados de Patellogastropodos pola súa maior mobilidade e capacidade de exploración doutras áreas (Oliveira *et al.*, 2015)
Algas incrustantes	Xénero Litophyllum	Incrustantes calcáreas
Coralinas articuladas	Familia Corallinophycidae	
Tapizantes non calcáreas	Botón vegetativo de *Himanthalia elongata*, *Hildenbrandia rubra*, etc.	Viejo *et al.*, 2008
Tapiz indetermiando		Reservado para tapiz de difícil clasificación debido á calidade das fotografías
Balánidos		
Balánidos mortos		Abiótico. Conformador de hábitat (Harley *et al.*, 2006) sensible a los raspados.
Mexillón		Conformadores de hábitat
Formadoras de céspede	Xéneros Caulacanthus, Blidingia, Bangia, etc.	Conformadoras de hábitat para pequenos invertebrados
Sedimentos atrapados		En exceso pode alterar as formadoras de céspede (Airoldi, 1998). En coexistencia con elas favorece a fixación de macrofauna e implica madureza do sistema.
Especies de dosel	Xéneros Chondrus, Mastocarpus, Halopteris, Osmundea, Plocamium, Gymnogongrus, Pterocladiella, Cystoseira, Ascophyllum, Asparagopsis, Codium, etc.	Maior porte que as formadoras de céspede
Epibiontes vexetais	Xéneros Ceramium, Aglaothamnion, Plocamium, etc.	Especies vexetais fixadas sobre outros organismos sésiles. Nomeadamente sobre algas de dosel. Requiren madureza do sistema
Epibiontes animais	Briozoos, Balánidos	Especies animais fixadas sobre outros organismos sésiles. Nomeadamente sobre algas de dosel ou sobre mexillón. Requiren madureza do sistema
Percebe		Require a colonización previa por conformadores de hábitat.
Actiniarios		
Ascidias individuais		
Esponxas incrustantes		
Ourizos		
Poliquetos errantes		

8. REFERENCIAS BIOBLIOGRÁFICAS

Airoldi, L., Bacchiocchi, F., Cagliola, C., Bulleri, F., and Abbiati, M. 2005. Impact of recreational harvesting on assemblages in artificial rocky habitats. *Marine Ecology-progress Series*, 299: 55–66.Bulleri et al., 2012

Bulleri, F., Benedetti-Cecchi, L., Cusson, M., Maggi, E., Arenas, F., Aspden, R., Bertocci, I., et al. 2012. Temporal stability of European rocky shore assemblages: variation across a latitudinal gradient and the role of habitat-formers. *Oikos*, 121: 1801–1809.

Cappelatti, L., Griffin, J., and Mauffrey, A. 2020. Functional diversity of habitat formers declines scale-dependently across an environmental stress gradient. *Oecologia*, 194: 3: 135-149.Cruz *et al.* (2022)

Parada, J.M. 2023. Diversidade da biocenose de substratos rochosos intermareais baseada en grupos funcionais. Xunta de Galicia. Consellería do Mar. Informe técnico - biolóxico CIMA-RM2-INDICADORES22 23/08.

Trygonis, V., and Sini, M. 2012. PhotoQuad: A dedicated seabed image processing software, and a comparative error analysis of four photoquadrat methods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, s 424–425: 99–108.

Firmado por JOSE MANUEL PARADA ENCISA - ***4990**
o día 13/11/2023 cun certificado emitido por
AC CAMERFIRMA FOR NATURAL PERSONS - 2016

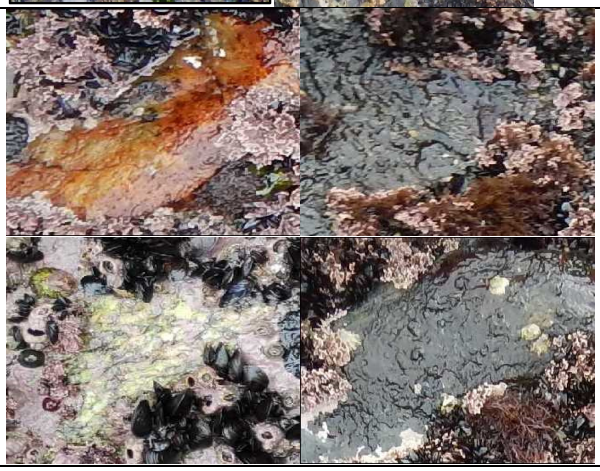
O técnico investigador
Dr. José Manuel Parada Encisa
Colexiado nº 15.637-X

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

9. ANEXOS

Actuación cofinanciada polo FEMP nun 75%. P.O. español 2014ES14MFOP001 [Prioridade 1 - OE1.e) - medida 1.5.2]. OIG: D.X. Desenvolvemento Pesqueiro

Anexo I. Guía fotográfica de grupos funcionais.

Sección	Grupo	Exemplos de taxóns incluídos
Rocha	Rocha núa	
Rocha	Balánidos raspados	
Biofilm	Rocha con biofilm	

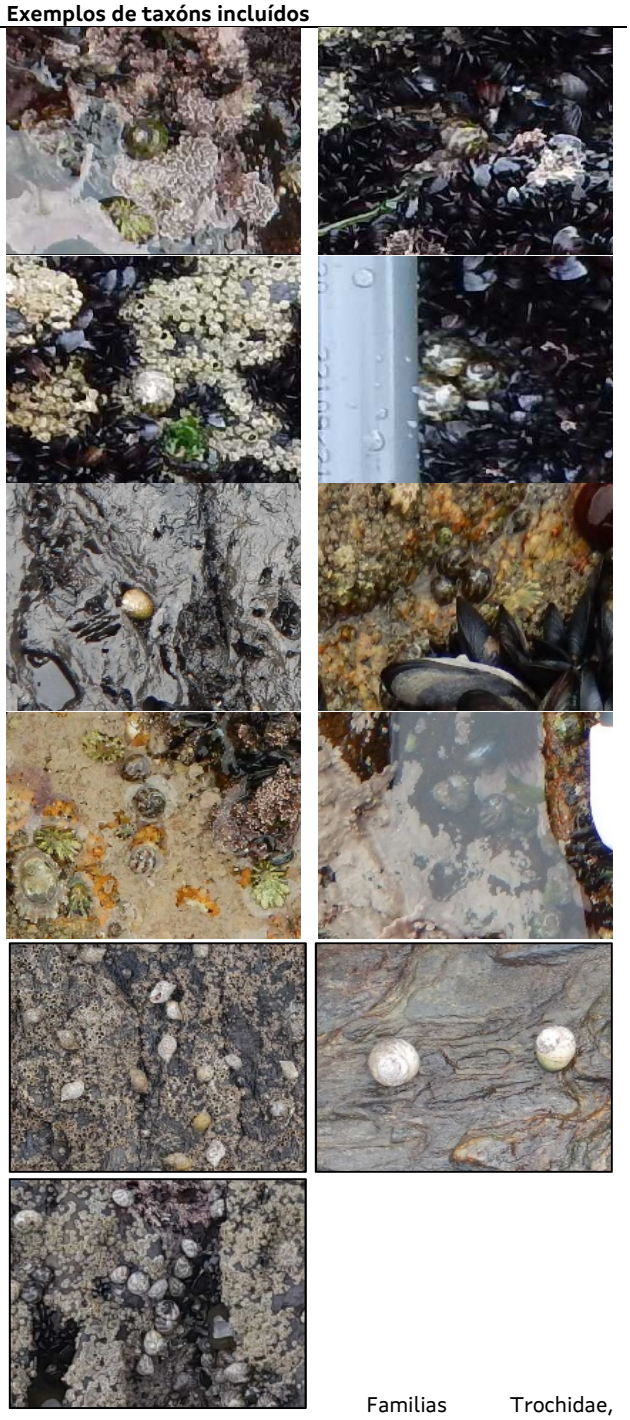
CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

Sección	Grupo	Exemplos de taxóns incluídos
Algas efímeras	Algas efímeras	

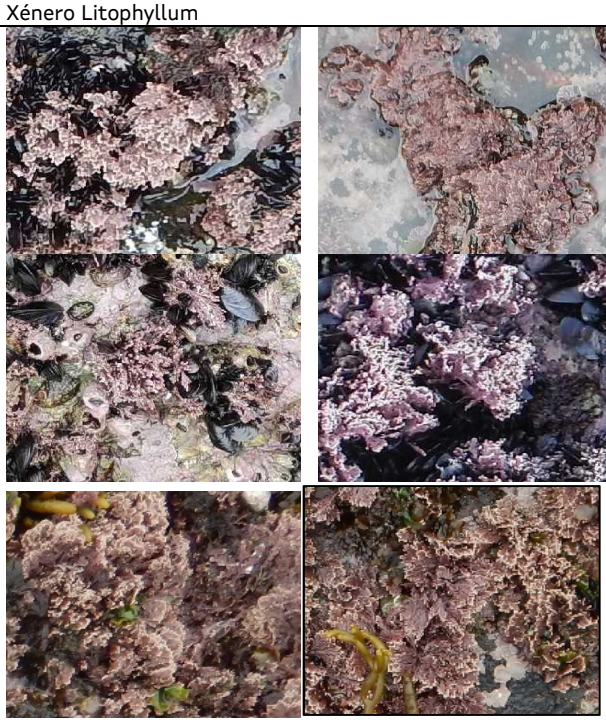
CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

Sección	Grupo	Exemplos de taxóns incluídos	
			Xéneros Ulva, Porphyra, etc.
Ramoneadores	Patellogastropodos		Familia Patellidae

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

Sección	Grupo	Exemplos de taxóns incluídos
Ramoneadores	Caenogastropodos	 Familias Trochidae, Littorinidae

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

Sección	Grupo	Exemplos de taxóns incluídos
Algas incrustantes	Algas incrustantes	Xénero Litophyllum
Cobertores primarios vexetais	Coralinas articuladas	 Familia Corallinophycidae

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

Sección	Grupo	Exemplos de taxóns incluídos
Cobertores primarios vexetais	Tapizantes non calcáreas	Botón vegetativo de *Himanthalia elongata*, *Hildenbrandia rubra*, etc.
Tapiz	Tapiz indetermiando	
Cobertores primarios animais	Balánidos	

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

Sección	Grupo	Exemplos de taxóns incluídos
Rocha	Balánidos mortos	
Mexillón	Mexillón	
Formadoras de céspede	Formadoras de céspede	

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

Sección	Grupo	Exemplos de taxóns incluídos
		Xéneros Caulacanthus, Blidingia, Bangia, etc.
Sedimentos atrapados	Sedimentos atrapados	
Especies de dosel	Especies de dosel	Xéneros Chondrus, Mastocarpus, Halopteris, Osmundea, Plocamium, Gymnogongrus, Pterocladiella, Cystoseira, Ascophyllum, Asparagopsis, Codium, etc.

Sección	Grupo	Exemplos de taxóns incluídos
Epifitos	Epibiontes vexetais	Xéneros Ceramium, Aglaothamnion, Plocamium, etc.
Epifitos	Epibiontes animais	
Pollicipedidae	Percebe	

Sección	Grupo	Exemplos de taxóns incluídos
Cobertores secundarios	Actiniarios	

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal

Sección	Grupo	Exemplos de taxóns incluídos
Cobertores secundarios	Ascidias individuais	
Cobertores secundarios	Esponxas incrustantes	
Ourizo	Ourizos	
Animais móbiles	Poliquetos errantes	

CENTRO DE INVESTIGACIÓNS MARIÑAS (CIMA)
Pedras de Corón s/n. Apdo. Nº 13
36620 Vilanova de Arousa
Tfno: 886 206 364
cima@xunta.gal