

Arrecifes, restingas y bancos rocosos de Mar del Plata

Ambientes inexplorados y
naufragios olvidados

Gabriel N. Genzano y Pablo E. Meretta

Arrecifes, restingas y bancos rocosos en Mar del Plata

Los fondos marinos rocosos proveen una gran diversidad de hábitats para las distintas asociaciones de peces e invertebrados, convirtiéndose por ello en zonas de alto interés para la conservación de la biodiversidad marina. El término correcto para denominar estos fondos es arrecife, palabra de origen árabe utilizada para denominar a todo sustrato duro que se eleva sobre el fondo marino, incluso aquellos sumergidos por el hombre, conocidos como arrecifes artificiales.

Esta obra nos muestra las maravillas marinas que están bajo el mar, tan cercanas a las costas de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires). Entusiasma ver las imágenes de los organismos adheridos a todas aquellas estructuras sumergidas, sean rocas o restos de navíos que una vez cumplieron una misión. Diversidad de peces y de invertebrados, así como de los ambientes que los albergan y alimentan. Todo aquí es presentado a partir de información científica obtenida y publicada en los últimos años por los autores, quienes dedican su esfuerzo a promover el conocimiento y protección de los fondos marinos costeros.

Por otro lado, la obra constituye una invitación a practicar el buceo autónomo, sin el cual no se podrían apreciar y documentar tales maravillas.

**ARRECIFES, RESTINGAS Y BANCOS
ROCOSOS DE MAR DEL PLATA:
*Ambientes inexplorados y naufragios olvidados***

Gabriel N. Genzano y Pablo E. Meretta



Genzano, Gabriel Néstor

Arrecifes, restingas y bancos rocosos de Mar del Plata : ambientes inexplorados y naufragios olvidado / Gabriel Néstor Genzano ; Pablo Ezequiel Meretta. - 1a ed. - Mar del Plata : EUDEM, 2026.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-631-6662-64-4

1. Geología. I. Meretta, Pablo Ezequiel II. Título

CDD 578.77

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723 de Propiedad Intelectual.

ISBN: 978-631-6662-64-4

Este libro fue evaluado por el Dr. Ricardo Bastida

Primera edición digital: marzo 2024

Esta obra está bajo la licencia CC BY-NC-ND 4.0.



Arte y Diagramación: Luciano Alem y Agustina Cosulich



Libro
Universitario
Argentino

INDICE

Agradecimientos	6
Prólogo	8
Introducción	11
Alguna definiciones, algunos conceptos	15
Arrecifes de Mar del Plata	21
Sobre métodos de estudio de los arrecifes	24
Los arrecifes y sus habitantes	29
El puerto de Mar del Plata	29
Los invasores del puerto de Mar del Plata	39
Las restingas de Mogotes ¿o de Cabo Corrientes?	47
Las restingas.....	48
Sobre naufragios y pecios.....	52
Los bancos: diversidad de invertebrados, abundancia de peces	58
Censos de las comunidades.....	61
Descripción del paisaje. Fisionomía	63
Censo de peces	65
Arrecifes inexplorados.....	67
El Banco Patria: jardín de los corales blandos	67
El inexplorado Pozo ¿o Poso? del Tío	69
Los parques submarinos	71
Parque submarino en Mar del Plata	73
Anexo de Tablas.....	80
Sobre los autores.....	92
Bibliografía	93

AGRADECIMIENTOS

Bucear en las costas de Mar del Plata no es tarea sencilla. A las dificultades inherentes a esta actividad debemos sumar aquellas propias del lugar: corrientes fuertes, visibilidad frecuentemente restringida, bajas temperaturas y largas navegaciones hasta los sitios de buceo, a menudo en condiciones arduas. Describir las comunidades y analizar la fisionomía de los distintos arrecifes rocosos submareales, para luego compararlas con aquellas formadas en arrecifes artificiales, demanda un esfuerzo significativo y sería equívoco pensar que esta tarea inmensa es llevada a cabo solamente por los dos autores de este libro.

Debemos entonces expresar nuestro agradecimiento a los buzos de la escuela de buceo THALASSA que, voluntariamente, aportan no solo información útil para nuestro trabajo, sino que además facilitan una valiosa estructura de logística (botes, GPS, equipamiento SCUBA y voluntarios en las tareas de campo).

En particular, agradecemos a Carlos Brelles y a Diego Prieto por su buena predisposición, su constante ayuda y su entusiasmo, ese que nos suelen transmitir y que nos motiva a continuar nuestras tareas superando cansancio y adversidades.

A Alberto Peña y a Mariano Sosa, por cedernos videos de sus inmersiones, y a Diego Prieto, por sus fotos, algunas de las cuales ilustran esta obra.

A Gabriela Pujol, por su invaluable ayuda con la información brindada sobre los caballitos de mar y sobre las reservas artificiales protegidas.

A Matías Delpiani y Ezequiel Mabragaña por el apreciable apoyo con la identificación de varias especies de peces.

Claudia Bremec gentilmente revisó nuestro borrador y sus valiosas correcciones y sugerencias mejoraron notablemente aquella primera versión. Gracias además por el Prólogo del libro.

A Ricardo Bastida, por su exhaustiva revisión y numerosos comentarios y propuestas que enriquecieron significativamente esta obra.

A las autoridades de la Universidad Nacional de Mar del Plata, quienes consideraron que el buceo merecía un espacio entre los proyectos de extensión que se desarrollan en esa institución; y a la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU), por financiar el proyecto BiodA (Biodiversidad de Arrecifes).

PRÓLOGO

La ciudad de Mar del Plata se ha constituido en un icono turístico de nuestro país, en gran parte debido a sus costas marinas. Su geografía ofrece hermosos acantilados y mar abierto, su intensa actividad pesquera se plasma en una zona portuaria plena de imágenes coloridas; todos ellos atractivos elegidos por visitantes que aman la naturaleza. Largas caminatas por las playas, baños de mar, visitas a los lobos marinos, pesca deportiva, navegaciones a vela o en embarcaciones turísticas, son parte de las actividades que su ambiente ofrece. Sin embargo, ¡hay mucho más! Esta obra no solamente nos ofrece admirar aspectos de la vida marina en aquellos entornos que conocemos y frecuentemente visitamos, también compendia en forma singular las maravillas que no vemos, sumergidas bajo el mar, ¡tan cercanas a sus costas!

Ambos autores, egresados de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, han dedicado años a la exploración subacuática en la zona. Fruto de esfuerzos personales y subsidios ajustados, nos llevan a sumergirnos y contemplar tales ambientes. Paso a paso, nos introducen en un tema sin duda novedoso para lectores entusiastas. Responden preguntas nuevas para las costas marplatenses. ¿Qué es un arrecife? ¿Hay arrecifes en Mar del Plata? ¿Cómo es posible ver algún arrecife en estas latitudes? ¿Existen áreas marinas protegidas en esta zona costera? ¿Hay parques submarinos?

Tales preguntas son respondidas con solidez académica y lenguaje accesible. A partir de la lectura, aprendemos que todo sustrato duro sumergido en el mar puede recibir el nombre de arrecife, ya sea de origen natural, como algún tipo de roca, o artificial, como las construcciones portuarias, espigones y barcos sumergidos. ¡Los ejemplos locales son numerosos! El detalle de la vida marina que se asienta en las escolleras Norte y Sur del puerto de Mar del Plata, así como en las rocas de las playas que quedan al descubierto durante la marea baja, o en las denominadas restingas de Punta Mogotes y en bancos localizados varias millas mar adentro, hasta profundidades de veinticinco metros, está documentado con imágenes que nos muestran la variedad y abundancia de invertebrados y peces, habitantes de esos sustratos. Asimismo, descubrimos que un importante sector donde se encuentran las formaciones rocosas cercanas al Faro de Mar del Plata, constituye un área natural marina protegida provincial, cuya superficie aproximada es de siete kilómetros cuadrados.

Para nuestra sorpresa, siguen los hallazgos... Encontramos que en la zona también los naufragios de barcos han sido numerosos, lo cual resalta su importancia histórica, y han dado lugar a arrecifes artificiales. El navío Cristo Rey –hundido hace décadas– y el Khronometer –acondicionado y trasladado a la zona en 2014– han devenido en atractivos arrecifes artificiales del parque submarino Cristo Rey emplazado en las costas de Mar del Plata. Este libro enseña que todo resto de artefacto o nave fabricado por el hombre y hundido total o parcialmente recibe el nombre de *pecio*, cuyo significado en latín es ‘fragmento o pieza rota’. Las piezas duras de los pecios mencionados se han convertido en nuevos sustratos en los que una gran variedad de organismos se ha establecido.

Cabe mencionar, finalmente, que la importancia del buceo autónomo como herramienta de trabajo científico, así como la historia de los naufragios ocurridos en el área, han merecido especial atención por parte de los autores.

Si bien Mar del Plata posee los únicos afloramientos naturales de rocas cuarcíticas de la provincia de Buenos Aires, además de ser aquí donde se creó el primer Instituto de Biología Marina de Latinoamérica, sorprende que sus arrecifes naturales hayan permanecido inexplorados hasta años recientes. Entusiasma ver las imágenes de los organismos adheridos a todas aquellas estructuras sumergidas, sean rocas o restos de navíos que una vez cumplieron una misión. Diversidad de peces y de invertebrados, así como de los ambientes que los albergan y alimentan, constituyen una invitación que incita a practicar el buceo deportivo, sin el cual no se podrían haber documentado tales maravillas. Un mundo sumergido, nunca imaginado para el área marplatense, es aquí presentado a partir de información científica obtenida y publicada en los últimos años por los autores del libro, quienes dedican su esfuerzo a promover el conocimiento y protección de los fondos marinos costeros.

Claudia Bremec

INTRODUCCIÓN

Si bien los fondos marinos están conformados predominantemente por fondos blandos (arenas y fangos), son los fondos duros los que albergan una diversidad de especies mucho más rica. Se trata de arrecifes rocosos, formados por bloques de roca de diferentes tamaños que afloran sobre el fondo marino o que se extienden desde el intermareal. Estos sustratos rocosos poseen una gran complejidad física en su relieve: abundan grietas, canales, techos de cuevas, y representan microhábitats para distintas asociaciones de invertebrados bentónicos que dependen de estos fondos para asentarse. Además, existen superficies inferiores de las rocas sueltas que no contactan con el sustrato subyacente, a diferencia de las zonas intermareales que son lo suficientemente estables para dar cobijo a una particular diversidad de especies.

Vivir entre o bajo rocas tiene sus ventajas, pues los organismos están al abrigo del oleaje, de la luz y de los depredadores. En virtud de las numerosas especies que habitan en estos fondos, existe una competencia por el espacio muy alta, por lo que es común que muchos organismos crezcan sobre otros, utilizándolos como un sustrato vivo, fenómeno denominado *epibiosis*. De esta manera, las algas, las valvas de los moluscos, las esponjas o las colonias animales actúan como verdaderos multiplicadores de sustratos, aportando más complejidad tridimensional a estos ambientes. Los organismos más pequeños se adhieren o trepan sobre estos, que son más altos y se elevan desde el suelo, evitando así los efectos nocivos de la

sedimentación; a su vez, escapan de ciertos predadores y alcanzan corrientes más ricas en oxígeno y nutrientes.

Por otra parte, diversas especies de peces están íntimamente asociadas con el sustrato rocoso ya que estos representan excelentes zonas para la alimentación, el refugio, la reproducción y la cría de sus juveniles. Algunos peces de los arrecifes rocosos son altamente territoriales y se los suele encontrar aislados o en grupos de pocos individuos, pero también los hay sociales, que viven en cardúmenes, otros que se camuflan con su entorno, ya sea visualmente o a través de su comportamiento escurridizo. Finalmente, algunas especies se acercan a los arrecifes rocosos solo para cazar, y luego se alejan.

Se trata de ecosistemas de alto interés para la conservación de la biodiversidad marina. Al ser zonas de una gran biodiversidad, que suelen estar rodeadas de extensas áreas arenosas más pobres, se elevan del fondo como verdaderos oasis de vida.

El Partido de General Pueyrredón, cuya ciudad cabecera es Mar del Plata, posee 39 km de costa marítima; los imponentes acantilados y las extensas playas arenosas lo constituyen como uno de los principales polos turísticos del país; sus bellos afloramientos rocosos son sin dudas otro de sus paisajes más emblemáticos y concurridos por turistas y lugareños.

Los grandes bloques rocosos expuestos al oleaje y las mareas que pueden apreciarse en la franja de entre mareas en Punta Iglesia, Punta Piedras, Cabo Corrientes, Punta Cantera y Punta Mogotes, se internan en el mar hasta varias millas de la línea de costa y son lugares muy interesantes para el desarrollo de comunidades submarinas de fondos duros, de gran interés científico.

Se trata de ecosistemas con gran potencialidad económica y escénica, en los que se desarrollan actividades deportivas como la pesca y el buceo autónomo, que además representan un atractivo turístico, que no solo se limita a los arrecifes rocosos naturales sino

también a los arrecifes artificiales, como las escolleras de la zona portuaria y los barcos hundidos o pecios.

Existen todavía más razones que acrecientan el interés científico y social en estas áreas. La popularización del buceo deportivo motivó la creación de un parque submarino mediante el hundimiento planificado de navíos en desuso, con la intención de crear nuevos hábitats para muchos organismos.

Resulta evidente entonces la necesidad de tener un mejor conocimiento de las especies de estos fondos rocosos y un mejor entendimiento de cómo los nuevos arrecifes artificiales actúan como sustratos para la vida marina y cuán miméticas son sus comunidades con respecto a la de los arrecifes naturales. Sin embargo, se carece de información básica acerca de su biodiversidad, que resultaría esencial para comprender ciertos procesos ecológicos y el aporte que brindan estos fondos en concepto de servicios ecosistémicos.

Si bien los estudios de biología marina en la ciudad de Mar del Plata comenzaron en forma temprana, a principios de la década del 60, a través del Instituto Interuniversitario de Biología Marina, debimos esperar hasta el cambio de siglo para comenzar a conocer más profundamente la fisonomía y la vida de sus arrecifes submarinos. Dichos estudios fueron posibles merced a la utilización del buceo autónomo como herramienta científica. Así se ha puesto de relieve una gran diversidad de hábitats y especies presentes en ellos. Asimismo, se comenzaron a localizar los restos de naufragios acontecidos entre 1900 y 1949 en los peligrosos fondos rocosos de Punta Mogotes y se estudiaron las comunidades biológicas fijadas en los restos de algunos de estos pecios.

Los datos obtenidos, sumados a las investigaciones que continúan realizándose, representaron una buena línea de base a la hora de realizar proyecciones sobre el impacto que los hundimientos planificados de navíos tendrían sobre la comunidad natural.

Los apartados de esta obra brindan al lector información sobre los distintos arrecifes de la costa de Mar del Plata, tanto de los

naturales como de los artificiales, como así también de las diversas comunidades biológicas que los habitan.

Se describen en forma concisa y didáctica los resultados obtenidos durante más de 25 años de investigaciones en los que, a partir del buceo autónomo, se han estudiado las restingas, bancos, naufragios y parques submarinos de la ciudad, tan cercanos, pero a menudo tan desconocidos para la gran mayoría de sus habitantes.

Algunas definiciones, algunos conceptos

¿De qué hablamos cuando nos referimos a un fondo rocoso?

Si de definiciones se trata, el término arrecife es correcto para denominar tales fondos rocosos. *Arrecife* proviene del árabe *ar-rasif*, ('la calzada') y según el Diccionario de la Real Academia Española es utilizado para referirse tanto a un camino afirmado o empedrado, como para un banco o bajo formado en el mar por piedras, puntas de roca o restos de corales calcáreos. Sin embargo, es necesario destacar que el término trae a colación el concepto de arrecifes de coral, hermosos hábitats marinos solo presentes en aguas tropicales y muy frecuentados por turistas de todo el mundo. Tal vez por ello, a pesar de ser un término correcto, no suele ser muy utilizado en nuestro país.

Los pescadores deportivos, y también los buzos, denominan frecuentemente a los fondos rocosos como *restingas*. El origen de esta palabra es desconocido, la Real Academia Española le da el significado de 'punta o lengua de arena o piedra debajo del agua y a poca profundidad'. ¿Y a mayor profundidad? Tal vez por un conocimiento cabal de la definición o, más probable, por mera casualidad, los primeros pescadores italianos que habitaron Mar del Plata diferenciaron a aquellos fondos rocosos ubicados a mayores profundidades, denominándolos como *bancos*, término también correcto, que proviene del alemán *bank*, con los conocidos significados de 'asiento', o de 'lugar donde se deposita dinero', pero que en los mares, ríos y lagos navegables, cobra el significado de un bajo que se prolonga en una gran extensión. Esta definición es muy amplia y puede hacer referencia tanto a bancos de arena, de conchillas o, en nuestros casos, bancos rocosos.

Menos utilizado, aunque correcto, es el término afloramiento (*aflorar*: 'asomar a la superficie del terreno un filón, una capa o una masa mineral cualquiera; surgir; aparecer'); en inglés se los

denomina *outcrops*, con el mismo sentido (*rocky outcrops*: 'afloramiento rocoso').



Figura 1. Arrecifes intermareales de la costa de Mar del Plata

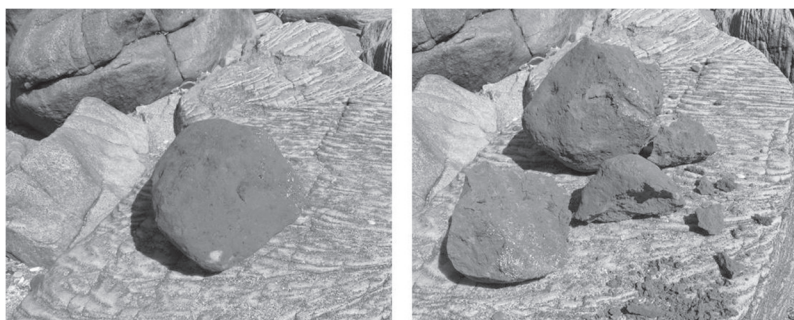


Figura 2. Comparación entre rocas cuarcíticas (piedra Mar del Plata) y rocas sedimentarias de loess (tosca)

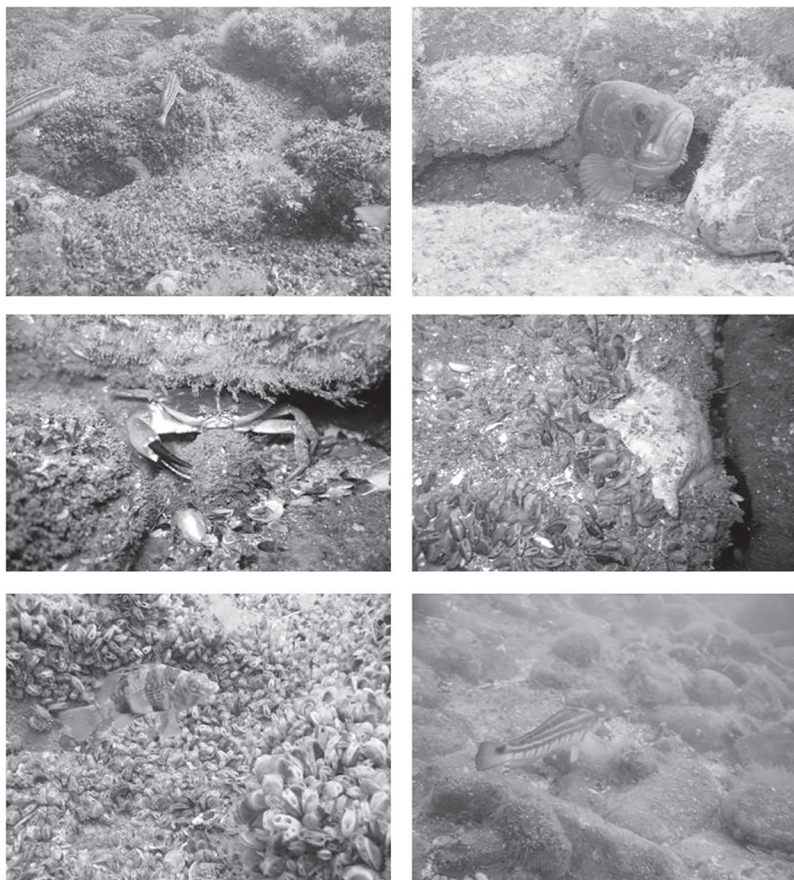
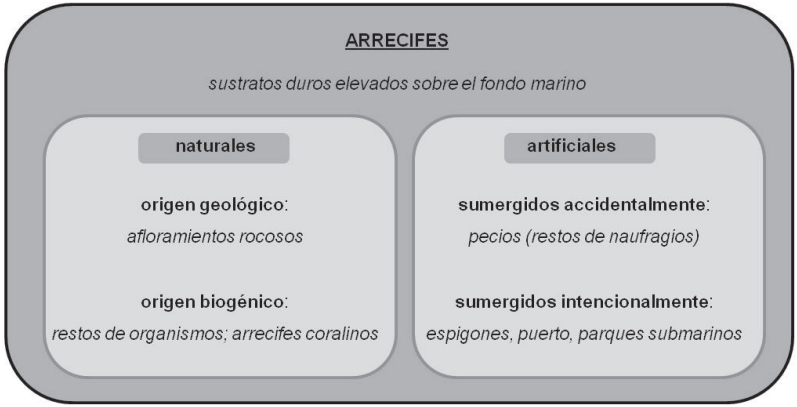


Figura 3. Vista general de arrecifes submarinos frente a las costas de Mar del Plata

Sujeto, entonces, a las definiciones, todos los sustratos duros sumergidos en el mar pueden recibir el nombre de *arrecife* y pueden tener un origen geológico y estar formados por distintos tipos de rocas o tratarse de formaciones biogénicas (ej.: los corales). Se deben incluir, además, aquellos sustratos de origen antrópico, es decir, emplazados por el hombre (construcciones portuarias, espigones, barcos sumergidos). Distinguimos así los arrecifes naturales y los arrecifes artificiales.

Figura 4. Diagrama conceptual de los distintos tipos de arrecifes submarinos



Pero, ¿qué tienen de particular estos arrecifes para que estemos interesados en ellos? Existe un dato interesante con respecto a los fondos marinos. Podemos estimar que el 95% del fondo oceánico está constituido por sustrato blando, es decir, por arenas y fango; apenas un 5% estaría conformado por sustrato duro. Resulta paradójico que sea en este 5% de fondo duro donde hallamos la mayor diversidad de especies, ya que más del 90% de la biodiversidad, en particular de invertebrados, se sitúa en estos fondos.

En ellos, la presencia de distintos hábitats (cuevas, grietas, techos y canales) y la capacidad de resistir sin desplazamiento la energía cinética marina, mareas y corrientes, permiten el desarrollo de comunidades biológicas muy estables y ricas en densidad y variedad de especies, muy superior a la de los fondos blandos aledaños. No debe sorprender entonces hallar en los arrecifes de nuestra costa grandes concentraciones de mejillones, numerosas esponjas, anémonas, erizos, estrellas de mar y moluscos, entre otros invertebrados.

No solo los invertebrados hallan sustrato y hábitat en los arrecifes, existen numerosas especies de peces arrecifales que obtienen

aquí alimento y refugio. Se trata de peces de pequeño tamaño, baja movilidad y hábitos crípticos (*kryptikos*: 'oculto'), dado que se mantienen escondidos dentro de pequeñas oquedades o tienen una coloración similar al medio en el que habitan. Otros peces arrecifales de mayor tamaño y hábitos más curiosos suelen utilizar las rocas y cuevas como hábitats, por ejemplo, los meros (*Acanthistius brasilianus*), turcos (*Pinguipes brasilianus*) y salmones de mar (*Pseudopercis semifasciata*).

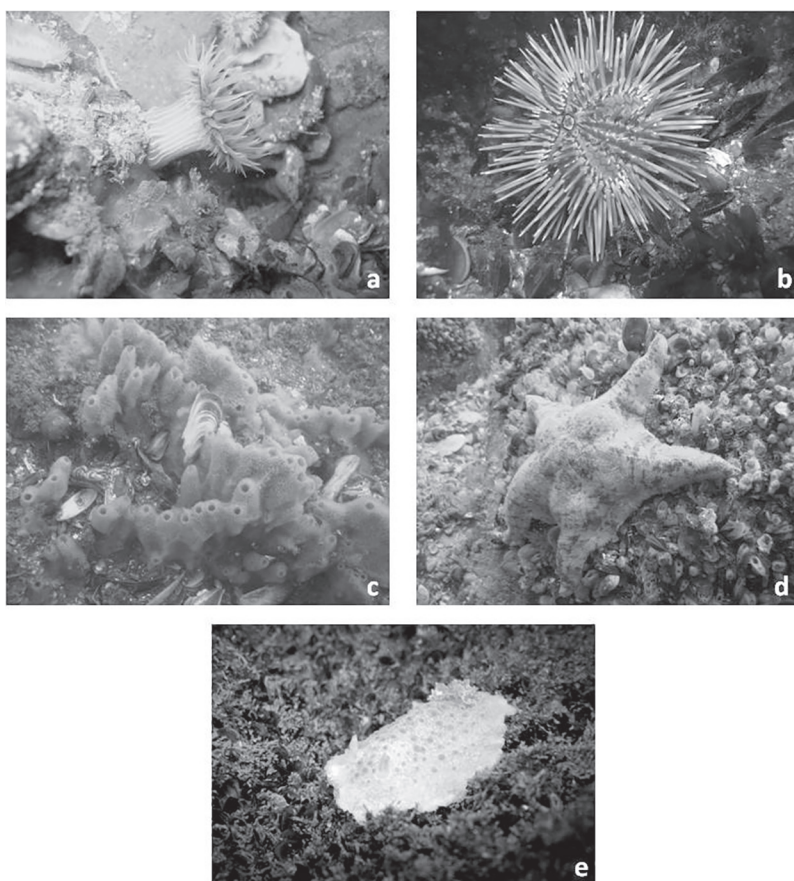


Figura 5. Fauna de invertebrados que habitan los arrecifes de Mar del Plata. a) anémona *Anthothoe chilensis*, b) erizo *Arbacia dufresnii*, c) esponja, d) estrella *Asterina stellifera*, e) babosa de mar *Doris fontainii*.

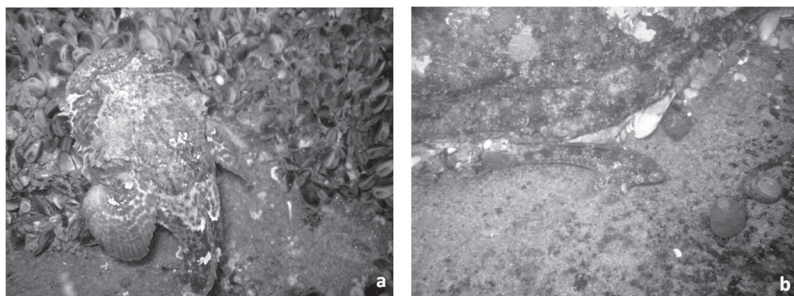


Figura 6. Ejemplos de peces arrecifales de hábitos crípticos. a) pez piedra *Triathalassothia argentina*, b) blénido *Hypleurochilus fissicornis*.

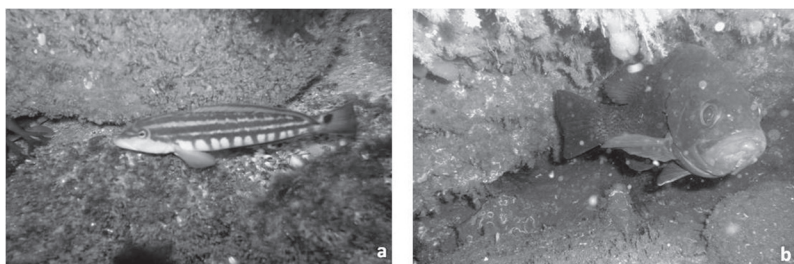


Figura 7. Peces arrecifales territoriales. a) turco *Pinguipes brasilianus*, b) mero *Acanthistius brasilianus*.

Arrecifes de Mar del Plata

Si, hipotéticamente, un caminante recorriera la zona costera de la provincia de Buenos Aires, describiría el paisaje como una zona de extensas playas arenosas, solo interrumpidas por aisladas plataformas de abrasión, conformadas por tosca (loess pampeano). Pero seguramente se asombraría al llegar a Mar del Plata, donde el paisaje se muestra muy diferente, y quedaría sorprendido por la presencia de grandes bloques rocosos, los mismos que mencionara el corsario inglés Francis Drake, en 1578, como formaciones por entonces pobladas por grandes manadas de lobos marinos, o Juan de Garay, quien en 1581 describiera una “muy galana costa” y destacara que “... la costa en algunas partes, descubre pedazos de peñascos donde hay gran cantidad de lobos marinos”.

Es que la costa de Mar del Plata se caracteriza por esa presencia de bloques de rocas grandes y muy duras denominadas *cuarcitas* (piedra Mar del Plata), únicas en toda la costa bonaerense, y muy distintas de aquellos fondos de rocas sedimentarias, denominadas comúnmente como *tosca*, y que podemos hallar hacia el norte o sur de la ciudad (en Santa Clara del Mar, Miramar, Necochea, etc.).

Este paisaje rocoso se remonta a 550 millones de años (Era Paleozoica, Período Ordovísico) y tiene origen en el Sistema Serrano de Tandilia (Sierras de Tandil), cuyas estribaciones se continúan en las sierras de Balcarce, en la Sierra de los Padres y afloran en la zona intermareal en las áreas de Cabo Corrientes, Playa Chica y Punta Mogotes. Sin embargo, este sistema rocoso no termina en la zona costera, sino que se prolonga por varias millas desde la línea de costa, hasta profundidades que alcanzan entre los 20 y 25 metros.

Los fondos rocosos sumergidos alojan una rica comunidad biológica cuya diversidad ha permanecido en gran medida inexplorada. Se trata, en cambio, de lugares muy bien conocidos por los pescadores y por los buzos deportivos. Por eso no debe sorprender que muchos de estos fondos fueran incorporados en las cartas náu-

ticas con los nombres originales con que fueron bautizados por ellos (por ejemplo: Pozo del Tío, Banco Titán, Banco del Caballo, etc.); a menudo, dichos nombres hacen referencia a la manera usada para ubicarlos en el mar por triangulación o alineación de puntos fijos específicos de la costa, cuando aún no existían métodos de posicionamiento satelital, GPS (ej.: Banco Tres Cúpulas, Banco Cardiel).

De esta forma, la costa de Mar del Plata se constituye en un lugar muy interesante para el desarrollo de comunidades submarinas de fondos duros, dado que a la presencia de sus arrecifes naturales debemos sumar aquellos artificiales, como la zona portuaria y los restos de varios naufragios, navíos que hallaron su última morada en la zona de Punta Mogotes en la primera mitad del siglo XX y que constituyen actualmente patrimonios histórico-arqueológicos. Encontramos además un parque submarino construido a partir del hundimiento intencional de barcos en desuso, los cuales, en principio, son nuevos sustratos duros que conforman un ecosistema autosustentable para la vida marina y proveen un nuevo hábitat para muchas especies, incluyendo aquellas que están sufriendo presión por las actividades humanas, como las colectas para acuarios, la destrucción de hábitats naturales y la sobrepesca.

Tanto los arrecifes naturales como los artificiales resultan sitios ideales para realizar investigaciones en biología y ecología marina.

Es en estos hábitats, caracterizados por su compleja topografía, donde el buceo autónomo se torna una herramienta importante para su estudio.

Al igual que otros hábitats, los arrecifes rocosos se hallan afectados por las diversas actividades humanas que pueden producir modificaciones en ellos y en sus comunidades, reduciendo la biomasa, la producción y la diversidad. Si bien son áreas poco propensas de sufrir perturbaciones por actividades de pesca comercial de arrastre, sin embargo son afectadas por otras acciones humanas, como son la pesca deportiva (por la extracción de peces y por el

daño que las anclas de las embarcaciones provocan en las comunidades del fondo).

Si se desean proponer estrategias de manejo de estas áreas, necesitamos primero conocer sus principales características físicas, su topografía y su relieve, a fin de estimar la disponibilidad de hábitats. También es preciso conocer qué tipo de comunidades albergan y analizar los parámetros biológicos (abundancia, estacionalidad, crecimiento) de las especies y el rol ecológico que tienen. Dicha información de base es el paso necesario para asegurar el buen manejo y conservación del ecosistema.

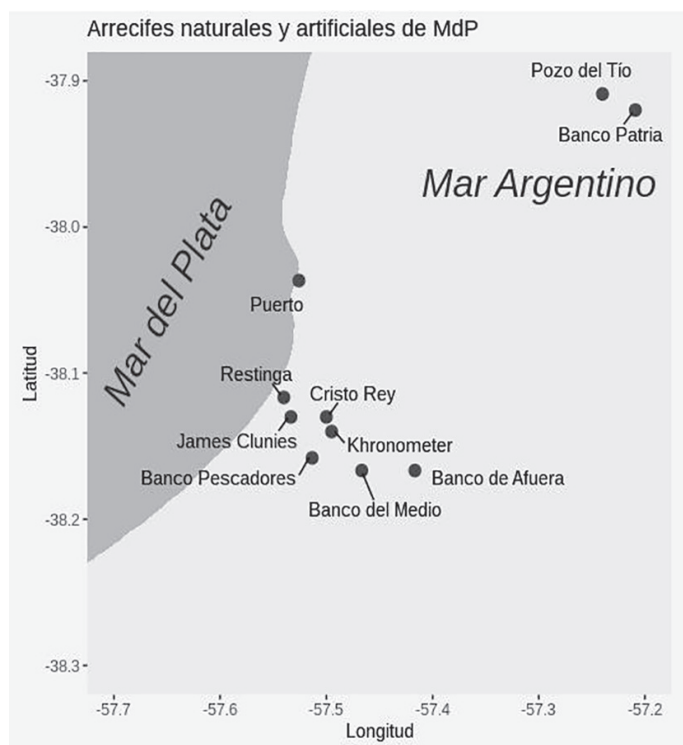


Figura 8. Ubicación de los principales arrecifes naturales y artificiales de Mar del Plata

Sobre métodos de estudio de los arrecifes

Antes de que los equipos de buceo autónomo o SCUBA entraran definitivamente en escena, las observaciones *in vivo* estaban relegadas a pocas especies de zonas intermareales, de aguas someras y claras, o a su mantenimiento y estudio en acuarios.

Los biólogos marinos dependían de dragas, rastras y redes para coleccionar los diversos organismos a mayor profundidad. Tales metodologías aún son muy utilizadas, aunque presentan ciertas desventajas ya que requieren del uso de embarcaciones equipadas con la infraestructura necesaria para la toma de las muestras. Por otra parte, es necesario invertir mucho tiempo en la colecta y, a menudo, el equipo debe ser manejado por personal calificado, lo que aumenta considerablemente los costos.

Durante la interpretación de los resultados obtenidos es importante considerar que las comunidades marinas suelen caracterizarse por formar agregaciones aisladas, o parches de individuos, lo que torna difícil una estimación de la densidad, ya que deben integrarse muestras con distintas abundancias de organismos, acorde al lugar donde el muestreador los colectó.

En los fondos rocosos en particular, el arrastre de rastras o redes es más dificultoso debido a su complejidad topográfica y estructural que, por la disposición espacial de los bloques, presenta distintas características físicas y diferentes especies que los colonizan. Por eso, la biodiversidad de estos fondos suele estar subestimada, particularmente en el caso de los invertebrados.

El buceo posibilitó la observación directa de muchos organismos en el lugar, en tiempo real, y facilitó su recolección para estudios ulteriores, tornándose en una herramienta más flexible para la exploración de los hábitats rocosos. Ha brindado, además, otras formas de colecta y conteo (censos), más económicas y menos destructivas, y que permiten estimar fácilmente la densidad y estructura de una población determinada. Los buzos científicos,

por otro lado, son los más competentes al momento de detectar la presencia de especies potencialmente invasoras y, en algunos casos, pueden proporcionar también una respuesta rápida ante esta situación.

La aplicación del buceo en investigaciones subacuáticas se ha ido imponiendo y es ahora una de las técnicas científicas más productivas. La comunidad científica internacional ha reconocido la importancia que tiene el buceo como un instrumento útil en el estudio y conservación de la biodiversidad y los ecosistemas.

El buceo científico es una potente herramienta de trabajo para muchos proyectos de biología y ecología entre los que se destacan:

1. Descripción de ecosistemas, al dar una imagen o idea completa de la forma del fondo submarino.
2. Colecta e inventario de especies, porque permite obtener un listado más completo de la riqueza biológica del lugar.
3. Estudios de impacto ambiental, a partir del análisis veloz de los cambios que pudieran producirse posteriormente a un suceso determinado.
4. Programas de seguimiento de ecosistemas marinos, mediante sistemas de monitoreo a lo largo del tiempo.
5. Desarrollo de reservas marinas, con la determinación de áreas que, por su complejidad, fragilidad o diversidad, deberían ser protegidas.
6. Elaboración de documentales, fotografía y videos.

Los estudios *in situ* permiten no solo observar y describir el paisaje sino, además, colectar y censar organismos que son inaccesibles mediante otras técnicas. Claro que existen también ciertas limitaciones: es una herramienta muy utilizada, pero en fondos que no superan los 40 m de profundidad (límite usual para el buceo no profesional); el tiempo de trabajo puede ser algo limitado (entre 35

y 60 minutos, dependiendo de la profundidad y la temperatura del agua); y en muchos casos las tareas a desarrollar dependerán de las condiciones del agua (visibilidad, corrientes y mareas).

Se trata de una herramienta frecuentemente utilizada en aguas cálidas y claras, como son los arrecifes coralinos, y es en estas comunidades donde se han desarrollado numerosas técnicas para censar organismos, medir variables ambientales y describir la fisonomía del paisaje, por ejemplo.

Debido a las condiciones particulares del agua en Mar del Plata –fuertes corrientes y visibilidades restringidas–, solo algunas metodologías pudieron ser realizadas o adaptadas a estas realidades. Sin embargo, han resultado apropiadas para los estudios de los arrecifes naturales y artificiales y han brindado información valiosa e inédita de las comunidades que los habitan.

El buceo científico

El buceo es el acto por medio del cual el ser humano se sumerge en cuerpos de agua con algún fin determinado. Podemos, entonces, definir al buceo científico como toda inmersión realizada como parte de una actividad científica, de investigación o aun educativa, usualmente asociada a un proyecto o estudio contemplado en una institución de enseñanza o de investigación.

Las tareas de un buceador científico son las de un observador y un colector de datos; por lo tanto, usualmente son llevadas a cabo por científicos o por personal con entrenamiento, aprendizaje y dominio de procedimientos de planeación, organización y ejecución de trabajo de campo, así como de técnicas específicas de observación, toma de datos, colecta y mapeo.

Mediante el buceo científico se han realizado observaciones y mediciones *in situ* que permitieron obtener información precisa y detallada de diversos fenómenos y organismos imposible de adquirir de otra manera. Pocos años después de que el equipo de buceo autónomo SCUBA (Self Contained Underwater Breathing

Apparatus, Equipo de Respiración Autónomo Bajo el Agua) tomara la forma con que lo conocemos, comenzó a utilizarse para realizar tareas científicas. Así, por ejemplo, el Scripps Institution of Oceanography, Woods Hole y la Universidad de California realizaron trabajos de biología marina con SCUBA hacia finales de la década del 40 y principios de los 50. En Argentina, algunos trabajos en la Patagonia (concretamente, en la Península Valdés) utilizaron ese método a inicios de los 60.

Ya a partir de la década del 70, la práctica de buceo en general tendió a popularizarse. También se incrementó su uso en tareas científicas de distintas disciplinas y en una gran variedad de ambientes. Los químicos lo utilizaron para coleccionar organismos (invertebrados) a fin de extraer sus componentes de valor farmacológico; los geólogos, para tomar muestras de rocas y sedimentos; los paleontólogos, para coleccionar fósiles de los dominios marinos. En arqueología submarina, el uso del buceo resultó fundamental para realizar estudios integrales, utilizando técnicas similares a las empleadas en tierra (mapeo, fotografía, preparación y extracción de objetos). Merece una especial atención la biología, ya que es en este campo donde más se ha utilizado, y se utiliza, el buceo para realizar una amplia variedad de tareas que incluyen medidas de parámetros de la estructura comunitaria o de factores ambientales relacionados con las comunidades analizadas. Así, la técnica de SCUBA contribuyó significativamente al conocimiento del mundo submarino y de su fauna-flora, y se ha constituido actualmente en una técnica muy difundida y útil en el estudio y conservación de la biodiversidad acuática de ecosistemas y comunidades litorales.

¿Cuándo se emplea el buceo científico?

Está muy popularizada la idea que un biólogo marino debe bucear para realizar sus tareas. Obviamente esto no es así, el buceo es solo una herramienta más y, como tal, su uso y utilidad dependerá de los objetivos de investigación planteados, del tipo de tareas a realizar y del área a estudiar. Cómo con toda técnica

o metodología, deben evaluarse sus ventajas y desventajas antes de adoptarla como viable. Existen limitaciones propias de la actividad, como son la profundidad, el tiempo que podemos permanecer bajo el agua y el entrenamiento necesario. A esto debemos sumar las condiciones del lugar de estudio, visibilidad del agua, corrientes y posibilidades de accesibilidad, lo que nos dará un marco para evaluar cuán factible es su uso.

En líneas generales, los relevamientos visuales utilizando técnicas de SCUBA tendrán las siguientes ventajas: bajo costo, rapidez y una relativamente vasta área de relevamiento. Por otra parte, existe la desventaja del riesgo de subjetividad en la taxonomía, ya que se deben identificar especies en forma rápida (aunque se pueden complementar las observaciones con la colecta del organismo para su posterior estudio en el laboratorio). Resultará entonces apropiado su empleo en investigaciones preliminares, indagaciones exploratorias, cartografías bionómicas, aunque su uso puede ser aún más amplio.

Con el advenimiento de cámaras subacuáticas de fotografía y filmación, a un precio mucho más accesible con respecto al de décadas pasadas, los censos visuales se han complementado y hasta reemplazado por la obtención sistemática de fotos y videos, y su posterior análisis en laboratorio. Esta técnica resulta especialmente adecuada para estudio de variaciones temporales con muestreos regulares y repetitivos (monitoreos).

Los científicos, a menudo, realizan un gran número de tareas simples (ej.: tomar fotos, obtener videos determinados) que podrían ser ejecutadas por ciudadanos no científicos, entrenados y coordinados por un especialista. Así, muchos buzos deportivos voluntarios aportan valioso material fílmico y fotográfico a los distintos proyectos de investigación, potenciando de esta manera la obtención de datos biológicos y ambientales mediante esta meritoria colaboración ciudadana.

La “ciencia ciudadana” es un tipo de colaboración que involucra a voluntarios en los proyectos de investigación. Además, ellos, junto con los científicos, responden preguntas de interés local, regional y global, fomentando así la comprensión científica y mejorando la educación en temas ambientales.

Los arrecifes y sus habitantes

El puerto de Mar del Plata

El puerto de Mar del Plata se encuentra ubicado a 7 km del centro de la ciudad.

Se trata de una construcción concebida para dotar a la Argentina de un puerto de aguas profundas, capaz de recibir todo tipo de embarcaciones desde el exterior, aunque en la práctica se utilizó esencialmente como un puerto pesquero.

Su construcción fue autorizada por el gobierno nacional en octubre de 1909, aunque recién a principios de 1911 se firmó el contrato con una empresa constructora de origen francés, la misma que había construido el puerto de Montevideo, Uruguay. En febrero de 1913 fue oficialmente inaugurado, aunque su construcción continuó hasta agosto de 1914, cuando las tareas se paralizaron a causa de la Primera Guerra Mundial, y se reanudó a principios de 1915.

A comienzos de la década del 20, se añade al proyecto original una instalación de tipo militar, y en 1939 las obras portuarias logran concretar la fisonomía actual.

Está construido con bloques artificiales de concreto y piedras extraídas de las canteras de la ciudad y se encuentra delimitado por dos grandes escolleras denominadas Norte, de 1050 metros de longitud, y Sur, de 2750 metros, incluyendo sus morros terminales.

En la escollera Norte, más precisamente en su porción más alejada de la costa, existe un área donde está habilitada la práctica de buceo, y que representa un excelente mesocosmos para la realización de estudios en biología y ecología.

Un *mesocosmos* es un sistema experimental al aire libre que examina el entorno natural en condiciones más controladas. De esta manera, los estudios de mesocosmos proporcionan un vínculo entre los estudios de campo y los experimentos controlados en el laboratorio.

Los trabajos se llevan a cabo al aire libre, con el fin de incorporar la variación natural. Suman, además, la ventaja de ser ambientes grandes, comparados con aquellos replicados en un laboratorio, pero, a la vez, son más fáciles de estudiar con respecto a mar abierto, lo que facilita el acceso a los ecosistemas y organismos representativos de la zona.



Figura 9. Escollera Norte del puerto de Mar del Plata, área habilitada para la práctica de buceo deportivo

Debido a que las aguas someras del puerto suelen estar más calmas que en mar abierto es en este arrecife artificial donde se realizan con mayor frecuencia colectas y censos mediante buceo autónomo.

Así, estudios realizados en la escollera Norte brindan información sobre la macrofauna de su fondo, reportándose hasta el momento más de 110 especies de algas e invertebrados (Tabla 1).

En virtud de la presencia de numerosas rocas de tamaño muy variado, cobran aquí importancia aquellos sitios bajo rocas y techos de cuevas donde la luz es insuficiente para la realización de la fotosíntesis y, por lo tanto, las algas, comunes en las caras superio-

res de las rocas, son escasas. Al haber poca luz, el éxito de colonización de estos lugares corresponde a la vida animal, particularmente a especies que se desarrollan mejor en lugares oscuros, como ciertos caracoles, babosas de mar, gusanos cilíndricos, gusanos planos y briozoos. Es común hallar cangrejos rojos (*Danielethus crenulatus*), cangrejos arañas (*Libinia spinosa*) y varias especies de pequeños cangrejos con cuerpo algo deprimido, usualmente cubiertos de esponjas (camuflaje). En la tabla 1 del anexo de tablas se detalla la diversidad de algas e invertebrados registrados durante nuestros estudios en los arrecifes naturales y en la escollera Norte de Mar del Plata.

Los estudios realizados sobre dinámica poblacional, reproducción y dieta en las abundantes poblaciones de las especies autóctonas de la anémona de mar *Anthothoe chilensis* y la estrella de mar *Asterina stellifera* representan una buena línea de base para analizar los cambios en la comunidad del puerto.

La anémona suele ser encontrada cerca del fondo de la escollera Norte, formando masas de individuos que tapizan las rocas de color blanco. Una gran cantidad de organismos, pertenecientes a 52 especies, viven asociados a ella. Entre ellos, se encontraron pequeños crustáceos (gamáridos, caprélidos y pequeños cangrejos), nemátodos, poliquetos, moluscos, briozoos, otras especies de anémonas e, inclusive, algas.

Esta especie de anémona puede alimentarse de diferentes presas; en general, sus víctimas son las que se hallan más próximas a ella. Entre las posibles presas podemos encontrar a pequeños crustáceos gamáridos, que son muy abundantes en este ambiente, también a pequeños caracoles, isópodos (similares a los “bichos bolita”, pero marinos), mejillines (*Brachydontes rodriguezii*) y algunos gusanos.

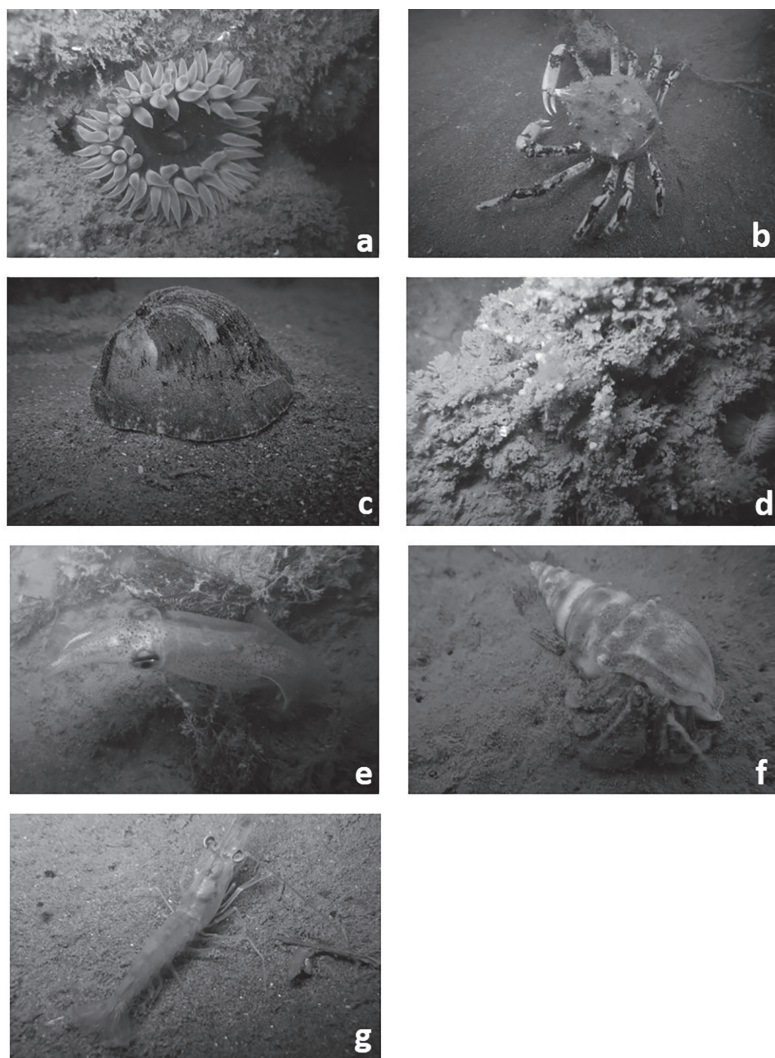


Figura 10. Ejemplos de invertebrados que habitan la escollera Norte. a) anémona *Aulactinia sp.*, b) cangrejo araña *Libinia spinosa*, c) gasterópodo *Fisurellidea megatrema*, d) cangrejo camuflado *Leucipa pentagona*, e) calamar *Illex argentinus*, f) cangrejo ermitaño *Pagurus criniticornis*, g) langostino *Pleoticus muelleri*.

Merecen destacarse, por otro lado, las estrellas de mar, que eran organismos extremadamente abundantes dentro del puerto; todos los que experimentaban un buceo en la escollera Norte veían infaliblemente a la única especie de estrella de mar que hay en la región. Esta curiosa abundancia motivó la realización de estudios pormenorizados sobre esta especie, incluyendo aspectos como el análisis de su dieta, reproducción y abundancia.

La estrella de mar es una especie omnívora y carroñera, es decir, puede alimentarse tanto de algas como de animales vivos o muertos. A partir de experimentos realizados en acuarios, se pudo determinar que tendría una preferencia por las anémonas y los moluscos, más que por las algas. Otra curiosidad es que tienen una gran capacidad para detectar a sus presas y, una vez que lo hacen, se desplazan directo hacia ellas. Son insaciables, pasan la mayor parte del tiempo comiendo de una manera peculiar, pues tienen la capacidad de “expulsar” parte de su estómago hacia fuera del cuerpo (estómago pilórico). ¿Cómo hacen para alimentarse? Al encontrarse con una presa, la estrella de mar la rodea con sus brazos y saca parte de su estómago para envolverla. En ese momento, se inicia la digestión, liberando enormes cantidades de enzimas digestivas. Luego, introducen su estómago junto con la presa, y la digestión finaliza dentro del cuerpo de la estrella de mar. Si la presa de la que se está alimentando tiene alguna estructura que no pueden digerir (como por ejemplo, la valva de un bivalvo), simplemente la expulsan por la boca.

Esta especie presenta individuos macho y hembra, pero es imposible diferenciarlos a simple vista, es decir, no presentan dimorfismo sexual. Los machos y las hembras se reconocen por sustancias químicas que liberan al agua, se acercan y liberan sus gametas en el mismo momento. El éxito de la fertilización se basa en que se libera una enorme cantidad de gametas. Se generan luego cientos y miles de larvas que viven en el agua unas semanas hasta que sufren una metamorfosis: cambian completamente la estructura interna

y externa, se desarrollan como una estrella juvenil, que no suele llegar al milímetro de tamaño.

Como se mencionó anteriormente, en el puerto de Mar del Plata, las estrellas de mar abundaban: llegaron a registrarse valores máximos de hasta 72 individuos por metro cuadrado, hasta el año 2014. Estas abundancias y agrupamientos variaban a lo largo del año, principalmente asociados al período reproductivo; es decir, las estrellas de mar están más juntas durante los meses en que se reproducen y más separadas en los meses en que no lo hacen. Es por esto que era más fácil encontrarlas durante la primavera y el verano, coincidente con su período reproductivo.

Sin embargo, los buzos deportivos de la ciudad empezaron a notar una merma en las poblaciones de esta especie de estrella de mar y lo comunicaron a la comunidad científica de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Uno de los principales problemas al intentar corroborar o refutar este tipo de hipótesis es la falta de datos históricos. Sin embargo, desde nuestro grupo de investigación hemos podido trabajar en conjunto con los buzos de Mar del Plata, consolidando una red para la toma de datos y monitoreo, no solo de esta especie sino de las diferentes comunidades submarinas de Mar del Plata. Esto permitió recopilar información referente al puerto de Mar del Plata desde 1993 hasta 2020.

En el caso de la estrella, luego de un arduo trabajo en conjunto, se pudo construir una línea de base histórica a fin de analizar cambios poblacionales de esta especie y establecer si otros representantes de la comunidad habían sufrido cambios similares. A partir de fotos, videos y registros, se analizó la frecuencia de hallazgo (buceos con registro de estrellas/buceos totales) durante 1993-2012 (59 inmersiones totales) y durante 2017-2019 (52 inmersiones totales). Por otro lado, para obtener una idea de la cantidad de estrellas que había, se analizó la cobertura que existía de ellas mediante el análisis de video-transectas obtenidas en 2006, 2008, 2013, 2018 y

2019. Los resultados obtenidos indican que, entre 1993-2012, esta estrella de mar era hallada en todas las inmersiones, es decir, una frecuencia de hallazgo del 100%. Esta frecuencia disminuyó a solo el 11% de las inmersiones durante 2017-2019. Las coberturas hasta 2012 variaron entre un 2 y 5,3%; mientras que en video-transectas de 2018 y 2019 ninguna estrella fue hallada. Los numerosos especímenes que observamos en 2014 hacen suponer que este cambio ocurrió entre el 2015 y 2017. Es interesante relacionar este hecho con la llegada de dos especies exóticas, una babosa de mar (*Pleurobranchaea maculata*) y una macroalga (*Undaria pinnatifida*), que fueron registradas a partir de 2009 y 2011, respectivamente, y cuyas poblaciones se han establecido con éxito dentro del puerto.

Si bien falta profundizar los estudios sobre los cambios detectados en el puerto de Mar del Plata a partir de la llegada de *Undaria*, esta especie produciría una disminución en la abundancia de otras algas locales y de los organismos asociados a ellas, efecto semejante al registrado en Puerto Madryn.

Por otro lado, la babosa presenta una dieta similar a la estrella *A. stellifera*: consume las mismas presas y, en particular, depreda sobre *A. chilensis*, la anémona de mar mencionada anteriormente. Entonces, es posible que todos estos cambios detectados hayan provocado una disminución en el alimento disponible de esta especie de estrella de mar, lo que afectó su capacidad reproductiva y, luego de un tiempo, provocó una disminución en su población.

Adicionalmente, una disminución del número de anémonas y tunicados fue detectada a partir de 2017; información que también fue corroborada con datos brindados por los buzos voluntarios que forman parte de la red (466 fotos y 100 videos analizados).

Los numerosos bloques rocosos de la escollera Norte no son solo hábitat para algas e invertebrados. Este arrecife artificial alberga al menos 20 especies de peces que han sido determinadas mediante muestreos visuales. Se destacan aquellos que suelen esconderse entre las rocas, como los escurridizos blénidos (*Hypleu-*

rochilus fissicornis), el cocherito (*Dules auriga*), conocido por los buzos locales como “antenita”, las lucernas (*Porichthys porosissimus*), y aquellos que se mimetizan semienterrados en los fondos arenosos, como lenguados (*Paralichthys patagonicus*) y lengüitas (*Symphurus jenynsii*).

Dentro de las especies de peces que habitan las aguas del espejo del puerto, una cobró particular importancia y atención: el caballito de mar (*Hippocampus patagonicus*), una especie que se distribuye en el Mar Argentino desde las costas de Buenos Aires hasta Puerto Deseado (Santa Cruz).

Los caballitos de mar son raros de hallar fuera de esta zona portuaria, pero son muy comunes dentro del puerto. En el recorrido de las transectas, fueron observados animales asidos a las rocas de la escollera, a estructuras biogénicas del sustrato –como algas, tubos de gusanos poliquetos, entre otras estructuras– y, en particular, a elementos sumergidos de origen antrópico, de común ocurrencia en el sector interno de la escollera Norte, como, por ejemplo, tanzas, cabos, redes, gomas, tubos, entre otros.

El análisis de sus poblaciones a lo largo del año mostró una menor actividad en otoño/invierno (mayor porcentaje de comportamiento estacionario). El mayor número de actividades (correos, eventos alimentarios, interacciones, forrajeo) se observa durante primavera/verano, lo que estaría indicando que factores ambientales como la temperatura y la luz serían importantes en la determinación de la actividad de las poblaciones naturales del *H. patagonicus*.

Su dieta se basa, principalmente, en pequeños crustáceos (gamáridos y caprellidos), muy abundantes en el puerto.

Las poblaciones de caballitos de mar se encuentran en declinación en todo el mundo, como consecuencia de la degradación de su hábitat, la captura incidental y la creciente demanda de los países asiáticos para su incorporación en las medicinas tradicionales. Ello los convierte en un grupo muy amenazado.

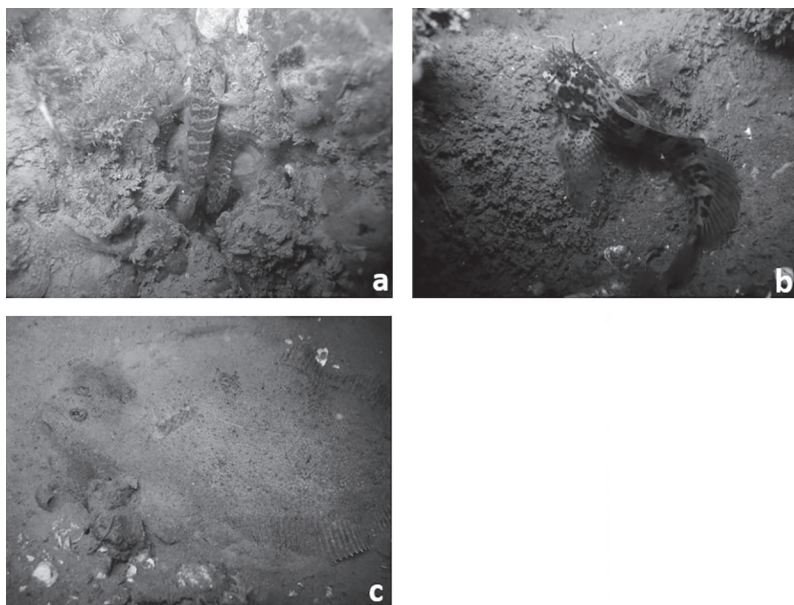


Figura 11. Ejemplo de peces crípticos. a) blénido *Hypleurochilus fissicornis*, b) cocherito *Dules auriga*, c) lenguado *Paralichthys patagonicus*.

Particularmente en nuestro país, Mar del Plata se posiciona como el punto de venta de mayor cantidad y número de especímenes, destinados a la venta como *souvenirs* o al acuarismo. La especie es categorizada como vulnerable por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Por ello merece destacarse que en abril de 2010 esta especie emblemática fue declarada “Monumento Natural” de Mar del Plata (Ordenanza N° 19692/2010, reg. 0863). Esta ordenanza establece la prohibición de toda acción u omisión que implique, directa o indirectamente, maltratos, daños, captura o cautiverio de ejemplares de esta especie, excepto en casos justificados científicamente. Este tipo de medida es muy importante ya que sienta precedentes para el establecimiento de pautas de cuidado del ambiente marino y de las especies que en él se encuentran.

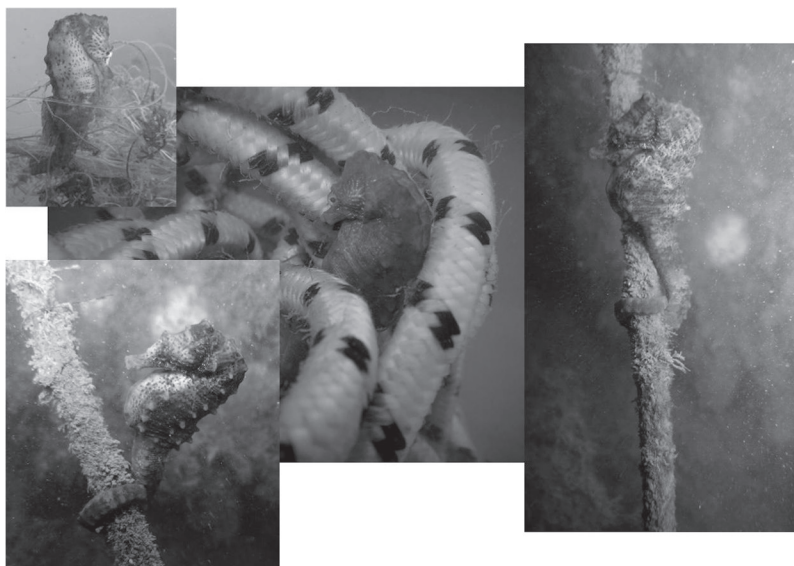


Figura 12. Caballitos de mar (*Hippocampus patagonicus*) en la escollera Norte sujetos a aparejos de pesca y sogas.

Otra especie emblemática que suele encontrarse en el puerto es *Otaria flavescens*, o lobo de un pelo. Los lobos marinos conforman una colonia permanente, de 500 - 600 ejemplares, mayoritariamente juveniles y subadultos y, en menor grado, adultos. Se trata de una colonia no reproductiva, conformada solo por machos. No se han registrado hembras adultas ni se han observado nacimientos en esta colonia portuaria.

Estos animales han coordinado su ciclo diario con el movimiento de las lanchas pesqueras y suelen alimentarse del descarte que se arroja en las aguas interiores del puerto. No es raro encontrarlos durante las inmersiones de buceo.



Figura 13. Lobos marinos de un pelo *Otaria flavescens*

Los invasores del puerto de Mar del Plata

Una gran riqueza de especies habita la escollera Norte y, al igual que en la mayoría de los puertos, existen algunas que rara vez o nunca se encuentran fuera de estos ambientes. Ocurre que un barco suele traer mercancías y tripulantes, pero a menudo también traslada “ciertos polizontes” que no son bienvenidos: las especies exóticas.

En el ambiente marino, la llegada de estas especies se ha incrementado en las últimas décadas, principalmente asociada a actividades de acuario, la acuicultura de especies no autóctonas, y al transporte por embarcaciones internacionales (las más influyen-

te en este fenómeno). La Organización Marítima Internacional (OMI) es un organismo especializado de las Naciones Unidas responsable de la seguridad y protección de la navegación y de prevenir la contaminación del mar por los buques. La cantidad de agua de lastre que es transportada de un puerto a otro es desconocida. Pero la OMI estima que existen más de 50.000 barcos que transportan de 3 a 5 billones de toneladas de agua de lastre por año de un lugar a otro. Asociado al agua de lastre, se estima que entre 7000 y 10.000 especies de microorganismos, algas y animales son transportados cada año por un buque. Pero esa no es la única vía. También hay que tener en cuenta a las especies incrustantes –comúnmente llamadas *biofouling*–, que se adhieren a los cascos de las embarcaciones y a otros tipos de construcciones. De hecho, actualmente la dispersión de especies por *biofouling* es considerada tan importante como la del agua de lastre.

La llegada, o introducción, de especies marinas representa un importante riesgo en los ecosistemas nativos por su capacidad de afectar dramáticamente a las comunidades locales, modificando su estructura, biodiversidad y productividad. Aquí diferenciaremos dos situaciones. Cuando una especie llega a un nuevo ecosistema, puede sobrevivir e incorporarse a la comunidad como una especie exótica. Pero si las condiciones del ambiente al que llegó no son propicias para su desarrollo y reproducción, al cabo de un tiempo desaparecerá. En estos casos, el impacto generado no suele ser de gravedad. En cambio, cuando el nuevo hábitat tiene características propicias para su desarrollo y, por ejemplo, carece de depredadores, la especie introducida comienza a propagarse con éxito, coloniza el área y genera impactos de diferente intensidad en la biodiversidad autóctona. En esta circunstancia se la categoriza como una especie invasora.

Lamentablemente, las invasiones biológicas se ven favorecidas por otras problemáticas ambientales, también generadas por el hombre, como la contaminación costera y el cambio climático glo-

bal. Todas ellas modifican las características del ambiente nativo, cambian la disponibilidad de recursos, afectan posibles depredadores y posibilitan que las especies exóticas puedan colonizar nuevos ambientes. Por lo tanto, es de esperar que en la zona portuaria -al igual que en la mayoría de los puertos- muchas de las especies encontradas sean exóticas, lo cual, sumado a las particularidades ambientales de este hábitat, como el alto contenido de materia orgánica y la presencia de derivados de combustibles, le confiere características distintas a aquellas de los arrecifes naturales.

Son varias las especies exóticas halladas en el puerto de Mar del Plata, una de las más abundantes es la papa de mar (*Ciona intestinalis*), una especie invasiva característica en distintos ambientes portuarios, que suele encontrarse conformando densas agregaciones, en especial sobre sustratos de disposición vertical (paredes). Encontramos, además, numerosos balánidos o dientes de perro (*Balanus glandula*) en zonas intermareales o cercanas a la superficie.

En Argentina, un caso de invasión muy importante –que se ha extendido a lo largo de una gran superficie costera– es el de la macroalga *Undaria pinnatifida*. Esta especie de alga parda es considerada por la OMI como una de las invasoras acuáticas que han causado un gran impacto en numerosas costas del mundo. Fue detectada en 1992 dentro del Golfo Nuevo, en Península Valdés (Chubut). Es un alga nativa del norte de Asia y se estima que llegó a la Argentina a través del agua de lastre de barcos cargueros. Posteriormente, en el año 2000, fue detectada en la Bahía Camarones; en 2005, en la reserva natural de la ría Deseado; y en 2007, en el Golfo San José (localizado al norte del Golfo Nuevo). Finalmente, en 2011 se la registró en el puerto de Mar del Plata.

En la zona de Puerto Madryn, se realizaron estudios detallados del efecto de *Undaria* sobre la diversidad de la comunidad local. A grandes rasgos, se encontró que esta alga invasora produce un efecto negativo en la riqueza y diversidad de algas nativas, mientras

que produce un aumento generalizado en la riqueza y biodiversidad de invertebrados bentónicos, principalmente de especies que encontraban protección o alimento entre las diferentes estructuras que tiene y genera *Undaria*. Estos cambios en la biodiversidad local son irreversibles y generan importantes gastos económicos en las ciudades afectadas.

Otra importante especie exótica registrada en el puerto de Mar del Plata es una babosa de mar tóxica, detectada por primera vez en 2009. En solo cuatro años se la pudo observar a lo largo de toda la costa hasta la provincia de Chubut. Esta babosa de mar moteada, *Pleurobranchaea maculata*, es originaria de Nueva Zelanda y del SE de Australia.

Tiene la capacidad de almacenar neurotoxinas en sus tejidos, como saxitoxina y tetrodotoxina. Ambas son muy potentes y pueden generar parálisis muscular e incluso la muerte en el ser humano. En Puerto Madryn, donde pueden encontrarse a escasos metros de la costa, quedan al alcance no solo de las personas sino también de sus mascotas. En esta ciudad se han registrado episodios de intoxicación canina debido a su ingesta. Afortunadamente, en Mar del Plata se encuentra restringida a aguas más profundas y aún no se han registrado ejemplares en la costa.

Actualmente, continuamos con la recolección de información que brindan los buzos que pertenecen a la red de voluntarios y con los monitoreos sobre esta y otras especies de la comunidad del puerto de Mar del Plata con el fin de registrar los posibles cambios que se suceden y la llegada de nuevas especies exóticas.

Definitivamente, la llegada de especies invasoras ha generado una variedad de inconvenientes ambientales que persistirán en el futuro y que requieren de una observación constante. El problema radica en que una vez que una especie llega a un ambiente y se establece de manera exitosa, las posibilidades de erradicación son prácticamente nulas. Es por esto que el monitoreo permanente se vuelve muy importante, ya que permite no solo conocer cómo es

la dinámica natural de una comunidad y las relaciones que se establecen entre sus poblaciones, sino también detectar de manera temprana el arribo de especies exóticas y que deben ser controladas para evitar daños irreversibles en el ambiente. Es decir, “un gramo de prevención tiene mayor efecto que una tonelada de remedio”.

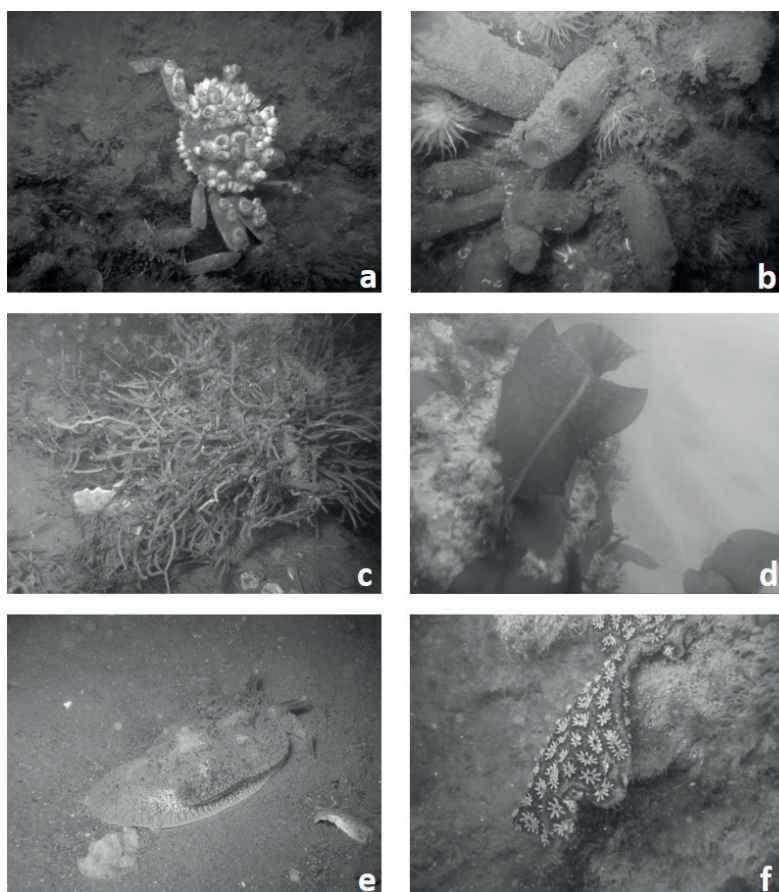


Figura 14. Ejemplos de especies exóticas en la escollera Norte. a) dientes de perro *Balanus* sp. epibiontes sobre un cangrejo *Cyrtograpsus angulatus*, b) ascideas o papas de mar *Ciona intestinalis*, c) tubos de poliquetos *Phyllochaetopterus socialis*, d) alga *Undaria pinnatifida*, e) babosa de mar *Pleurobranchaea maculata*, f) tunicado colonial invasor *Bothyllus schlosseri*.

El impacto humano no solo está representado por la introducción de organismos exóticos, ya que los distintos fondos del puerto son vulnerables a la sedimentación de origen antrópico, como el uso dragas de succión en los procesos de extracción de arenas o la lluvia que arrastra sedimentos desde la tierra.

La gran diversidad de especies que conforman sus comunidades, sumada a la presencia de dos especies emblemáticas como son el lobo marino de un pelo y el caballito de mar, tornan necesario considerar un área del puerto en futuros planes de conservación, con el fin de conformar una micro reserva marina artificial (MRMA).

Una micro reserva marina artificial puede ser definida como un área protegida en el ámbito de una construcción artificial costera, protegida por acuerdos entre organizaciones administrativas públicas y/o privadas debido al valor de las especies o del ecosistema que alberga.

El área de la escollera Norte hasta su punta o morro, reuniría las condiciones apropiadas para constituir una reserva de este tipo, ya que se trata de un sector donde no hay navegación, que podría quedar excluido de futuros dragados sin entorpecer el normal desarrollo de la actividad portuaria y podría seguir manteniendo su condición de área habilitada para el buceo deportivo y científico bajo ciertos protocolos, tal como ocurre en distintas microrreservas artificiales del mundo.

Micro reservas marinas artificiales (MRMA)

El concepto de microrreserva fue desarrollado en España para proteger especies raras endémicas, con una pequeña zona de distribución geográfica. El Gobierno Regional de la Comunidad de Valencia dio a esas áreas un estatus de protección único en el mundo, y creó una red de microrreservas para dar una respuesta a la problemática planteada. La diferencia principal entre una

microrreserva y otras áreas protegidas es su pequeña extensión (menos de 20 hectáreas). Es por ello que tanto los estudios previos para su designación, como el planeamiento y el manejo resulta mucho más fácil y rápido que en las aéreas protegidas de mayores dimensiones. El rango del estatus de protección legal puede plantearse según la legislación existente a nivel nacional, provincial o municipal de cada lugar en particular.

Las microrreservas constituyen una herramienta muy útil para la conservación de especies sésiles, fijas al sustrato, o de aquellas que tienen una movilidad muy limitada, como algunos organismos marinos bentónicos de la zona intermareal o submareal.

La creación del concepto de conservación de este tipo de reservas puede ser muy útil a la hora de ofrecer un estatus de protección a estas áreas artificiales que pueden tener un importante valor desde el punto de vista ambiental. Generalmente, las áreas protegidas no tienen en cuenta las estructuras realizadas por el hombre, es por ello que el concepto de microrreservas marinas artificiales adquiere otra dimensión y se constituye como estructuras en las que especies amenazadas encuentran condiciones adecuadas para sobrevivir.

Las consideraciones ambientales se han convertido en un tópico común en la planificación urbana de los países desarrollados. Este nuevo campo entre el desarrollo y la conservación del medio ambiente se denomina reconciliación ecológica, y consiste en la creación y el mantenimiento de ambientes amigables con la naturaleza preexistente en lugares en donde la gente vive, trabaja o realiza actividades de recreación y ocio.

Es evidente que la creación de este tipo de reservas menores debe ser compatible con el uso normal de la instalación, sin interferir en las actividades comerciales para las cuales fue construida, sea esta un puerto o un muelle. Pero es bien sabido que existen maneras de compatibilizar funciones en áreas en las que no existe una actividad continua. La protección del medio ambiente en este marco puede ser vista también como una estrategia interesante en términos de imagen, como manera de retribuir en parte el daño ecológico producido por la actividad económica en particular.

No todos los sustratos artificiales con presencia de especies amenazadas están en condiciones de ser declarados microrreservas marinas artificiales. Los sitios más apropiados son aquellos que por motivos topográficos, políticos, económicos u otras razones, no están sujetos a reconstrucciones, modificaciones o demoliciones, por lo menos en un futuro cercano.

El propósito es el de crear, a largo plazo, un sistema de red de microrreservas en lugares en donde sea posible colaborar con el manejo y la protección de las especies amenazadas y los ecosistemas que se hayan creado en torno a ellas.

Las microrreservas pueden ser útiles como una fuente de reclutas para la población natural de la especie en cuestión, ya que el principal objetivo es la recuperación de las poblaciones de la especie en el ambiente natural, por lo que las MRMA pueden ser consideradas como una herramienta que colabore con este objetivo central.

Ventajas de la creación de micro reservas marinas artificiales

Existen algunas otras ventajas que deberían ser tenidas en cuenta a la hora de evaluar la creación de una MRMA: tanto su manejo como su protección serían más fáciles de realizar y controlar que en áreas naturales protegidas; las respuestas a los desastres naturales o producidos por el hombre serían de respuesta más rápida y podrían ser puestos en marcha los protocolos previstos con la celeridad requerida para cada caso en particular. También hay que mencionar que podría disponerse de una protección efectiva del área sin un aumento adicional de los costos. Los servicios de seguridad propios de cada área portuaria podrían ser tenidos en cuenta para el cuidado de las áreas protegidas.

Las microrreservas pueden jugar un papel importante desde una perspectiva de conservación si son instaladas como una red, dispuestas de manera tal que se transformen en un reservorio de reproductores y juveniles de especies amenazadas.

El monitoreo de estas áreas permitiría detectar de manera temprana la aparición de especies exóticas invasivas, y realizar gestiones de manejo para evitar problemas ambientales más graves en el futuro.

Hay que tener en cuenta también las actividades que se desarrollan en los muelles de los puertos, relacionadas con la recreación, la pesca, la natación, las visitas turísticas, etcétera. Un adecuado manejo de la microreserva sería importante a la hora de prevenir la circulación excesiva de público; esto podría lograrse mediante programas de educación ambiental que se complementen con las actividades recreacionales propias del lugar.

Las restingas de Mogotes ¿o de Cabo Corrientes?

Cuentan las crónicas de la época que en abril de 1578 el temible corsario inglés Francis Drake recorre la costa de Mar del Plata, registra dos formaciones rocosas típicas de la zona y bautiza a la primera de ellas como *Cape Lobos* (Cabo de Lobos) por las importantes colonias de lobos marinos que allí habitaban. Luego, describe otra zona de fondo rocoso donde las corrientes son muy fuertes, y bautiza a esta zona como *Cape Currents*, luego traducido al español como Cabo Corrientes. En los años posteriores, se asignó en forma errónea el nombre Cabo Corrientes a lo que originalmente fuera *Cape Lobos* (Cabo de Lobos), y lo que fuera el original *Cape Currents* tomó su nombre actual: Punta Mogotes. Así, fuertes corrientes y lobos marinos cobraron protagonismo por aquel entonces, y lo siguen haciendo en la actualidad, ya que la zona de Punta Mogotes representa un área arrecifal con gran diversidad de especies de invertebrados y peces (Tabla 1).

Una colonia de lobos marinos de dos pelos (*Arctocephalus australis*), distintos a los que habitan la zona portuaria, fue novedosa al momento de su descubrimiento a principios de la década del 90, aunque en la actualidad dicha población ha colonizado otras áreas

costeras de la provincia de Buenos Aires, como el caso del nuevo muelle de Necochea que brinda un lugar ideal para los requerimientos de esta especie y, más al sur, las grandes boyas del canal de ingreso a Bahía Blanca.

La peligrosidad de las aguas de Mogotes causó varios naufragios; la mayoría representan un patrimonio cultural subacuático, dado que han pasado cien años o más desde los hundimientos, tiempo necesario para que la UNESCO los defina como tales.

La importancia ecológica e histórica del lugar motivó la declaración de la zona de restingas más cercanas a la costa como un área natural marina protegida (ANMP) provincial (Decreto Provincial 469/11). Las áreas protegidas son territorios de manejo especial destinados a la administración, manejo y protección del ambiente y los recursos naturales renovables que albergan. Se protege así una superficie aproximada de 7 km² correspondiente al sector más importante, donde se encuentran las formaciones rocosas, algunas de las cuales quedan expuestas durante baja marea.

Las restingas

En las cercanías del Faro de Mar del Plata, más allá de los balnearios de Punta Mogotes, la playa se ve interrumpida por la presencia de un área rocosa. Ya bajo las aguas, estas rocas afloran sobre el fondo marino una y otra vez, conformando zonas arrecifales (restingas) más o menos conectadas entre sí y que se extienden en dirección SE.

La primera presencia de estos arrecifes se hace notar a 300 metros mar adentro, aproximadamente, donde, en baja marea, se observa una fuerte rompiente cerca de la línea de costa (excepcionalmente, puede quedar expuesta durante una baja marea extraordinaria). Debido a su escasa profundidad, el lugar es muy peligroso para la navegación, a tal punto que las embarcaciones deben alejarse para evitar encallar.



Figura 15. Restinga del Faro, expuesta durante una baja marea extraordinaria. Nótese la distancia a la línea de costa y su ubicación con respecto al faro de Punta Mogotes.

Como ya se mencionó, la colonia de lobos marinos de dos pelos (*Arctocephalus australis*) prácticamente ha desaparecido en la actualidad: solo se observan ejemplares aislados, de paso hacia apostaderos al sur de Mar del Plata. Se encuentran casi permanentemente flotando en la superficie, son muy raras las ocasiones en que se los ve en la playa.

Esta especie de lobo marino se diferencia de la de un pelo (*Otaria flavescens*), común en la zona portuaria, por su talla menor; además, posee dos capas de pelo (de allí su nombre): la más profunda es más corta y de pelo muy fino y suave, y la segunda capa es de un pelo más grueso, que cubre toda la superficie del cuerpo.



Figura 16. Lobos de mar de dos pelos *Arctocephalus australis* en las restingas de Mogotes

Continuando con rumbo SE, ya a más profundidad, aunque aún cercanos a la línea de costa, encontramos fondos propicios para la práctica del buceo, que se conocen con los nombres dados por los pescadores: Primera, Segunda, Tercera Restinga y Banco de Pescadores (aunque ciertos sitios pueden recibir otras denominaciones: levante de la Tercera Restinga, Mero 14, etc.). En líneas generales, la conformación del fondo es una continuidad de lo que observamos en la costa rocosa.

Los bloques cuarcíticos de tamaños variados poseen estructura de bloques dislocados, con numerosas grietas entre sí, donde se acumulan conchillas rotas de moluscos. Las rocas se hallan cubiertas de mejillones, que son más grandes a medida que aumenta la profundidad; estos, a la vez, sirven de sustrato a distintos invertebrados, proceso conocido como *epibiosis* ('vivir sobre un sustrato vivo'). Una gran cantidad de estrellas, erizos, moluscos y diversas esponjas colonizan las rocas.

Es notable la cantidad de pequeñas anémonas de tentáculos blancos, que se concentran tanto sobre los mejillones como sobre las rocas, conformando bellos "jardines subacuáticos".

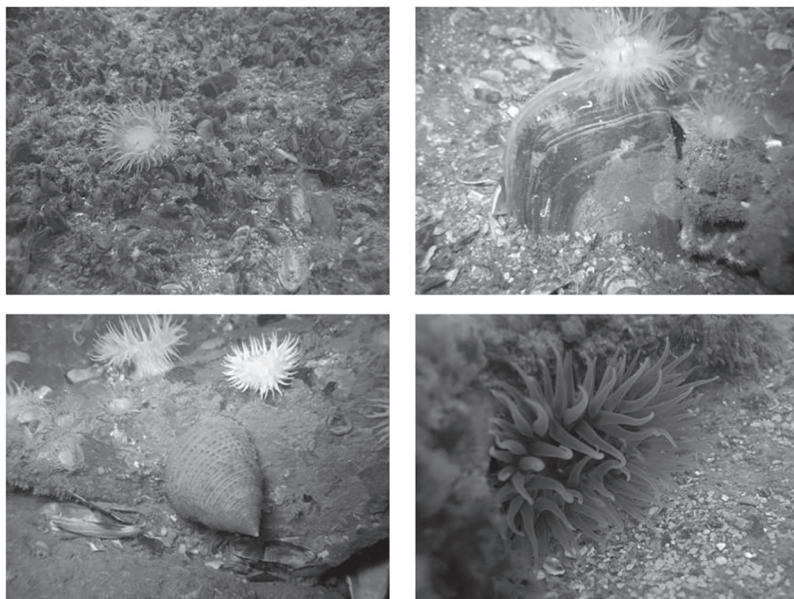


Figura 17. Anémonas de mar y moluscos de las restingas, 10 metros de profundidad



Figura 18. Cocherito *Dules auriga*, uno de los pequeños peces más frecuentes en la zona

Sobre naufragios y pecios

Los naufragios atraen a los buzos: hay algo en los barcos hundidos que alimenta su imaginación. Tal vez nada sea más cautivante y desafiante para un buceador deportivo que realizar sus prácticas en un navío que, producto de un accidente o de la negligencia de su capitán, se hundió en el fondo del mar. Sumergirse allí es ver la historia bajo el agua con sus propios ojos.

“Buceamos en un naufragio...”, suelen comentar los buzos aún con la emoción a flor de piel, pero aquí también debemos dar algunas definiciones y aclarar algunos conceptos. El naufragio es el accidente, el hecho en sí, por lo que debería quedar claro que nadie bucea en un naufragio (excepto que esté buceando mientras el barco se va hundiendo, poco probable, por cierto). En realidad, se bucea en los restos de un naufragio, cuyo término correcto en español es *pecio* (del latín *pecium* o *petium*, ‘fragmento o pieza rota’). Este vocablo es utilizado para referirse a los restos de un artefacto o nave fabricado por el ser humano, hundido total o parcialmente en una masa de agua.

Además del valor histórico–arqueológico que pueden tener los pecios, desde el punto de vista ambiental se trata de nuevos sustratos duros, usualmente rodeados de arena, y disponibles para ser colonizados por numerosos organismos y para ofrecer refugio a cuantiosos peces.

La presencia de restingas someras donde predominan las corrientes fuertes, que no estaban claramente delimitadas en las cartas náuticas de principios del siglo XX, hizo de las restingas la última morada de varios navíos, víctimas de la peligrosidad de sus aguas, y/o impericia de sus capitanes. El último de estos naufragios fue el del James Clunies, en abril de 1949.

Ya como pecio, los restos del James Clunies se elevan apoyados sobre el fondo rocoso y presentan un relieve con mayor rugosidad que el entorno natural.

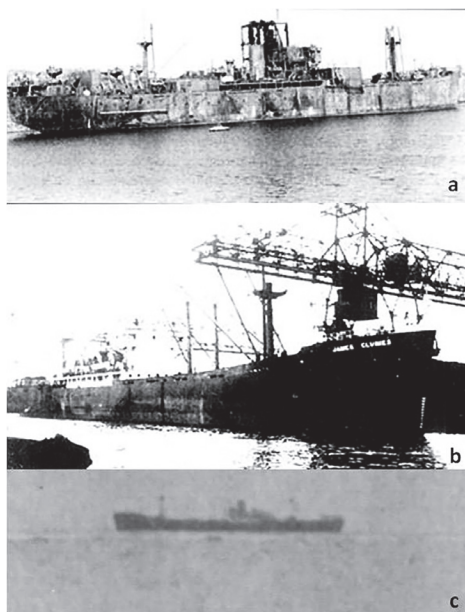


Figura 19. Distintos momentos del James Clunies. a) como el Cuillin Sound en tiempos de la Segunda Guerra, b) como barco carguero rebautizado como James Clunies, c) varado frente a las costas de Mar del Plata, antes de que las fuerzas de las olas quiebren su casco.

Los censos realizados aquí indican que los sustratos de disposición horizontal son colonizados principalmente por mejillones y, en menor grado, por algas rojas y distintas especies de hidroides, erróneamente denominados “pasto marino”, ya que se trata de animales coloniales (cnidarios).

La abundancia de la anémona de mar blanca (*Anthothoe chilensis*) es una característica remarcable en los restos verticales del naufragio y en sustratos invertidos (techos), donde prácticamente monopolizaban el espacio disponible.

Este arrecife artificial es un verdadero refugio para peces como meros y turcos, especies observadas con menor frecuencia conforme nos alejamos de los restos del James Clunies.

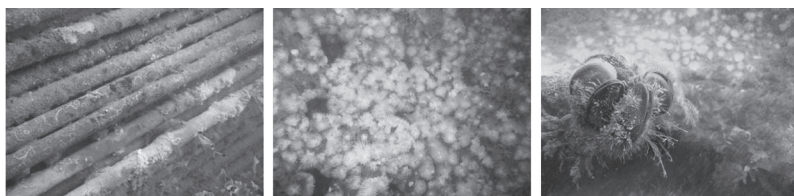


Figura 20. Restos del James Clunies (zona de la caldera) colonizados principalmente por anémonas de mar *Anthothoe chilensis*.

El naufragio del James Clunies

Inglaterra estaba sumergida en la peor de las guerras a principios de 1944. El final de la contienda era aún incierto cuando se construyó un buque para el Ministerio de Guerra y Transporte Inglés, se iba a llamar Empire Accra. Luego de su botadura, fue transferido al Almirantazgo bajo el nombre de Cuillin Sound (como bien saben los hombres de mar, es mal augurio cambiarle el nombre a una nave). No era difícil presagiar la posibilidad de un final trágico tras haber sido alcanzado por torpedos alemanes, pero, sin embargo, su trágico final ocurriría muy lejos de aquel terrible escenario bélico.

En 1948, con el recuerdo reciente de la Segunda Guerra, el Cuillin Sound fue vendido a la firma Olson, Johnston & Co de Glasgow y rebautizado (¡nuevamente un mal augurio!) como James Clunies. Sus 131 m de eslora fueron entonces utilizados para el transporte de carga, como las 5900 toneladas de trigo que cargó en Necochea para transportar hacia Italia. ¿Quién podría imaginar que, a cinco años de su botadura, y lejos de los torpedos nazis, los causantes de su hundimiento serían los afloramientos rocosos de las restingas de Punta Mogotes?

La tarde del 22 de abril de 1949, y apenas cinco años después de su construcción, bajo fuertes lluvias, el navío encalló a escasas 3 millas del faro de Punta Mogotes. Su casco se dañó, por lo que comenzaron a inundarse dos bodegas. Además, el movimiento de las olas lo estaba deteriorando irreparablemente.

La marejada no era muy fuerte, pero las lluvias y la niebla dificultaron las tareas de salvamento. Ya casi a medianoche, el capitán aún confiaba en las posibilidades de salvar su nave. Sin embargo, el SOS enviado a las dos de la mañana presagiaba su destino final.

Al amanecer, la mayoría de la tripulación (39 tripulantes y dos pasajeros, la esposa y el hijo del capitán) había sido rescatada por dos remolcadores. Solamente quedaron a bordo el capitán, John Mc Ivor, dos oficiales y el radiotelegrafista. Estos valientes hombres permanecieron allí hasta el 25 de abril, cuando fueron rescatados a primeras horas del día, después de haber pedido auxilio mediante bengalas. Durante esos cuatro días hicieron lo posible para salvarlo, pero el barco había “hecho cama” sobre el fondo rocoso. El 26 de abril se realizó la última inspección del buque, que ya había sido declarado como perdido.

La noticia tuvo eco en distintos medios del país. “Varó cerca de Punta Mogotes un barco británico”, informaba el diario La Nación del 22 de abril de 1949; “a 3 millas del faro Punta Mogotes varó el buque inglés James Clunies”, publicó el diario Clarín el mismo día. Los diarios locales, en especial La Capital, hicieron un seguimiento continuo de los hechos acontecidos entre abril y diciembre de 1949.

El barco quedó abandonado en las restingas, encallado durante varios meses, hasta que el casco comenzó a sentir el rigor del oleaje y se partió en dos. Los temporales y las corrientes hicieron el resto. Las partes se hundieron, arrastradas algo más lejos del lugar de encallamiento.

Es necesario difundir la historia de este buque y concientizar a la población sobre el patrimonio cultural subacuático. El James Clunies es parte de la historia de Mar del Plata y que se encuentre en el fondo del mar no es motivo para ignorarlo.

Tal como lo explicita la UNESCO, es importante estimular la protección y gestión del patrimonio cultural subacuático, los restos materiales de la acción humana, y preservarlos para el conocimiento de las generaciones futuras.

Otros naufragios en las restingas

En el año 1891, una empresa francesa construyó el faro de Punta Mogotes, con el objetivo de alertar sobre la presencia de las peligrosas restingas que se encontraban mal señalizadas en las cartas náuticas de aquellos tiempos y eran una verdadera trampa para los navíos, usualmente barcos cargueros europeos.

Entre 1882 y 1949 al menos siete barcos encallaron en los fondos rocosos someros de Mogotes. Increíblemente hubo un hombre que fue testigo de cinco de estos siniestros –e incluso asistió a los tripulantes en varias oportunidades–: Fernando Müller, el “capitán del faro” de Punta Mogotes desde 1894 hasta 1916. En todos los naufragios hubo tiempo suficiente para el rescate de la totalidad de los tripulantes; en ningún caso hubo víctimas fatales.

Todos estos barcos tuvieron un destino similar. Tiempo después del encalle, y ya bastante destrozados por el embate de las olas, se hundieron a una distancia considerable del lugar del siniestro. Así, las restingas de Mar del Plata se convirtieron en la última morada de los restos de los siguientes navíos, además del mencionado James Clunies:

- María F. Velero italiano de casco de madera con aparejo de barca de 3 palos que naufragó tras un fuerte temporal en 1882.
- Tanis. Vapor alemán de 101 metros de eslora, varado en la restinga de Punta Mogotes el 10 de julio de 1901. Navegaba hacia Hamburgo con un reducido número de pasajeros y cargamento de minerales, yodo, salitre, cobre y otros elementos.
- Lady Lewis. Buque inglés de 100 metros de eslora, que el 4 de abril de 1906 quedó varado cuando navegaba de Bahía Blanca a Barcelona con cargamento de trigo.
- Wangard. Vapor alemán de 113 metros de eslora. Quedó atrapado en los arrecifes someros de Punta Mogotes el 10 de enero de 1909, cuando navegaba hacia Europa

con carga completa de trigo. Su particular tripulación estaba compuesta mayormente por chinos, aunque había escandinavos, ingleses y alemanes. Se generaron, tanto en el momento del accidente como en el del desembarco, situaciones de agresiones y violencia que debieron ser controladas por Fernando Müller, el encargado del faro Punta Mogotes.

- Holmeside. Buque inglés de 105 metros de eslora, que quedó varado frente al faro Punta Mogotes el 26 de agosto de 1913. Transportaba carbón mineral desde Newport hacia Puerto Militar (Puerto Belgrano).
- Mendoza. Vapor argentino de 103 metros de eslora, que transportaba pasajeros y, como carga, fardos de lana, cueros y alfalfa. En medio de una intensa niebla y fuerte marejada, encalló en la restinga de Punta Mogotes el 10 de julio de 1914.

En la actualidad, se buscan los restos de estos navíos. La búsqueda necesita ser planificada en base a las informaciones existentes y a los datos históricos, al rumbo y a los detalles del siniestro, a fin de iniciar las acciones pertinentes a su ubicación y posterior estudio científico. Al tratarse de patrimonios históricos sumergidos, corresponden al ámbito de la arqueología subacuática, una subdisciplina de la arqueología que se dedica al estudio de los yacimientos, los objetos, los restos humanos y los paisajes que se encuentran bajo el agua.

Cuando un objeto o resto es movido del lugar sin previa documentación científica, se le priva de su contexto y pierde gran parte de su significado. Por otra parte, un objeto retirado del agua corre el riesgo de deteriorarse, ya que su extracción, sin la aplicación de los tratamientos de conservación adecuados, puede destruirlos. Por lo tanto, los buceadores que no participen en un proyecto científico arqueológico no deben tocar los yacimientos. Solo el especialista debe decidir si es oportuno o no extraer un objeto o resto arqueológico desde el fondo del mar.

Los naufragios que han estado sumergidos durante cien años o más son protegidos por la Convención de la UNESCO por considerarse patrimonios culturales subacuáticos. Esta convención tiene como objetivo prevenir el saqueo y la destrucción –o la pérdida– de información histórica y cultural. Mediante un marco legal internacional se ayuda a los estados miembros a proteger su patrimonio cultural subacuático

Los bancos: diversidad de invertebrados, abundancia de peces

Ya más alejados, a 8 millas de la costa, encontramos los fondos más visitados por los buzos deportivos, con profundidades de 18 a 23 m y aguas más claras. Estamos en la zona de los bancos rocosos (Banco de Afuera, Banco del Medio, Banco Pescadores Sur).

Llegar a estos bancos demanda más tiempo de navegación y en condiciones que usualmente no son las más agradables, pero que se compensan cuando el burbujeo en la superficie del agua, que delata la presencia de cardúmenes de anchoíta (*Engraulis anchoita*), atrae a bandadas de gaviotas y, con cierta frecuencia, a manadas del delfín común (*Delphinus delphis*) que ofrecen su particular espectáculo de saltos. Complementan el paisaje los petreles negros (*Macronectes giganteus*), albatros (*Thalassarche melanophrys*) y, en invierno, los pingüinos de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*). Es en esta época del año, y con más frecuencia en los últimos años, cuando aparecen, además, grupos pequeños de ballena franca (*Eubalaena australis*) que se acercan, a veces demasiado, a las embarcaciones.

Los bancos se encuentran próximos entre sí y poseen una diversidad biológica muy similar, con presencia de pocas algas rojas, parches de mejillones bastante más grandes que los que se hallan a menor profundidad y varias especies de colonias de hidroides que colonizan sus valvas. También encontramos estrellas, erizos,

esponjas y babosas de mar. Las anémonas no son tan abundantes como en los lugares antes mencionados; sin embargo, se hacen presentes, y con marcada abundancia, grandes colonias de corales blandos (*Tripalea clavaria*). A esta gran diversidad de invertebrados debemos agregar los peces, entre los que se destacan los cardúmenes de besugos (*Pagrus pagrus*) y sargos (*Diplodus argenteus*), además de turcos (*Pinguipes brasilianus*), cocheritos (*Dules auriga*), algunos meros (*Acanthistius brasilianus*) y, en ocasiones, salmones (*Pseudopercis semifasciata*) y cardúmenes de peces limón (*Seriola lalandi*).

La única diferencia notable la encontramos en el Banco de Afuera, ya que es un banco que presenta sobre el fondo rocoso cuarcítico un cordón de arenisca consolidada (roca sedimentaria) mucho más frágil y friable (se desmenuza con facilidad), que se eleva hasta 1,5 metros sobre el fondo. Su presencia posiblemente sea consecuencia de la última oscilación del nivel del mar que generó una paleoplaya (playa antigua) en retroceso y que, debido a la celeridad del avance del nivel del mar, quedó a modo de relicto por sobre las rocas del entorno. La topografía irregular de este cordón, con abundantes canales, grietas, oquedades y cuevas, provee hábitat para numerosos invertebrados y peces que presentan aquí mayor abundancia con respecto al resto del área.

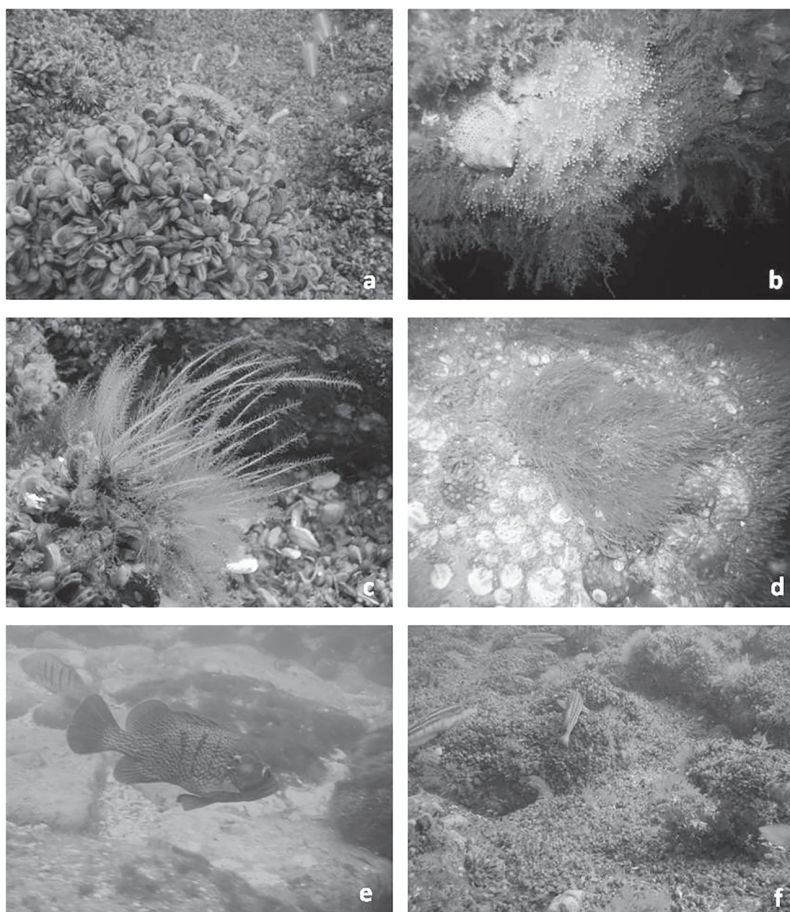


Figura 21. Bancos rocosos entre 18 - 23 metros de profundidad. a) mejillones *Mytilus platensis*, erizos *Arbacia dufresnii* y corales blandos *Tripalea clavaria*, b) anémonas *Corynactis carnea* y caracol *Calliostoma* sp., c) hidroide *Plumularia setacea* d) hidroide *Amphisbetia operculata*, e) meros *Acanthistius brasilianus*, f) cama de mejillones *Mytilus platensis* colonizando las rocas merodeada por turcos *Pinguipes brasilianus*.

Censos de las comunidades

Es en estas restingas, bancos y pecios donde más útiles han resultado las técnicas de buceo autónomo para su estudio. Debido a la complejidad estructural del fondo y a la presencia de una gran diversidad de hábitats y microhábitats, solo el trabajo *in situ* por parte del investigador garantiza la observación y colecta de organismos, muchos de los cuales serían inaccesibles si se utilizaran otras metodologías indirectas, tales como el arrastre de dragas o redes.

Los distintos estudios realizados en los arrecifes rocosos han revelado la presencia de 8 especies de algas verdes, rojas y pardas; y aproximadamente 120 especies de invertebrados, entre ellos: esponjas incrustantes y masivas, cnidarios (anémonas, corales blandos y colonias hidroides), gusanos planos, lombrices de mar, moluscos (caracoles, nudibranchios, bivalvos, quitones), artrópodos (arañas de mar, cangrejos), equinodermos (estrellas de mar, estrellas sol, erizos) y tunicados (papas de mar).

Conocer la riqueza de especies es imprescindible para luego encarar estudios de índole ecológico, usualmente poniendo énfasis en una o pocas especies que, por ser las más abundantes, definen a la comunidad, o por distintas razones cobran interés particular. Para ello, uno de los datos básicos necesarios es tener un estimativo del número de animales que existe en el área. Resulta obvio que es imposible contar todos los organismos de un sitio dado; es por ello que en la gran mayoría de los casos, los ecólogos deben evaluar el tamaño de la población estudiada mediante técnicas de muestreo, analizando porciones representativas de la comunidad (muestras) y estimando luego la densidad de las distintas especies, a fin de profundizar luego en otros aspectos de dicha comunidad.

Los métodos de muestreo son muy variados y decidir qué método se va a emplear dependerá principalmente de los organismos que vayamos a estudiar y de la pregunta que se quiera responder con nuestro estudio.

Una de las técnicas más conocidas consiste en colocar marcos cuadrados sobre el área a analizar y medir allí la densidad de los organismos. El tamaño de estos marcos o cuadrantes y el número a analizar dependerán de la comunidad en cuestión.

Otra técnica muy utilizada es la transecta. Se trata de una técnica de observación y registro de datos a lo largo de una línea real (soga, cinta métrica) o imaginaria (siguiendo un rumbo determinado) que cruza a través de la zona o comunidad en estudio. Muchas de las asociaciones de las especies bentónicas más conspicuas en los distintos arrecifes rocosos de la ciudad se estudiaron mediante censos en transecta y permitieron describir las comunidades halladas a las distintas profundidades.

En líneas generales, la presencia y abundancia de algunas especies caracterizan los distintos arrecifes naturales y artificiales. Así, un alga roja calcárea domina los afloramientos más someros (hasta 3 m), las anémonas blancas son muy abundantes entre los 6 y 10 m y los corales blandos lo son entre los 18 y 23 m.

El mejillón suele tapizar las zonas de restingas, con ejemplares usualmente pequeños (1 o 2 cm), mientras que en los bancos suelen presentarse conformando densos parches de ejemplares más grandes (hasta 4 o 5 cm), y es notable su desprendimiento de las rocas durante sudestadas de importancia.

Las grandes colonias de hidroides (cnidarios) son muy comunes a partir de los 10 m de profundidad y actúan como sustrato para numerosos organismos asociados y epibiontes, con facultad de vivir sobre otros organismos, entre los que podemos encontrar a microcrustáceos, pequeños gusanos, otros organismos coloniales y arañas de mar. Estos organismos también están asociados a las camas de mejillones, pero con abundancias mucho menores.

Merece destacarse que aun cuando existen diversas especies de esponjas, pocos organismos epibiontes colonizan sus superficies y prácticamente no se hallaron dentro de ellas organismos endo-

biontes (que viven dentro de otros organismos), fenómeno muy común en otros ecosistemas marinos.

Aunque la morfología de las formaciones rocosas sumergidas es intrínsecamente irregular, podemos distinguir fundamentalmente entre sustratos verticales y horizontales, o similares a estos por su disposición y pendiente, por lo que, además de la profundidad, la disposición del sustrato condiciona la abundancia de las especies.

Los sustratos verticales suelen ser oscuros, especialmente en cercanías del fondo o en cuevas. Se destacan aquí las anémonas de mar por sus enormes abundancias en paredes rocosas y especialmente en pecios (fragmentos de barcos) donde se registraron hasta 5.000 individuos/m². En cambio, en los sustratos horizontales, generalmente más iluminados y colonizados por algas rojas y mejillones, las anémonas se encuentran representadas por individuos aislados.

Por otra parte, es en los sustratos horizontales donde la sedimentación de origen natural, debida a temporales y dinámica litoral se hace más evidente. Es común hallar grandes extensiones cubiertas transitoriamente por arenas y conchillas, que sepultan durante ese tiempo a los mejillones y, parcialmente, a los corales blandos. Estos últimos se verían menos afectados en sustratos elevados sobre el fondo, como son los pecios profundos y el cordón o escalón de arenisca del Banco de Afuera.

En todos los bancos, la presencia de bloques rocosos más pequeños y de rocas es mayor que en las restingas, y es más común encontrar entre y bajo las rocas diferentes organismos, tales como quitones, estrellas sol u ofiuros, distintas especies de hidroides, briozoos, bivalvos y gusanos o lombrices de mar.

Descripción del paisaje. Fisionomía

Al describir un paisaje, una extensión de terreno comprendido entre ciertos límites, se suele indicar, en primera instancia, una vi-

sión general del lugar para luego localizar sus distintos elementos y características.

Ciertos paisajes nos son tan familiares que un simple nombre nos alcanza para imaginarlos, no resulta dificultoso hacernos de una imagen mental de un bosque, una pradera o un desierto. Pero, alguien que nunca ha visitado un área marina rocosa, ¿qué paisaje imaginaría?, ¿pensaría en grandes bloques cubiertos de vida?, ¿supondría la existencia de pequeñas rocas y cantos rodados móviles y con escasos organismos?

Las formas del sustrato, y aún los macro-organismos que lo colonizan, adicionan estructura en tres dimensiones al fondo marino e incrementan la complejidad del hábitat, proveyendo más áreas de fijación y refugio para otras especies. La estructura del fondo tiene relación directa con el desarrollo de las comunidades que lo habitan y la sobrevivencia de algunas especies. Así, es importante caracterizar y describir la topografía del fondo para luego relacionarlo con la vida que allí se desarrolla.

Los arrecifes de nuestra costa han sido descriptos utilizando distintos métodos e indicadores para caracterizar y, de alguna manera, medir la complejidad del fondo, optimizando al máximo el escaso tiempo que tenemos para realizar nuestras observaciones. Para ello se realizaron recorridos sobre transectas de una extensión de 10 m, registrando el sustrato ocupado por cobertura viva e identificando las principales especies.

Se cuantificó, además, la cobertura (área) que ocupaban los distintos tipos de sustrato acorde a las siguientes categorías: bloques rocosos (cuando eran iguales o mayores al tamaño de un buzo), rocas (del tamaño de un brazo o pierna), cantos (tamaño de una mano), guijarros (tamaño de un dedo), arena - bioclastos (partículas finas).

La rugosidad del sustrato se evaluó relacionando la extensión lineal del sitio con respecto a la extensión de una cuerda que siguiera la fisonomía (contorno) del lugar. Así, la complejidad topográfica

se estimó como la tasa entre la longitud de la cuerda que sigue la forma del fondo y la longitud total de la transecta. Un valor de 1 indica un fondo llano; cuanto mayor es el valor obtenido, mayor es la rugosidad del fondo. Además de la rugosidad, la presencia de cavidades en las rocas fue una variable registrada y fue estimada considerando la media de los bloques rocosos y la media de las cavidades entre bloque y bloque.

Estos estudios han permitido tener una descripción de la fisonomía de los distintos arrecifes rocosos. En líneas generales, los grandes bloques rocosos predominan en las zonas menos profundas, en las restingas, pero disminuyen conforme aumenta la profundidad, donde, contrariamente, encontramos mayor frecuencia de rocas; como consecuencia, hallamos en los bancos profundos una mayor rugosidad y mayor cantidad de cavidades, en las cuales suele acumularse sedimento fino (arena) y valvas de moluscos rotas (conchillas). Cantos y guijarros son escasos en todos los arrecifes estudiados, aunque son más frecuentes en los bancos de mayor profundidad.

La cobertura viva, espacio ocupado por comunidades biológicas, es mayor conforme aumenta la profundidad. A menor profundidad, como en el caso de las restingas, la fuerza de las corrientes y el efecto de grandes temporales del sector sur (sudestadas) actúan sobre las camas de mejillones produciendo sus desprendimientos, hecho que es menos frecuente en los bancos profundos.

Censo de peces

Dado que numerosas especies de peces no pasan mucho tiempo en un mismo lugar, pero otras son altamente territoriales y se desplazan poco, no es posible aplicar un método uniforme de muestreo. Además, el comportamiento del pez es otro factor a tener en cuenta, ya que las diferentes especies poseen distintos hábitos. Algunas tienen un comportamiento críptico y, al ser difíciles de encontrar,

pueden ser subestimadas (ej.: el pez piedra, *Triathalassothia argentina*); ocurre lo mismo con aquellas especies que dominan el arte del camuflaje, como lenguados y algunas rayas, que suelen confundirse con el fondo, o con los peces escurridizos, que suelen alejarse de los buzos velozmente, como el blénido *Hypleurochilus fissicornis* y el góbido *Gobiosoma parri*. Contrariamente, existen otras especies más fáciles de censar, ya sea porque son curiosas y se acercan a los buzos, como el turco, o por ser fieles al área, como los meros y los salmones, que son significativamente más abundantes en hábitats con mayor complejidad estructural (galerías, cuevas y pecios) y suelen presentar poca movilidad.

Aún con las limitantes mencionadas, los censos visuales se utilizan para estimar la abundancia relativa y la frecuencia de determinadas especies y, debido a las condiciones usualmente difíciles de los buceos en nuestras aguas, fue mediante recorridos en transecta que se pudo cuantificar la abundancia y composición de la comunidad de los peces más característicos. Para definir su abundancia se utilizaron categorías relativas; se consideró a la especie como **ocasional** cuando solo se observó un individuo; **escasa**, cuando se observaron entre 2 a 5 individuos; **abundante**, cuando había presencia de 6 a 10 ejemplares; **muy abundante**, más de 10 individuos registrados durante una inmersión.

Para clasificar la frecuencia de una especie, se consideró el porcentaje de observación sobre el total de inmersiones realizadas; se la clasificó como **poco frecuente**, cuando fue registrada en menos del 20% del total de las inmersiones realizadas en cada lugar; **frecuente**, si fue observada entre el 20 y el 50% de los buceos en el lugar y **muy frecuente**, si se observó en más del 50%.

La Tabla 2 del anexo de tablas combina tanto la abundancia relativa como la frecuencia de hallazgo de las 34 especies de peces observadas en los distintos arrecifes naturales y artificiales.

Arrecifes inexplorados

El Banco Patria: jardín de los corales blandos

Si bien la presencia de arrecifes rocosos en Mar del Plata es bien conocida desde los tiempos en que la ciudad estaba constituida apenas por un saladero y pocas casas, y los primeros pescadores que se asentaron conocían su riqueza íctica y su potencialidad comercial, la exploración científica de estos lugares es bastante reciente. Es más, algunos de ellos, aun cuando se presentan como extensas áreas bien marcadas en las cartas náuticas, permanecen aún inexplorados. Tal es el caso del Banco Patria.

El Banco Patria es un lugar que se ha tornado casi mítico para los buzos. Pocos lo han buceado, ya que es el banco más alejado de la costa (13.5 millas náuticas, $\approx$ 25 km, desde el puerto) y de difícil acceso (requiere de una infraestructura de embarcaciones y equipamiento algo más compleja). A ello debe sumarse que al ser el banco más profundo (entre 24 y 35 m) y donde las corrientes cobran importancia, es necesario tener una buena experiencia de buceo en mar abierto antes de probar suerte en este sitio.

Las exploraciones realizadas en este banco fueron escasas y discontinuas en el tiempo, sin embargo permiten realizar descripciones preliminares del área.

A diferencia de las restingas y bancos mencionados anteriormente y que están conformados de roca ortocuarcita (piedra Mar del Plata), el Banco Patria está completamente formado por arenisca consolidada y conchillas, poco cementadas, rocas que reciben el nombre de *coquinas*. Se trata de paleoplayas que indicarían el lugar que ocupaba la línea de costa hace 7.000 años. Al ser un banco formado por rocas más frágiles y deleznales, la erosión marina ha construido (y sigue construyendo) muchas grietas, canaletas y cuevas, dando lugar a una topografía muy distinta, con numerosos desniveles, por lo que el fondo de este banco presenta una rugo-

sidad muy importante, donde abundan los sustratos invertidos o techos.

La característica más distintiva se halla en su comunidad adherida al fondo, ya que es un verdadero campo de corales blandos, no solo como los que hallamos en los bancos antes mencionados, sino que además se destaca, en los vértices de los bloques rocosos, un coral blando ramificado que aún no ha sido identificado (quizás se trate de una especie nueva para la ciencia). Es notable, además, la presencia de varias especies de hidroides, en particular las profusas matas amarillas de las colonias de *Amphistia operculata* que alcanzan alturas considerables (más de 30 cm). Completan el paisaje esponjas de varios tipos, anémonas de mar de varias formas y vivos colores, y algunas papas de mar, entre los organismos más conspicuos.

Al comparar las comunidades del Banco Patria con las halladas en los otros arrecifes rocosos de la ciudad, destaca la ausencia del mejillón común –organismo dominante en restingas y bancos de cuarcita– sobre el fondo rocoso. Contrariamente, en los alrededores del fondo rocoso suelen hallarse, semienterrados en la arena, grandes ejemplares del mejillón paleta (*Atrina seminuda*), lo que explica la gran concentración de fragmentos de sus valvas halladas entre las grietas de las rocas.

Otra particularidad es la presencia de ciertas especies endolíticas, como algunos bivalvos y gusanos. Se trata de organismos que viven en oquedades de las rocas producidas por su propia acción biogénica o perforante, o en agujeros generados por otras especies o por la acción erosiva del mar. Estos organismos están ausentes en los arrecifes de cuarcita debido a la imposibilidad de perforar aquellas rocas más duras.

La gran diversidad de hábitats presentes brinda refugio a distintos peces, en especial cocheritos, meros, turcos y, en forma ocasional, salmones y chernias (*Polyprion americanus*). Estacionalmente se concentran aquí grandes cardúmenes de besugos, castañetas y

sargos y no es rara la presencia de peces limón. Esta riqueza explica por qué este banco constituye un punto de interés para la práctica de la pesca deportiva embarcada.

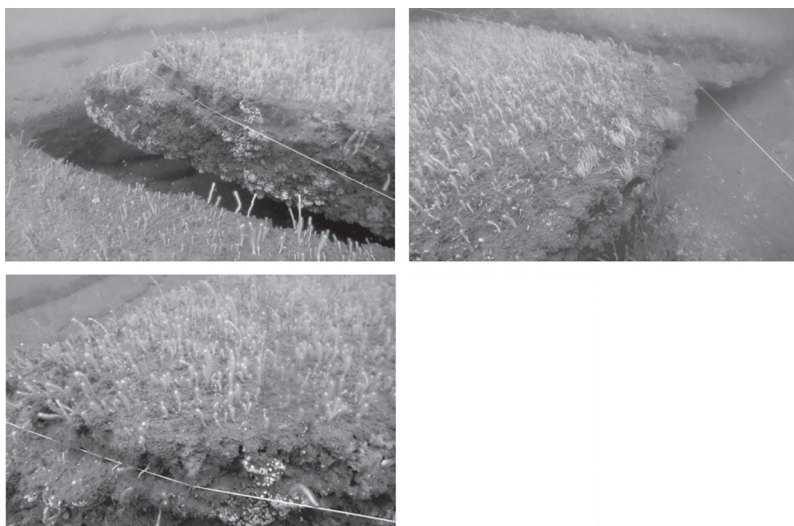


Figura 22. Las rocas y el fondo del Banco Patria. Nótese la abundancia de corales blandos *Tripalea clavaria* colonizando el fondo.

La información aquí presentada es una línea de base para futuras investigaciones sobre la gran diversidad de especies presente en tan vasta e inexplorada área de nuestra costa.

El inexplorado Pozo ¿o Poso? del Tío

Es un banco que prácticamente no es visitado por los buzos deportivos aunque sí por los pescadores. Se encuentra en dirección al Banco Patria, aunque más cercano a la costa, aproximadamente a 4 km, y, al igual que aquel, se trata de un fondo de arenisca y conchillas consolidadas que figura en cartas náuticas como Pozo del Tío (aunque en algunas cartas más viejas se lo menciona como *Poso* del Tío).

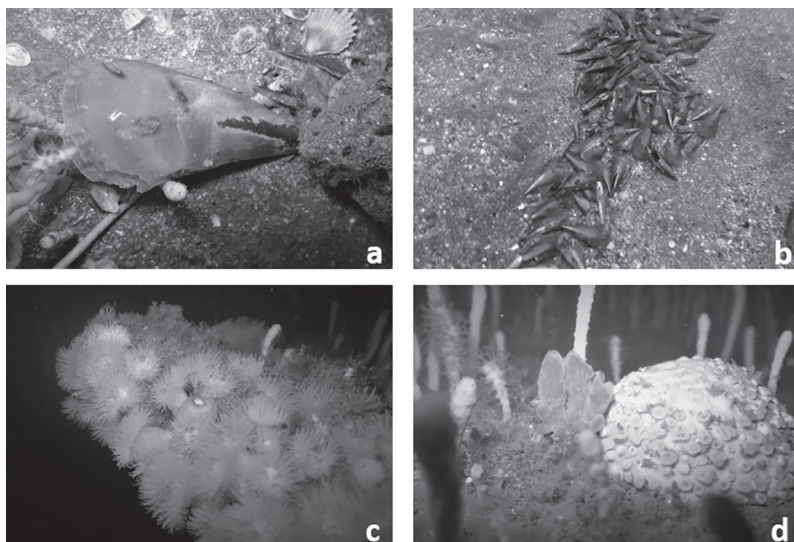


Figura 23. Comunidades del Banco Patria. a) mejillón paleta *Atrina seminuda*, b) fragmentos de mejillón paleta acumulados en las grietas, c) anémonas de mar *Anthothoe chilensis*, d) esponja y corales blandos *Tripalea clavaria*.

No existen estudios de sus comunidades. Los pocos buceos exploratorios realizados aquí nos indican que se trata de un banco con escasos desniveles y poca rugosidad, lo que lo convierte en un lugar menos atractivo para la práctica de buceo. El fondo se encuentra a 25 metros de profundidad y presenta una cobertura de invertebrados menor a aquella hallada en todos los sustratos duros alledaños mencionados. Al igual que en el Banco Patria, se destaca la ausencia de camas de mejillones, la presencia de parches aislados de anémonas blancas, colonias de hidroides y corales blandos dispersos en el fondo.

Al parecer, los turcos y los meros serían menos abundantes en comparación al Banco Patria, presumiblemente debido a la ausencia de grandes cuevas y grietas que servirían como refugio; sin embargo, se observaron grandes cardúmenes de sargos y se han reportado cardúmenes de peces limón en la época estival.

Será necesario integrar al Banco Patria y al Pozo del Tío en futuros programas y proyectos de investigación a fin de obtener información más detallada y completa de sus comunidades biológicas. De la misma manera, futuras investigaciones deberán estudiar los arrecifes de loess pampeano (tosca) los cuales permanecen inexplorados.

Los parques submarinos

Los arrecifes artificiales son estructuras sumergidas construidas de diversos materiales, duros y poco erosionables, o colocadas deliberadamente en el lecho del mar a fin de imitar algunas de las funciones de los arrecifes naturales. Ofrecen un nuevo sustrato donde numerosas especies se han de fijar, por lo que implican un aumento de la riqueza específica del área y un incremento en la productividad biológica de la zona.

Ya desde el siglo XVII, los sustratos artificiales eran sumergidos a fin de lograr el asentamiento y posterior cosecha de ciertos organismos de interés comercial, como algas y moluscos. En otros casos, se procuraba brindar mayor complejidad de hábitats donde juveniles de crustáceos y peces de interés comercial pudieran estar protegidos. Ya en épocas más recientes, comenzaron también a ser contruidos para promover la pesca deportiva, dado que ciertas especies de peces tienen la tendencia a orientarse o agregarse cerca de un objeto sólido, que rompa la uniformidad del entorno, por lo que estas estructuras les ofrecen una mayor disponibilidad de refugios. Ciertos objetos de concreto son emplazados en la actualidad en lugares donde el objetivo perseguido es proteger al arrecife natural, o incluso restaurarlo.

Dependiendo de los fines, las construcciones que han de sumergirse pueden ser módulos, que permitan el encastre y ampliación del arrecife, o pueden ser estructuras en desuso. A partir de la popularización del buceo autónomo, se comenzó a hundir estruc-

turas más llamativas, con el fin de construir parques submarinos que promuevan esta actividad. Esto explica el auge de los hundimientos de aviones, como por ejemplo, el del avión presidencial del expresidente de Bulgaria, Todor Zhivkov, hundido en el Mar Negro en 2011, o el del avión civil de Airbus, hundido en 2019 en el Parque Temático en Barein, el más grande del mundo, ubicado en la costa este del Golfo Pérsico.

Pero, sin duda, el atractivo para el buceo es mucho mayor si los parques submarinos se construyen mediante el hundimiento de barcos.

Cuando un barco deja de ser operativo pasa a ser considerado un buque inactivo, se transforma en un pasivo, económico y ambiental. Inclusive, si permanece mucho tiempo en amarras obstruye los distintos espacios operativos del puerto.

El proceso de desguace y conversión de la estructura en chatarra suele ser la solución más frecuente en los distintos puertos del mundo, y la rapidez con que se descarten dichos pasivos dependerá de las leyes de cada país y de la velocidad con que se ejecuten.

Pero es posible que la chatarra no sea el único destino que depare a esos barcos inactivos, ellos podrían tener una segunda oportunidad en el mar, ya no en su superficie sino yaciendo en el lecho marino, reconvertidos sus cascos oxidados y viejos en nuevos hábitats.

La preparación de un navío para su hundimiento demanda un gran esfuerzo. Desde el punto de vista ambiental, es necesario que todos los componentes o estructuras que puedan contener sustancias tóxicas sean retirados o limpiados antes de su hundimiento. Merecen especial atención los tanques de combustibles, las instalaciones eléctricas y los materiales aislantes (algunos pueden contener amianto).

Considerando la seguridad de los buzos, se realizan sobre la nave tareas de fraccionamiento y retiro de todos los elementos de

cubierta que pudieran generar enganches o significaran riesgos para tal actividad.

Además, la introducción de estructuras en el fondo marino puede provocar diversos efectos, como la modificación del régimen de corrientes, el hidrodinamismo de la zona y la acumulación de sedimentos finos (arena o conchillas) en sus cercanías, factores que deben considerarse al analizar el impacto de esta construcción sobre el ambiente.

Una vez hundido, el barco es boyado y el sitio de hundimiento marcado en las cartas náuticas.

En la actualidad, son numerosos los barcos convertidos en parques submarinos en distintas partes del mundo. En nuestro país existen los antecedentes de los parques en Puerto Madryn (Chubut), con los hundimientos de los barcos Albatros, Miralles, Urbain y Hu Shun Yu, y en la Grutas (Río Negro), donde se hundieron los barcos Don Félix, Mariana Rojamar, Chiarpesca y Polar Borg I; en ambos sitios, varios barcos herrumbrados esperan por un destino similar.

En las costas de Buenos Aires debemos mencionar el hundimiento del Kabril en Necochea y el parque submarino Cristo Rey, frente a Mar del Plata, donde se hundieron los barcos Cristo Rey y Khronometer.

Parque submarino en Mar del Plata

El vapor argentino Mendoza naufragó en 1914 y fue el último de una serie de barcos que naufragaron en los albores del siglo XX en las restingas de Mogotes. Debieron pasar 35 años para que el James Clunies sufriera, en 1949, un destino similar, en la misma zona. Y debieron transcurrir 32 años más para que otro barco se hundiera frente a nuestras costas, pero ninguna tragedia precedería este acontecimiento. Por el contrario, se trató de un hundimiento intencional con el fin de crear el primer Parque Submarino de la

ciudad, promovido por el Centro de Actividades Subacuáticas Escualo (CASE), primer club de buceo de la ciudad de Mar del Plata.

En el año 1981 se inició la construcción del parque submarino Cristo Rey con finalidad recreativa y deportiva, creado mediante el hundimiento de una embarcación homónima de madera. Se trataba de un barreminas de la Segunda Guerra Mundial, de 45 m de eslora, devenido en un buque pesquero al finalizar el conflicto bélico.

La historia del Cristo Rey refleja lo difícil del buceo autónomo en sus primeros años. La inexistencia de un sistema de posicionamiento adecuado, sumada a la pérdida de las boyas indicadoras, mantuvo desaparecida dicha embarcación durante ¡25 años!, tiempo suficiente para formar una rica comunidad biológica sobre el casco de este antiguo dragaminas y transformar un desolado páramo de arena en un oasis de vida.

Parecería que existe una recurrente y extraña coincidencia cada treintena de años, ya que a 35 años del hundimiento del Mendoza naufragó el James Clunies, a 32 años de este naufragio se hundió el Cristo Rey y, ¡33 años después! se hundió un navío ruso, el Khronometer. Este barco en desuso, de 85 m de eslora, fue acondicionado (al retirarse todas las sustancias tóxicas) y trasladado en mayo de 2014 para su hundimiento en el parque submarino de la ciudad.

Los pecios del James Clunies, Cristo Rey y Khronometer se encuentran en las restingas del Faro, o cercanos a ellas, y ofrecen una excelente oportunidad para estudiar la fauna de arrecifes artificiales y compararla con aquella que habita en los arrecifes naturales (fondos rocosos).

Luego del estudio mediante video-transectas, podemos concluir que la biodiversidad hallada en el James Clunies o en el Cristo Rey es semejante a la de los sustratos naturales alledaños. Estudios en el Khronometer, por otra parte, permitieron, por primera vez, analizar la sucesión ecológica desde los primeros momentos del hundimiento.

Todas las comunidades naturales cambian con el tiempo. Estos cambios temporales y direccionales en la composición y/o estructura de una comunidad es lo que conocemos como sucesión ecológica. Es un fenómeno que sucede en todos los ambientes, cada uno con sus particularidades. Algo interesante que propone el estudio de las sucesiones es que los organismos cambian las características del medio en el que se encuentran, modificando las condiciones para el establecimiento de otros organismos.

En una sucesión pueden reconocerse diferentes fases generales, pero propongamos un ejemplo relacionado a los arrecifes artificiales. Cuando una estructura inerte se sumerge, está desprovista de organismos. Lo que sucederá en los primeros minutos (Fase 1) será un cambio en algunas características físico-químicas de la estructura sumergida, causada por la interacción entre ella y el agua de mar y la llegada de los primeros microorganismos que se asienten en esta estructura. Estos conformarán una biopelícula.

Luego, en la Fase 2 (estamos hablando de una escala de días a algunas semanas), habrá un enriquecimiento de materia orgánica generado por estos microorganismos, aparecerán los denominados organismos pioneros. Estos organismos pioneros son, como su nombre lo indica, los primeros en llegar a esta nueva superficie. En general, tienen una gran capacidad reproductiva y de crecimiento, lo que les permite colonizar rápidamente la nueva superficie, pero no son buenos competidores cuando los recursos comienzan a ser escasos.

Finalmente, en la Fase 3, comienza un reemplazo de un grupo de organismos por otros, conformándose lo que se denomina una comunidad estable. En general, esta fase presenta una temporalidad de semanas a meses. A los organismos que se encuentran en esta fase se los suele denominar especies tardías.

Una particularidad de la dinámica de las comunidades es que este fenómeno es relativamente cíclico y ocurre en diferentes zonas de una comunidad. Es decir, si pensamos en un arrecife rocoso,

habrá rocas que estarán en un momento inicial de la sucesión, y otras en las últimas fases. Una comunidad con estas características presentará una mayor diversidad que otra que se encuentre en su totalidad en las últimas fases.

Como se mencionó anteriormente, estos cambios secuenciales pueden ocurrir cuando se sumerge una superficie nueva en el mar. A esta sucesión que se “inicia de cero” se la denomina Sucesión Primaria. En cambio, en una Sucesión Secundaria la superficie o área ya estaba ocupada previamente por organismos, pero sufrió una alteración (natural o no) que generará una nueva colonización después de dicha perturbación. En este caso, la sucesión podrá tomar diferentes caminos según las especies y las características específicas de cada situación.

El análisis de la sucesión ecológica en el mar estuvo restringido a la zona intermareal y, en nuestro país, nunca se pudieron realizar estudios de sucesión a mayor profundidad.

Los pecios del James Clunies y Cristo Rey permitieron analizar la biodiversidad general de la comunidad entendiéndola en un estadio final de la sucesión, ya que se estudiaron muchos años después de su hundimiento. En cambio, el Khronometer permitió estudiar por primera vez la sucesión biológica desde los primeros momentos del hundimiento. A partir de este estudio se pudo concluir que en tan solo tres años la comunidad de organismos en dicho arrecife artificial era mimética con aquella hallada a sus alrededores. En este caso, la metodología apropiada para su estudio fue la de video-transectas.

El uso de imágenes digitales reduce considerablemente el tiempo de muestreo en el campo, aunque puede requerir mayor inversión de tiempo en el laboratorio. El análisis de fotografías y videos permite mejorar la eficiencia de los esfuerzos de muestreo y es especialmente valioso cuando se necesita realizar un monitoreo de un área dada, es decir, un muestreo sistemático de variables y/o proce-

sos a través del tiempo, en nuestro caso, analizar los cambios en las comunidades que se desarrollaron en el navío hundido.

El método utilizado consistió en filmar a lo largo de una transecta, tanto en cubierta como en la banda. En el laboratorio se delimitaron 5 puntos sobre la pantalla de la computadora y se determinó cuántos “puntos” de muestreo se deseaba analizar, a fin de establecer el número de pausas de cada video acorde a su duración. Por ejemplo, si la filmación de la transecta es de 5 minutos (300 segundos) y se desea analizar 350 puntos (5 cada vez que se detiene la proyección, es decir 70 *stops* en total) se deberán realizar pausas cada 4,28 segundos, dado que $4,28 \times 70 = 300$ segundos. Así, se obtuvieron datos de abundancia relativa de las distintas especies, se estimó el espacio cubierto por distintos organismos y cómo estos valores cambiaron a través del tiempo.

En el primer mes, tanto la cubierta como las bandas estaban colonizadas por matas de colonias hidroides. A los tres meses era evidente la colonización de estos organismos pioneros que cubrían casi la totalidad del navío, junto a galerías y tubos fangoso-arenosos construidos por pequeños microcrustáceos. Sorprendentemente, pasados cien días desde el hundimiento, el Khronometer ya mostraba una cobertura de organismos del 80%.

Los muestreos realizados seis meses después indicaron la presencia del cangrejo rojo y peces típicos de los fondos duros aledaños, como el turco y el cocherito. A casi tres años de que el barco ruso se hundiera, la riqueza de especies de invertebrados y peces ya asemejaba a aquella presente en el dragaminas hundido hace más de treinta años, el Cristo Rey. También era común la presencia de esponjas, erizos, corales blandos, hidroides y de densas poblaciones de la anémona blanca. Entre los peces, se destacaban los meros y cardúmenes de sargos.

Si bien la cobertura de organismos fue elevada desde el inicio del muestreo, y principalmente dominada por hidroides en ambas superficies, horizontal (cubierta del barco) y vertical (banda),

existen diferencias entre las especies que allí se encontraron. La superficie horizontal estaba caracterizada por hidroides amarillos, anémonas blancas, corales blandos, tubos de gusanos y microcrustáceos; mientras que en la superficie vertical las anémonas blancas eran más abundantes y se destacaba la presencia de mejillones.



Figura 24. Creación del Parque Submarino en Mar del Plata. Izquierda: hundimiento del Cristo Rey, junio de 1981. Derecha: hundimiento del Khronometer, mayo de 2014.

Los resultados obtenidos son una excelente línea de base a fin de poder realizar predicciones sobre el desarrollo de comunidades en

arrecifes artificiales emplazados en submareales profundos. Esto cobra relevancia si se tiene en cuenta que existen proyectos para ampliar este parque, e incluso para construir otros nuevos, con barcos que llevan muchos años inactivos en el puerto.

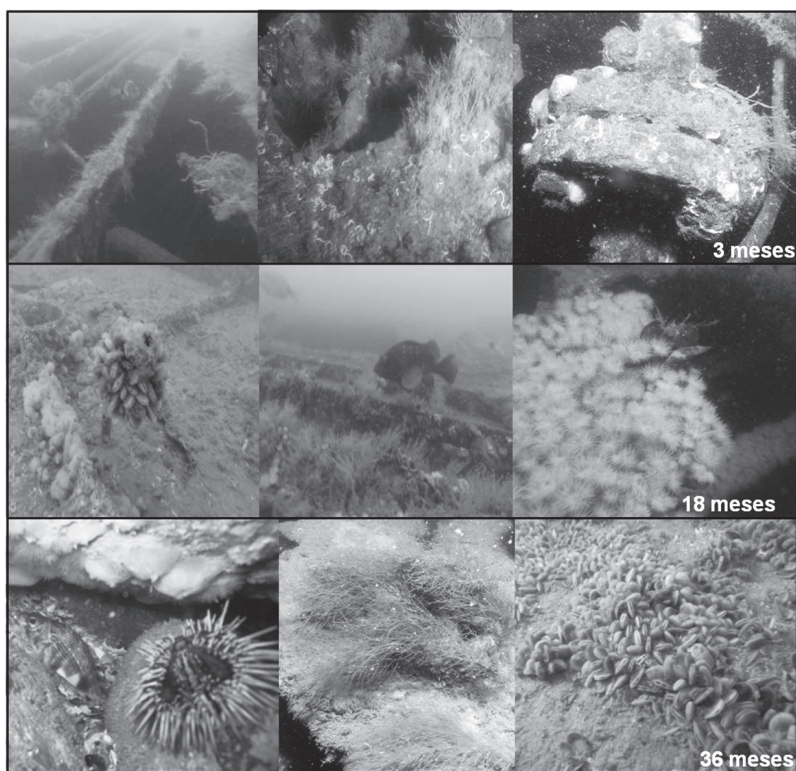


Figura 25. Sucesión de las comunidades desarrolladas en el Khronometer. Desde las primeras etapas de su hundimiento hasta los tres años de inmersión.

Con respecto a esto último, existen varias razones para considerar al Banco del Medio como el mejor sitio para ampliar el parque submarino. En este banco la visibilidad suele ser mejor, las corrientes menos fuertes y la profundidad menor. Además, es un lugar muy visitado por buzos y pescadores deportivos, cuyos fondos rocosos se hallan más alejados del habitual tránsito marítimo.

ANEXO DE TABLAS

Tabla 1. Diversidad de algas e invertebrados registrados durante nuestros estudios en los arrecifes naturales y en la escollera Norte de Mar del Plata

Especies	Arrecifes rocosos	Escollera Norte
Algae (algas verdes, rojas, pardas)		
<i>Bryopsis</i> sp.		+
<i>Ceramium virgatum</i>	+	
<i>Chaetopleura</i> sp.		+
<i>Chlorophyta</i> indet.	+	
<i>Codium fragile</i>	+	+
<i>Corallina officinalis</i>	+	
<i>Enteromorpha</i> sp.		+
<i>Polysiphonia</i> sp.	+	+
<i>Pterosiphonia</i> sp.	+	+
<i>Rhodymenia</i> sp.	+	
<i>Undaria pinnatifida</i>		+
<i>Ulva lactuca</i>	+	+
Porifera (Esponjas)		
<i>Axinella</i> sp.		+
<i>Callyspongia</i> sp.	+	
<i>Clathrina</i> sp.		+
<i>Cliona</i> sp.	+	

Arrecifes, restingas y bancos rocosos de Mar del Plata

Orden Heteroscleromorpha	+	
<i>Hymeniacidon sanguinea</i>		+
<i>Leucosolenia</i> sp.		+
<i>Mixilla</i> sp.	+	
<i>Tedania</i> sp.	+	
4 especies indeterminadas	+	+
Cnidaria (colonias hidroides, anémonas de mar, corales blandos)		
<i>Aglaophenia acacia</i>	+	
<i>Alcyonacea</i> indet.	+	
<i>Amphisbetia operculata</i>	+	
<i>Antholoba achates</i>	+	+
<i>Anthothoe chilensis</i>	+	+
<i>Astrangia rathbuni</i>	+	
<i>Aulactinia</i> sp.	+	+
<i>Bimera vestita</i>	+	+
<i>Campanularia agas</i>	+	
<i>Choriactis laevis</i>	+	
<i>Clytia gracilis</i>	+	+
<i>Corynactis carnea</i>	+	
<i>Coryne eximia</i>	+	+
<i>Dynamena cornicina</i>	+	
<i>Ectopleura crocea</i>	+	+
Familia Plexauridae	+	

<i>Filellum</i> sp.	+	
<i>Halecium beanii</i>	+	
<i>Halecium delicatulum</i>	+	
<i>Hebella</i> sp.	+	
<i>Monostacchas quadridens</i>	+	
<i>Monotheca pulchella</i>	+	
<i>Obelia dichotoma</i>	+	+
Orden Ceriantharia	+	
<i>Oulactis muscosa</i>		+
<i>Peachia</i> sp.		+
<i>Phialella belgicae</i>		+
<i>Plumularia setacea</i>	+	+
<i>Sagartia troglodytes</i>	+	+
<i>Sertularella mediterranea</i>	+	
<i>Sertularella striata</i>	+	
<i>Tricnidactis errans</i>	+	+
<i>Tripalea clavaria</i>	+	
<i>Ventromma halecioides</i>		+
Plathelminta (gusanos planos)		
<i>Notoplana</i> sp.	+	+
<i>Phrikoceros mopsus</i>		+
Nematoda (gusanos cilindricos)		
<i>Deontostoma conicum</i>	+	+
<i>Enoplus</i> sp.	+	+

Arrecifes, restingas y bancos rocosos de Mar del Plata

<i>Pseudocella</i> sp.	+	+
Nemertina (gusanos cilindricos)		
especie indeterminada	+	+
Endoprocta (pequeñas colonias de animales musgo)		
<i>Pedicellina</i> sp.	+	+
Bryozoa (colonias de animales musgo)		
<i>Aetea anguina</i>	+	+
<i>Bicelariella</i> sp.	+	+
<i>Bugula</i> sp.	+	+
<i>Celleporella</i> sp.	+	+
<i>Criptosula pallasiana</i>		+
<i>Membranipora</i> sp.	+	+
<i>Osthimosia</i> sp.	+	
especie indeterminada	+	
Crustacea (cangrejos, ermitaños, langostinos, diente de perro, etc.)		
<i>Ampelisca</i> sp.	+	+
<i>Artemesia longinaris</i>	+	+
<i>Balanus glandula</i>		+
<i>Austroalanus improvisus</i>	+	+
<i>Balanus trigonus</i>	+	+
<i>Caprella equilibra</i>	+	+
<i>Cyrtograpsus angulatus</i>	+	+
<i>Pagurus criniticornis</i>		+

<i>Jassa falcata</i>	+	+
<i>Halicarcinus planatus</i>	+	+
<i>Idotea báltica</i>	+	+
<i>Leucipa pentogona</i>	+	+
<i>Libinia spinosa</i>		+
Familia Majidae		+
<i>Monocorophium insidiosum</i>	+	+
<i>Orchestia platensis</i>	+	+
Orden Isopoda	+	+
Orden Tanaidacea	+	+
Orden Ostracoda		+
<i>Pachycheles laevidactylus</i>	+	+
<i>Danielethus crenulatus</i>	+	+
<i>Pilumnus reticulatus</i>	+	
<i>Pleoticus muelleri</i>	+	+
<i>Scyllarides deceptor</i>		+
<i>Sphaeroma</i> sp.		+
<i>Serolis</i> sp.	+	+
Annelida (lombrices de mar)		
<i>Alitta succinea</i>	+	+
<i>Capitela</i> sp.	+	+
<i>Diopatra viridis</i>	+	+
<i>Eunice</i> sp.	+	
Familia Cirratulidae		+

Arrecifes, restingas y bancos rocosos de Mar del Plata

Familia Lumbrineridae	+	+
Familia Nereidae	+	+
Familia Ophelidae	+	
Familia Orbiniidae	+	
Familia Serpulidae	+	+
Familia Terebridae	+	
<i>Halosydnella australis</i>	+	+
<i>Hydroides plateni</i>	+	
<i>Phyllochaetopterus socialis</i>	+	+
<i>Polonoidae species indet.</i>	+	+
<i>Polygordius appendiculatus</i>	+	
<i>Procerastea halleziana</i>	+	+
<i>Syllis gracilis</i>	+	+
<i>Syllis proluxa</i>	+	+
1 especie indeterminada		+
Sipunculida (gusano perforante)		
<i>Themistes petricola</i>	+	
Mollusca (caracoles, bivalvos, babosas)		
<i>Aequipecten tehuelchus</i>	+	
<i>Anachis sertulariarum</i>	+	+
<i>Atrina seminuda</i>	+	+
<i>Barnea lamelosa</i>	+	+
<i>Brachydontes rodriguezii</i>		+
<i>Calliostoma</i> sp.	+	+

<i>Crepidula</i> sp.	+	+
<i>Chaetopleura</i> sp.	+	+
<i>Costoanachis sertulariarum</i>	+	
<i>Doris fontainii</i>	+	
<i>Fisurellidea megatrema</i>	+	+
<i>Illex argentinus</i>	+	+
<i>Litophaga patagonica</i>	+	
<i>Musculus viator</i>	+	
<i>Mytilus platensis</i>	+	+
<i>Octopus tebuelchus</i>	+	+
<i>Olivella</i> sp.	+	
<i>Ostrea puelchana</i>	+	
<i>Pleurobranchaea maculata</i>	+	+
<i>Polycera marplatensis</i>		+
<i>Tegula</i> sp.	+	
<i>Chlamys patagonica</i>	+	
Acari (ácaros marinos)		
<i>Agauopsis</i> sp.		+
<i>Copidognatus</i> sp.		+
Familia Halacaridae	+	+
Pycnogonida (arañas marinas)		
<i>Achelvia assimilis</i>	+	+
<i>Ammothea</i> sp.		+
<i>Endeis spinosa</i>		+

Arrecifes, restingas y bancos rocosos de Mar del Plata

<i>Tanystylum orbiculare</i>	+	+
Insecta (larvas de insectos)		
<i>Chironomus</i> sp.		+
Echinodermata (estrellas, erizos, etc.)		
<i>Arbacia dufresnei</i>	+	
<i>Asterina stellifera</i>	+	+
Orden Dendrochirotida	+	
<i>Ophioplocus januarii</i>	+	
Chordata - Tunicata (papas de mar, etc.)		
<i>Bothyllus schlosseri</i>		+
<i>Ciona intestinalis</i>		+
<i>Molgula</i> sp.	+	+
<i>Sycozoa umbellata</i>	+	
2 especies indeterminadas	+	+
Total de especies registradas	129	110

Tabla 2. Abundancia relativa (E= escaso; O= ocasional; A= abundante; MA= muy abundante) y frecuencia de hallazgo (PF= poco frecuente; F= frecuente; MF= muy frecuente) de los peces de los arrecifes naturales y artificiales de la costa de Mar del Plata.
R= Restingas; B= Bancos; RN= Restos de naufragios; PS= Parques submarinos; Pu= Puerto.

	Arrecifes naturales		Arrecifes artificiales		
	R	B	RN	PS	Pu
Anchoa de Banco <i>Pomatomus saltatrix</i>	--	A – PF	--	--	--
Besugo <i>Pagrus pagrus</i>	E – MF	A – MF	E – PF	E – PF	O – PF
Blénido <i>Hypleurochilus fissicornis</i>	--	O – PF	--	O – PF	O – PF
Brótola <i>Urophycis brasiliensis</i>	--	O - PF	O - PF	O - PF	O – PF
Caballito de mar <i>Hippocampus patagonicus</i>	--	--	--	--	A – F
Castañeta <i>Cheilodactylus fasciatus</i>	--	MA – MF	--	--	A – F
Chernia <i>Polyprion americanus</i>	--	O – PF	--	--	--

Arrecifes, restingas y bancos rocosos de Mar del Plata

Chucho <i>Myliobatis goodei</i>	O - PF	O - PF	O - PF	O - PF	O - PF
Cocherito/an- tenita <i>Dules auriga</i>	E - MF	E - F	E - PF	E - PF	A - MF
Congrio <i>Conger orbignyanus</i>	--	O - PF	--	E - F	O - PF
Escalandrún <i>Carcharias taurus</i>	--	O - PF	--	--	--
Garopa <i>Mycteroperca marginatus</i>	--	O - PF	--	--	--
Guitarra chica <i>Zapteryx brevirostris</i>	--	E - PF	--	--	--
Gobio <i>Gobiosoma parri</i>	--	--	--	--	O - PF
Lenguado <i>Paralichthys patagonicus</i>	O - PF	O - PF	--	--	O - F
Lenguita <i>Symphurus jenynsii</i>	--	--	--	--	A - F
Lucerna <i>Porichthys porosissimus</i>	--	--	--	--	O - F

Mero <i>Acanthistius brasilianus</i>	E - F	A - F	MA – MF	MA – MF	--
Raya lisa <i>Rioraja agassiz</i>	--	O - P	--	--	--
Raya marmorada <i>Sympterygia bonapartii</i>	O - PF	O - PF	O – PF	O - PF	O - PF
Pescadilla <i>Cynoscion guatucupa</i>	--	--	--	--	O - PF
Pez ángel <i>Squatina sp.</i>	--	O - PF	--	--	--
Pez limón <i>Seriola lalandi</i>	--	MA – PF	--	--	--
Pez palo <i>Percophis brasiliensis</i>	--	--	--	--	O – PF
Pez piedra <i>Triathalasso- thia argentina</i>	--	O – PF	--	--	--
Pez Volador <i>Dactylopterus volitans</i>	--	--	--	--	O – PF
Sable <i>Trichiurus lepturus</i>	--	--	--	--	O – PF

Arrecifes, restingas y bancos rocosos de Mar del Plata

Salmón <i>Pseudopercis semifasciata</i>	--	O - PF	E - F	E - F	--
Sargo <i>Diplodus argen- teus</i>	MA – MF	E – MF	MA – MF	MA – MF	A – F
Testolín azul <i>Prionotus punc- tatus</i>	--	--	--	--	O – PF
Testolín rojo <i>Prionotus nudi- gula</i>	--	O - PF	--	--	O – PF
Torpedo <i>Discopyge tschudii</i>	O - PF	--	--	--	--
Turco <i>Pinguipes brasilianus</i>	MA - MF	MA - MF	MA - MF	MA - MF	O - PF
Vieja <i>Bovichthys argentinus</i>	O - PF	--	--	--	O – PF

SOBRE LOS AUTORES

Gabriel N. Genzano

Licenciado y Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Mar del Plata e Investigador del CONICET. Docente del Departamento de Ciencias Marinas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la mencionada Universidad. Obtuvo becas de investigación, entre ellas de la Matsumae International Foundation (Japón) y CNPq (Brasil). Ha dirigido proyectos de investigación; tesis de grado y doctorales y becarios. Ha presentado trabajos en congresos, dictado conferencias y seminarios; publicado libros y capítulos de libros, artículos periodísticos, de divulgación y publicaciones científicas. Dicta cursos de Buceo Científico y de Biología Marina en el marco del proyecto BiodA (Biodiversidad de Arrecifes), del cual es su director.

Pablo E. Meretta

Licenciado y Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Mar del Plata; docente e investigador del Departamento de Biología y Ciencias Marinas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la mencionada Universidad. Obtuvo becas de CONICET y SPU. Ha dirigido pasantes de investigación y tesis de grado. Ha presentado trabajos en congresos nacionales e internacionales, dictado conferencias y seminarios. Ha publicado artículos en revistas científicas y desde hace años realiza actividades de extensión para promover la conservación del ambiente marino. En el marco del proyecto BiodA (Biodiversidad de Arrecifes) organiza conferencias y seminarios y dicta cursos de buceo científico.

BIBLIOGRAFÍA

Técnicas de muestreo mediante buceo autónomo:

- Francour, P. y Koukouras, A., "Methods for studying the impact of diver frequentation and mooring on coralligenous communities", en Goñi, R., Harmelin-Vivien, M., Badalamenti, F., Le Diréach, L. y Bernard, G.(ed.), *Introductory guide to methods for selected ecological studies in marine reserves*, Paris, GIS Posidonie Publications, 2000, 69-74pp.
- Grosso, M., Trassens, M., y Bastida, R., "Relevancia de la matriz sedimentaria en los sitios arqueológicos subacuáticos", en *Revista de Arqueología Americana*, 2013, vol 31, 205-246pp.
- Iñurieta, V., *Los buzos del Puerto de Mar del Plata*, Mar del Plata, Editorial Martin, 2005.

La vida en los arrecifes de Mar del Plata:

- Albano, M., Seco Pon, J. P., Obenat, S., y Genzano, G.N., "First record of *Phyllochaetopterus socialis* Claparède, 1870 (Annelida: Polychaeta) in Mar del Plata's harbor, Buenos Aires, Argentina", en *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 2006, vol. 41, 2pp.
- Bastida, R. y Rodríguez, D., "Hallazgo de un apostadero estacional de lobos marinos de dos pelos (*Arctocephalus australis*), en bajos fondos frente a la costa de Mar del Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina)", en *Anales de la Cuarta Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur*, 1994, 1-22 pp.
- Excoffon, A.C., Acuña, F.H., Zamponi, M.O., y Genzano, G.N., "Reproduction of the temperate octocoral *Tripalea clavaria* (Octocorallia, Anthothelidae) from sublittoral outcrops off Mar del Plata, Argentina", en *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2004, vol. 84, 4pp.

- Farias, N.E., Obenat, S., Goya, A.B., “Outbrake of a neurotoxic side-gilled sea slug (*Pleurobranchaea* sp.) in Argentinian coasts”, en *New Zealand Journal of Zoology*, 2015, vol. 43, 3pp.
- Genzano, G.N., *La vida en el mar. Buceando en la costa de Mar del Plata*, 2ª edición, Mar del Plata, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), 2017.
- Genzano, G.N. “Mar del Plata”, en Irigoyen, A., Trobiani, G., y Galván, D., (eds.), *Peces de arrecife y ambientes de buceo argentinos*, Trelew, Remitente Patagonia, 2018, 142pp.
- Genzano, G.N., Giberto, D., y Bremec, C., “Benthic survey of natural and artificial reefs off Mar del Plata, Argentina, South-Western Atlantic”, en *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39, 2011.
- Genzano, G.N., Meretta, P.E., y Bremec, C., “Macrobenthic colonization on the derelict F/V “Khronometer”, Cristo Rey Submarine Park, Argentina”, en *Marine Ecology*, vol. 39, 2, 2018.
- Genzano, G.N., Zamponi, M.O., Excoffon, A.C., y Acuña, F.H., “Hydroid populations from sublittoral outcrops off Mar del Plata, Argentina: abundance, seasonality, and reproductive periodicity”, en *Ophelia*, vol. 56, 3, 2002.
- Genzano, G.N., Excoffon, A.C., Acuña, F.H., Zamponi, M.O., “Hydroid colonies as substrata for recruits of the mussel *Mytilus edulis* front off Mar del Plata, Argentina”, en *Ophelia*, vol. 57, 2, 2003.
- Genzano, G.N., Giberto, D.A., Madirolas, A., y Bremec, C.S., “Los arrecifes naturales y pecios de la plataforma bonaerense”, en Bremec, C. y Giberto, D. (eds.), *Comunidades bentónicas en ecosistemas costeros de Argentina*, Mar del Plata, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), 2017, 129 pp.
- Meretta, P.E., y Genzano, G.N., “Fouling community variation over two morphologically different hydroid clumps: *Amphisbetia operculata* and *Plumularia setacea* (Cnidaria, Hydrozoa)”, en *Marine Biology Research*, 2015, vol. 11, 3pp.
- Meretta, P.E., Matula, C.V., Casas, G., “Occurrence of the alien kelp *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyceae) in Mar del Plata, Argentina”, en *BioInvasions Records*, 2012, vol. 1, 1pp.

- Meretta, P.E., Farias, N.E., Cledón, C., Ventura, C.R.R., “Growth pattern and changes in abundance of the endangered bat star *Asterina stellifera*”, en *Marine Ecology*, 2016.
- Meretta, P.E., Rubilar, T., Cledón, C., Ventura, C.R.R., “Geographical implications of seasonal reproduction in the bat star *Asterina stellifera*”, en *Journal of Sea Research*, 2014.
- Puente-Tapia F.A., Garese A., Delpiani M., Acuña F. & G. Genzano. “Association between the parasitic larval phase of the sea anemone *Peachia* sp. (Cnidaria: Anthozoa) with hydromedusae hosts from temperate waters in the SW Atlantic Ocean”, en *Marine Biodiversity*, 2021.
- Pujol, M.G. “Ecología del caballito de mar *Hippocampus patagonicus* (Piacentino y Luzzatto, 2004) en las costas de Mar del Plata y su relación con ambientes impactados antrópicamente”, Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2014.
- Rodríguez, D., y Bastida, R., “Lobos Marinos y Focas”, en Boschi, E., y Cosseau, M. (ed.), *La Vida entre Mareas: vegetales y animales de las costas de Mar del Plata, Argentina, Mar del Plata*, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), 2004, 383 pp.

Invasiones biológicas

- Bastida, R., “Las incrustaciones biológicas en el puerto de Mar del Plata, Período 1966/1967”, en *Revista del Museo de Ciencias Naturales. “Bernardino Rivadavia”, Hidrobiol., III*, 1971, vol 2, 203-285.
- Bastida, R. y Martin, J.P., “Las Comunidades Incrustantes o Biofouling”, en Boschi E. y Cousseau, M.B. (eds.). *La Vida entre Mareas: vegetales y animales de las costas de Mar del Plata, Argentina, Mar del Plata*, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), 2004, 49-58pp.
- Battini, N. y Papalardo, O., “Neurotoxicosis canina asociada al consumo de una especie exótica marina en argentina”, XVIII COLACMAR, Mar del Plata, Argentina, 2019.
- Farías, N., Goya, A.B., Schwindt, E., Obenat, S., Dhanji-Rapkova, M. y Turner, A.D., “The invasive sea slug *Pleurobranchaea maculata* is

- a vector of two potent neurotoxins in coasts of Argentina”, *Marine Biology*, 2019, 166, 82pp.
- Genzano, G.N. y Meretta, P.E., “*Kirchenpaueria halecioides*: a non-native hydroid in the coast of Buenos Aires, Argentina”, en *Marine and Fishery Sciences*, 2021, 34, 109-112.
- Martin, J.P. y R. Bastida, “El alga invasora *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar, en la Ría Deseado (Patagonia austral, Argentina): ciclo del esporofito y factores ambientales determinantes de su distribución”, en *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 2008, 43, 335-344pp.
- Orensanz, J.M., Schwindt, E., Pastorino, G., Bortolus, A., Casas, G., Darrigran, G., Elías, R., López Gappa, J.J., Obenat, S., Pascual, M., Penchaszadeh, P., Piriz, M.L., Scarabino, F., Spivak, E.D., Vallarino, E.A. “No longer a pristine confine of the world ocean. A survey of exotic marine species in the South-western Atlantic”. *Biological Invasions* 2002, 4, 115-43pp.
- Schwindt, E., López Gappa, J., Raffo, M.P., Tatián, M., Bortolus, A., Orensanz, J.M., Alonso, G., Diez, M.E., Doti, B., Genzano, G., Lager, C., Lovrich, G., Piriz, M.L., Mendez, M.M.,
- Savoya, V., Sueire, M.C., “Marine fouling invasions in ports of Patagonia (Argentina) with implications for legislation and monitoring programs”. *Marine Environmental Research*, 2014, 99: 60-68 pp.

Reservas marinas protegidas.

- Garcia-Gomez, J. C., Lopez-Fe, C. M., Espinosa F., Guerra-Garcia, J. M. & Rivera-Ingraham, G. A. “Marine artificial micro-reserves: a possibility for the conservation of endangered species living on artificial substrata”. *Marine Ecology*, 2010, 1-9pp.
- Rosenzweig, M. L. *Win-win Ecology: How the Earth's species can survive in the Midst of Human Enterprise*, Oxford University Press, New York, 2003, 217pp.

Arrecifes artificiales naufragios y parques submarinos

- Baine, M. “Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance”. *Ocean & Coastal Management*, 2001, 44 (3-4) 241-259pp.

Convenio de Londres y Protocolo/PNUMA. Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales, 2010, 97-108pp. Disponible en <http://www.imo.org/es>.

Peña, A., *Reflotando historias de naufragios. Historias olvidadas de naufragios en Mar del Plata*, Editorial Dunken, Buenos Aires, 2021.

Pisani, A., *El Faro, su Capitán y los Naufragios*, Buenos Aires, IPN editores, 2005.



EUEM

Editorial de la Universidad
Nacional de Mar del Plata

