An illustration of a fisherman in a red cap and yellow apron on a green boat, holding a fishing net. The boat is filled with fish, and a wooden crate containing several small white containers is visible. The background is a blue sea with many fish swimming. The text is overlaid on the right side of the image.

Evaluación de dos áreas afectadas por pesca con explosivos en el Perú: un diagnóstico sobre las comunidades subacuáticas

Informe

**Evaluación de dos
áreas afectadas
por pesca con
explosivos
en el Perú:
un diagnóstico
sobre las
comunidades
subacuáticas**

Informe



Edición:

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental

Autores:

Yuri Hooker y Fabio Castagnino

Corrección de estilo:

Cristian Díaz

Ilustración de portada:

Daniel Maguiña

Cita sugerida:

Hooker, Y. y Castagnino (2023). *Evaluación de dos áreas afectadas por pesca con explosivos en el Perú: un diagnóstico sobre las comunidades subacuáticas.* Lima: SPDA.

Se prohíbe la venta total o parcial de esta publicación, sin embargo, puede hacer uso de ella siempre y cuando cite correctamente a los autores.

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental

Presidente: Jorge Caillaux

Directora ejecutiva: Isabel Calle

Director de Gobernanza Marina: Bruno Monteferri

Av. Prolongación Arenales 437, San Isidro, Lima, Perú

Teléfono: (+51) 612-4700

www.spda.org.pe

Primera edición: julio 2023

Libro electrónico de acceso abierto en:

www.spda.org.pe/publicaciones

Gobernanza Marina es un programa de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA) que busca mejorar la gobernanza para la gestión de las pesquerías y la conservación de ecosistemas marinos.

Introducción

Los métodos de pesca destructivos son un factor de alto impacto en las pesquerías y el ambiente, por lo que deben ser evaluados y manejados para tener una buena gestión pesquera. Los ejemplos de tipos de pesca destructiva incluyen la pesca con explosivos, la pesca con cianuro, las redes ilegales y la pesca de arrastre de fondo. Estos métodos se caracterizan por la matanza indiscriminada, el aturdimiento y/o el descarte de vida marina. Estos métodos son atractivos para algunos pescadores debido al alto valor inicial de las capturas; sin embargo, dicho valor se agota rápidamente a medida que el hábitat y el ecosistema circundante se dañan o destruyen (Chan y Hodgson, 2017).

La pesca con explosivos es un problema que, a nivel mundial, afecta de manera dramática la biodiversidad. Sus efectos se pueden observar a largo plazo, como se ha evidenciado en muchos lugares del planeta, en especial sobre arrecifes coralinos (McManus, 1993; Fox y Caldwell, 2006; Slade y Kalangahe, 2015).

Braulik et al (2015), indica que una carga típica de las usadas en Tanzania matará a la mayoría de los organismos marinos, incluidos los invertebrados, en un radio de 10 a 30 m. También mencionan que la explosión hace que los órganos internos, especialmente la vejiga natatoria, se rompan y el esqueleto sufra miles de fracturas. También mata el plancton, los peces juveniles, los huevos de peces e invertebrados, la gran mayoría de los cuales nunca se utilizan. La destrucción de la estructura general de un arrecife tiene un efecto perjudicial a largo plazo sobre el medio ambiente.

Ganoza et al. (2015), realizaron pesca experimental con explosivos, con jaulas con peces en 3 distancias de exposición. Encontraron que la detonación de una dinamita a 14 m de profundidad, mata al 100% de los peces a una distancia de 7 m, mata 64% de los peces a 107 m y mortandad del 10% de peces a 207 metros la explosión. Además, encontraron daños internos en todos los peces, vivos y muertos, en los 3 niveles de exposición, principalmente con daño branquial y hemorragia masiva en el bazo, riñón e hígado.

En el Perú, son pocas las publicaciones que aborden la problemática y los efectos de los explosivos, tanto sobre el ecosistema como sobre la pesquería (Ganoza et al., 2015; SPDA, 2020), por lo que se hace imprescindible evaluar, de forma comparativa, lugares donde se usan explosivos frecuentemente con otros donde no se realiza este tipo de pesca ilegal, lo que permitirá obtener información sobre el impacto y la pérdida tanto de diversidad como de los recursos objetivo de la pesquería.

El daño sobre el ecosistema es a todo nivel, ya que, si bien el objetivo de esta pesquería ilegal son los peces, la onda expansiva de la explosión afecta también a los organismos invertebrados del fondo y al plancton, y además mata a muchas especies de peces que no flotan, así como a especies no comerciales que se pierden en la profundidad sin ser siquiera utilizadas por los pescadores.

La información generada también será de mucha utilidad para mostrar el daño ambiental generado por la pesca con explosivos y sustentarlo en los procesos legales que se impongan a los infractores acusados de realizar esta actividad ilegal.

Es difícil registrar formalmente los lugares donde se realiza pesca con explosivos en Perú, siendo la Reserva Nacional de Paracas el lugar que cuenta con más registros por parte de la administración del área protegida. Sin embargo, incluso en este caso, los registros son incompletos, pues solo se obtienen cuando en la zona se encuentran guardaparques o hay denuncias documentadas de terceros, no conociéndose la real magnitud del problema. Gran parte de esta actividad ilegal ocurre en lugares lejanos y sin vigilancia de la Reserva, por lo que es difícil detectarla y cuantificarla. La magnitud del problema fuera de áreas protegidas es desconocida.

El objetivo principal del presente estudio fue determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en diversidad y abundancia entre los sitios donde se reporta uso frecuente de explosivos, en comparación a sitios donde se presume que no se emplean explosivos, por contar con algún grado de vigilancia o condiciones que lo previenen. Para ello, realizamos una serie de análisis comparativos entre pares, diferenciando estaciones de muestreo y profundidades.

Índice

Introducción	3
1. Metodología	6
1.1. Localidades de estudio	6
1.2. Evaluación biológica.....	6
1.3. Evaluación de peces	7
1.4. Evaluación de invertebrados.....	9
1.5. Análisis de muestras de invertebrados.....	10
1.5. Tratamiento de datos.....	10
2. Resultados	12
2.1. Pucusana	12
2.1.1. Peces	12
Composición y abundancia de peces.....	12
Análisis multivariado y significancia de similitud	14
2.1.1. Invertebrados	17
Composición y abundancia de invertebrados.....	17
Análisis multivariado y significancia de similitud	19
2.2. Paracas	23
2.2.1. Peces	23
Composición y abundancia de peces.....	23
Análisis multivariado y significancia de similitud	25
2.2.2. Invertebrados	29
Composición y abundancia de invertebrados.....	29
Análisis multivariado y significancia de similitud	31
3. Discusión	35
3.1. Área de estudio	35
3.2. Observación sobre las comunidades biológicas	37
4. Conclusiones	40
Referencias bibliográficas	42
Anexos	43

1. Metodología

1.1. Localidades de estudio

Para el estudio, seleccionamos dos localidades que tienen presencia de actividad de pesca con explosivos de manera frecuente: la Reserva Nacional de Paracas y los acantilados de Santa María del Mar al sur de Pucusana. Ambos lugares tienen sectores donde los pescadores y guardaparques reportan frecuente actividad de pesca con dinamita, así como lugares próximos donde no se usa este método de pesca, ya que están resguardados por guardaparques o son transitados frecuentemente por pescadores y turistas.

Realizamos las evaluaciones el 13 y 14 de noviembre, en las localidades alrededor de Pucusana, y entre el 27 y 30 de noviembre, en las localidades en Paracas.

En Pucusana, evaluamos 2 estaciones de muestreo en la isla de Chilca (E1 y E2), lugares considerados sin explosivos, y 2 estaciones en los acantilados próximos a Santa María del Mar (E3 y E4) considerados con impacto por explosivos (Figura 1, Tabla 1).

En Paracas, evaluamos 3 estaciones en sectores considerados sin explosivos: 2 en las islas Ballestas (E1, E2) y uno en la península de Paracas (E5). Además, evaluamos 3 estaciones consideradas con impacto por explosivos: 2 en la península de Paracas (E3, E4) y una de isla Zarate (E5) (Figura 2, Tabla 2).

Dado que no se tiene conocimiento del grado de afectación o no por explosivos de las localidades evaluadas, se consideran como áreas con posible impacto de explosivos. Sin embargo, para efectos de redacción y presentación de tablas y resultados, las estaciones evaluadas serán mencionadas como “con explosivos” o “impactadas” y “sin explosivos” o “no impactadas”, sin que esto asegure que las causas directas de los resultados se deban a este impacto.

1.2. Evaluación biológica

En cada estación de evaluación (E), se tomó información de la diversidad y abundancia de las poblaciones de peces e invertebrados presentes en diferentes estratos de profundidad con la finalidad de obtener datos de caracterización comunitaria que sirvan para realizar análisis de significancia estadística que permita identificar si existen diferencias entre los sectores libres de explosivos con otros con posible influencia de este tipo de pesca ilegal. Para obtener los

datos poblacionales se realizaron censos con transectos y cuadrantes fotográficos como método de evaluación rápida de la diversidad (Hooker & Gonzales-Pestana, 2012), según se describe a continuación.

1.3. Evaluación de peces

Realizamos la evaluación de poblaciones de peces por medio de censo visual submarino con video, mediante buceo SCUBA. En cada estrato de profundidad, realizamos el conteo en un transecto de 20 metros de longitud y 2 metros de ancho de banda (40 m²). En cada estación de muestreo (E), realizamos un transecto por estrato de profundidad. Los estratos seleccionados fueron 2m, 5m, 10m, 15m y 20m, dependiendo de la profundidad a que se llegó en cada estación de muestreo. Algunas estaciones de muestreo no tuvieron profundidades que lleguen a 15 o 20 metros, mientras que en otras no se pudo evaluar a 2 metros, debido al oleaje y al peligro que este ocasiona.

Los datos presentados están basados en el total de peces contados en un área de 40m² por estrato de profundidad. En localidades con profundidades hasta 20 m, evaluamos un total de 200m² en 5 estratos de profundidad.

Para la evaluación, el buzo realizó el recorrido del transecto filmando el área que tenía delante de él, grabando las poblaciones de peces que encontró en su camino. Se hicieron acercamientos o enfoques directos de especies de peces crípticos o camuflados para su posterior conteo e identificación. Un segundo buzo de respaldo iba detrás del evaluador para asistirlo.

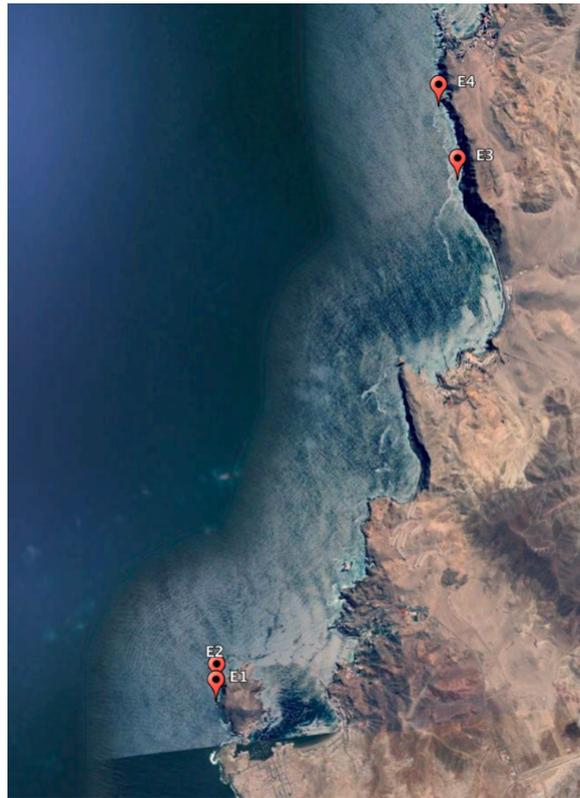


Figura 1. Estaciones de evaluación en el sector Pucusana – Santa María, Lima, Perú.



Figura 2. Estaciones de evaluación en el sector Paracas.

Tabla 1. Coordenadas de las estaciones de evaluación en Pucusana – Acantilados de Santa María del Mar, Lima, Perú.

Estaciones	Coordenadas		
	Sur	Oeste	
E1	La Lobera, isla Chilca, Pucusana	12°28'30.53"S	76°48'10.38"O
E2	El Dado, isla Chilca, Pucusana	12°28'25.61"S	76°48'10.30"O
E3	Acantilados de Santa Maria 1	12°25'32.99"S	76°46'46.50"O
E4	Acantilados de Santa Maria 2	12°25'60.66"S	76°46'52.39"O

Tabla 2. Coordenadas de las estaciones de evaluación en Paracas, Ica, Perú.

Estaciones	Coordenadas		
	Sur	Oeste	
E1	Isla Ballesta Este	13° 44.386'S	76° 24.020'O
E2	Isla Ballesta Oeste	13° 44.070'S	76° 24.000'O
E3	Islote Culebras, Península de Paracas	13° 50.606'S	76° 23.233'O
E4	Punta Lechuza, Península de Paracas	13° 53.567'S	76° 24.015'O
E5	Islote La Mina, Península de Paracas	13° 55.038'S	76° 18.984'O
E6	Isla Zárate	14° 00.034'S	76° 18.167'O

1.4. Evaluación de invertebrados

Realizamos un censo submarino de poblaciones de invertebrados en cada estación de muestreo, usando los mismos puntos de evaluación y estratos de profundidad que en las evaluaciones de peces.

Empleamos el método de cuadrantes fotográficos en cada estrato de profundidad, dirigidos a áreas representativas de la diversidad del lugar. Evaluamos en los estratos de 5, 10, 15 y 20 m de profundidad, siempre que las condiciones ambientales lo permitieran. En cada estrato, realizamos cinco cuadrantes fotográficos de 50x50 cm (1.5m²). En lugares con presencia de mitílidos (choros o mejillones), fotografiamos un área de 10x10 cm para el conteo, dato que luego extrapolamos a la cobertura de la colonia dentro del cuadrante, lo que permitió estimar el número de individuos visibles en el cuadrante. Cuando detectamos la presencia de alguna especie difícil de identificar visualmente, colectamos especímenes para su identificación en laboratorio. Luego, analizamos las fotografías en un computador para realizar la identificación y el conteo de los organismos presentes en el área del cuadrante.

Al ser una evaluación rápida, solo contabilizamos los invertebrados observables a simple vista, sin registrar a los organismos que viven dentro de grietas o colonias de choros, picoloros, ascidias u otro organismo que actúe como arrecife biológico o especie ingeniera.

1.5. Análisis de muestras de invertebrados

Analizamos las muestras de invertebrados colectadas en un laboratorio de campo. Separamos las muestras obtenidas, en cada punto de muestreo por estación según morfoespecie y las identificamos. Las especies que no pudieron ser identificadas en campo fueron llevadas al Laboratorio de Biología Marina de la UPCH para su revisión e identificación. Especies raras o poco frecuentes fueron depositadas en la Colección de Zoología Acuática de la UPCH.

1.5. Tratamiento de datos

Consolidamos los datos obtenidos en campo en matrices utilizando Microsoft Excel y analizados con programas de bioestadística, para caracterizar y describir a las comunidades biológicas del área de estudio. También realizamos análisis multivariados que sirven para comparar, por estratos batimétricos, la composición de las comunidades en las diferentes estaciones y puntos de muestreo.

Para los análisis de significancia estadística solo incluimos los datos de los estratos de profundidad presentes en todas las estaciones de evaluación puesto que algunas localidades no tenían profundidades mayores a 10 metros o los estratos de menos profundidad no eran accesibles por el oleaje. Para el sector de Pucusana, utilizamos los datos obtenidos en los estratos de 2, 5, 10, 15 m de profundidad, tanto para peces como para invertebrados. Para el sector Paracas, solo utilizamos los estratos de 5 y 10 m para los peces y el de 10 m para invertebrados, por ser las profundidades comunes para todas las estaciones donde fue posible tomar datos.

Para cada zona geográfica estudiada (Pucusana y Paracas) analizamos de manera conjunta el acumulado de la información de las estaciones evaluadas comparando las que no tienen influencia de pesca con explosivos con las que se supone si la tienen. Para estos análisis, incluimos la riqueza de especies (S), la abundancia específica, el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), el Índice de Equidad de Pielou (J') y la dominancia (complemento del índice de equidad de Pielou (1-J')). Adicionalmente se analizó la abundancia de mitílidos (Fam.

Mytilidae). Incluimos la abundancia de blénidos en los análisis, ya que consideramos que esta especie bentónica y sedentaria podría ser un buen indicador del impacto de los explosivos.

Preliminarmente, ejecutamos una serie de análisis preliminares de normalidad sobre los datos utilizando la prueba de Shapiro-Wilk ($\alpha=0.05$) y analizamos visualmente la distribución de los datos, resultando que, en su gran mayoría, los indicadores no estaban distribuidos normalmente. Analizamos las comunidades biológicas de estos sectores con el método multivariado permutado de la varianza (PERMANOVA, $\alpha=0.05$), aplicándolo para todas las estaciones con y sin explosivos, de manera agrupada, para distinguir si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. Adicionalmente, corrimos pruebas de Kruskal-Wallis ($\alpha=0.05$) para cada indicador, utilizando tanto la estación como la profundidad para realizar el agrupamiento. En casos donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los estratos de profundidad, realizamos una selección de los datos, separando las estaciones con y sin uso de explosivos, luego de lo cual volvimos a correr el análisis pareado por profundidad. Ejecutamos las pruebas estadísticas y produjimos las figuras en R 4.2.2 con RStudio y empleando, respectivamente, los paquetes 'Agricolae' 1.3-5 y el paquete 'easyGgplot2d' desde 'devtools' 2.4.5.

Adicionalmente, realizamos un análisis SIMPER o análisis de similitud para identificar que especies son las que porcentualmente contribuyen más a las diferencias observadas entre las comunidades biológicas de zonas sin explosivos con otras con posible impacto de ellos. Dicho análisis se realiza calculando la similitud/disimilitud media entre pares de grupos a partir del coeficiente de Bray-Curtis.

Adicionalmente, realizamos un análisis de clasificación jerárquica (Cluster) de doble vía, comparando los estratos batimétricos por estación, para agruparlos según la similitud que tengan las comunidades biológicas. Los dendrogramas se elaboraron con la clasificación con Bray Curtis y *unweighted pair-group method using arithmetic average* (UPGMA).

Realizamos los análisis de PERMANOVA, SIMPER y Cluster utilizando el programa PAST 4.03 (Hammer *et al.*, 2020).

2. Resultados

2.1. Pucusana

2.1.1. Peces

Composición y abundancia de peces

En este sector de la costa evaluado, registramos un total de 12 especies de peces. Para las estaciones en isla Chilca, Pucusana (sin explosivos), registramos 10 especies de peces, mientras que para los acantilados (con explosivos), registramos 6 especies en los transectos (Anexo 1). Del total de peces contabilizados en los estratos de 2, 5, 10 y 15 m (781 individuos), el 62 % corresponde al área libre de explosivos, mientras que el 38 % al área con explosivos (Tabla 3).

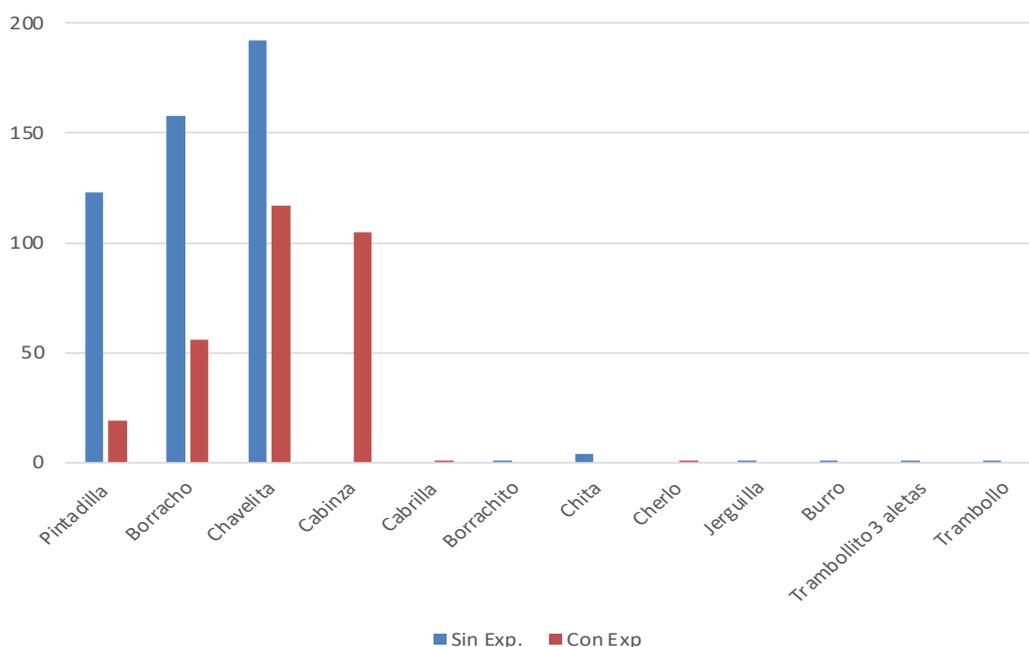
Al comparar la abundancia de los sectores con explosivos y sin ellos, encontramos que la abundancia de pintadilla *Cheilodactylus variegatus*, en el sector sin explosivos, es notoriamente mayor, representando el 87% de todas las pintadillas contabilizadas en la localidad. Una situación similar se observa para el borracho *Scartichthys gigas* (74%) y la chavelita *Chromis crusma* (62%). Solo la cabinza *Isacia conceptionis* fue más abundante en el sector con explosivos, donde solo esa especie representó aquí 100% de los especímenes registrados (Tabla 3, figura 3). Otras especies de peces tuvieron representatividad mínima en la abundancia, muchas de ellas con un solo espécimen registrado.

Para los estratos de profundidad analizados, la abundancia de peces en la zona impactada es 48% menor que en la zona no impactada.

Tabla 3. Especies de peces registrados y su abundancia. Comparación de dos sectores, uno sin influencia de la pesca ilegal con explosivos (isla Chilca, Pucusana) y otro con dicha influencia (acantilados de Santa María). Estratos de profundidad considerados de 2, 5, 10 y 15 m.

	Peces		Sin explosivos		Con explosivos		Total por especie
	Nombre común	Especie	E1	E2	E3	E4	
1	Pintadilla	<i>Cheilodactilus variegatus</i>	80	43	5	14	142
2	Borracho	<i>Scartichtys gigas</i>	36	122	28	28	214
3	Chavelita	<i>Chromis crusma</i>	128	64	57	60	309
4	Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	0	0	47	58	105
5	Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	0	0	1	0	1
6	Borrachito	<i>Scartichthys viridis</i>	1	0	0	0	1
7	Chita	<i>Anisotremus scapularis</i>	4	0	0	0	4
8	Cherlo	<i>Acanthistius pictus</i>	0	0	1	0	1
9	Jerguilla	<i>Aplodactylus punctatus</i>	0	1	0	0	1
10	Burro	<i>Cheilotrema fasciatum</i>	0	1	0	0	1
11	Trambollito 3 aletas	<i>Helcogrammoides cunninghami</i>	0	1	0	0	1
12	Trambollo	<i>Labrisomus philippi</i>	1	0	0	0	1
Total de peces por estación			250	232	139	160	781

Figura 3. Abundancia de peces por especie. Comparación de dos sectores, uno con influencia de la pesca ilegal con explosivos (isla Chilca, Pucusana) y otro sin dicha influencia (acantilados de Santa María). Estratos de profundidad considerados de 2, 5, 10 y 15 m.



Análisis multivariado y significancia de similitud

El análisis multivariado permutado de la varianza (PERMANOVA) mostró diferencias estadísticamente significativas (p -valor es < 0.05) en términos de abundancia y diversidad entre las estaciones con y sin explosivos, en base a los datos agrupados, con un p -valor=0.0289.

El análisis de similitud de SIMPER encontró que las especies que más contribuyen porcentualmente a esta diferencia significativa entre comunidades de peces son *Chromis crusma*, *Scartichtys gigas*, *Cheilodactilus variegatus* e *Isacia conceptionis*, siendo el resto de las especies apenas representativas. Las especies más abundantes en promedio, para las estaciones sin explosivos, fueron *Chromis crusma*, *Scartichtys gigas*, *Cheilodactilus variegatus*, mientras que en las estaciones con explosivos las especies más abundantes fueron *Chromis crusma* y *Isacia conceptionis* (Tabla 4).

El análisis de clasificación jerárquica (Cluster) mostró que la composición de especies de las comunidades con y sin influencia de explosivos no es muy diferente a pesar de las diferencias en la abundancia mencionadas. Por otro lado, se observó una importante similitud en las comunidades que viven en aguas poco profundas, encontrándose agrupados los estratos de 2 y 5 m, mientras los estratos de 10 y 15 metros se agrupan en otra rama del cluster, aunque con menos similitud entre ellos que los estratos menos profundos (Tablas 3 y 4, Anexo 1). El cluster de similitud de poblaciones mostró que la mayor población en un solo estrato lo da *Chromis crusma* en el E1-5m, manteniendo poblaciones altas también en otros estratos entre 2 y 5 metros. *Scartichtys gigas* presenta mayores concentraciones en E2-10m y en E2-15m, mientras que *Cheilodactilus variegatus* alcanza su mayor población en el estrato E1-15m (Figura 4).

Tabla 4. Resultados del análisis del porcentaje de similitud SIMPER para el acumulado de peces de estaciones con explosivos y sin explosivos en Pucusana, considerando los estratos de profundidad de 2, 5, 10, 15 m.

Especie	Disimilitud media	% contribución	% acumulativo	Promedio abundancia en E sin explosivos	Promedio abundancia en E con explosivos
<i>Chromis crusma</i>	22.2	32.4	32.4	24.0	14.6
<i>Scartichtys gigas</i>	15.8	23.1	55.6	19.8	7.0
<i>Cheilodactilus variegatus</i>	14.8	21.6	77.2	15.4	2.4
<i>Isacia conceptionis</i>	13.9	20.3	97.5	2.3	13.1
<i>Anisotremus scapularis</i>	0.7	1.0	98.5	0.5	0.0
<i>Labrisomus philippi</i>	0.3	0.5	99.0	0.1	0.0
<i>Aplodactylus punctatus</i>	0.2	0.2	99.2	0.1	0.0
<i>Helcogrammoides cunninghami</i>	0.1	0.2	99.4	0.1	0.0
<i>Paralabrax humeralis</i>	0.1	0.2	99.6	0.0	0.1
<i>Acanthistius pictus</i>	0.1	0.2	99.8	0.0	0.1
<i>Cheilotrema fasciatum</i>	0.1	0.1	99.9	0.1	0.0
<i>Scartichthys viridis</i>	0.1	0.1	100.0	0.1	0.0

Las pruebas de Kruskal-Wallis ($\alpha=0.05$) mostraron que, en la conformación de las comunidades de peces de Pucusana por estación, las diferencias observadas no son estadísticamente significativas entre estaciones con y sin explosivos, en términos de abundancia, riqueza o índice de diversidad Shannon (H'). En la abundancia de blénidos, existieron diferencias estadísticamente significativas, pero sólo en la estación E2 (El Dado), que mostró tener abundancia de blénidos significativamente mayor que la estación E1 (La Lobera) (sin explosivos) y la estación E3 (Acantilados de Santa María E1) (con explosivos), más no con respecto a la estación E4 (Acantilados de Santa María E2) (con explosivos) (Figura 5).

Figura 4. Análisis de clasificación jerárquica (Cluster) para el acumulado de peces de estaciones con explosivos y sin explosivos en Pucusana, considerando los estratos de profundidad de 2, 5, 10, 15 m.

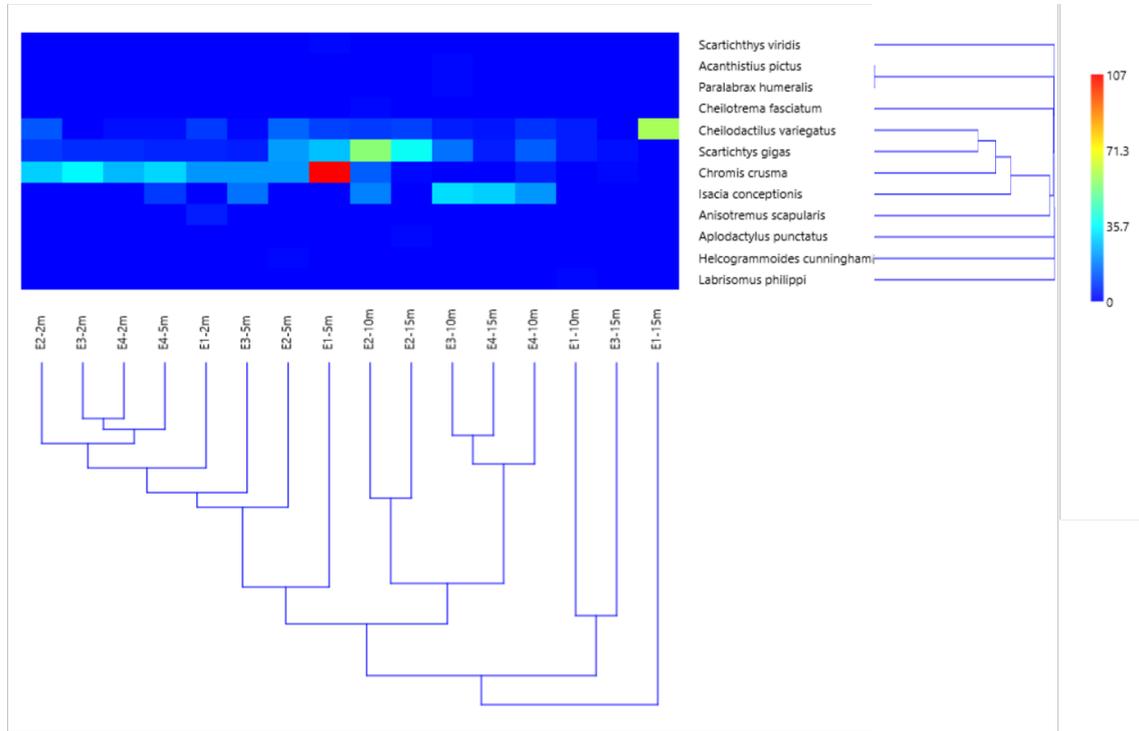
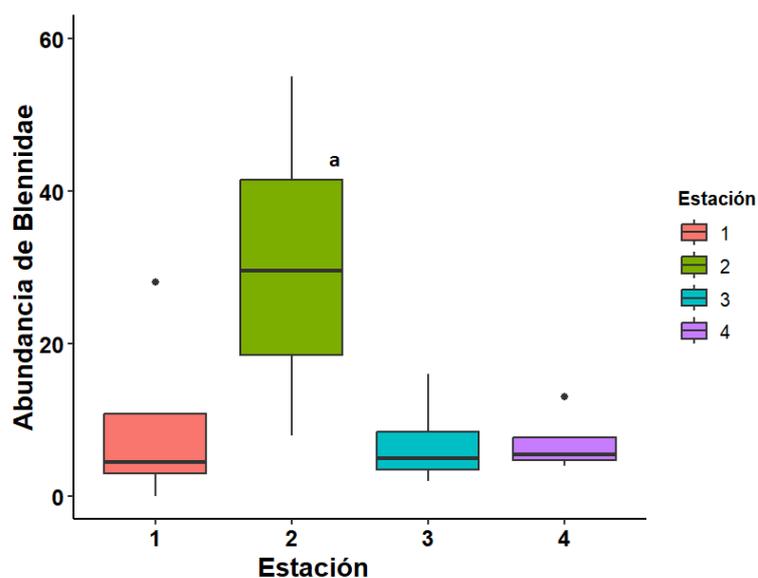


Figura 5. Diferencias estadísticamente significativas entre estaciones muestreadas en términos de abundancia de blénidos (Fam. *Blennidae*); a=diferencias con estaciones 1 ($H(3)=7.125$, $p<0.05$) y 3 ($H(3)=6.875$, $p<0.05$).



2.1.1. Invertebrados

Composición y abundancia de invertebrados

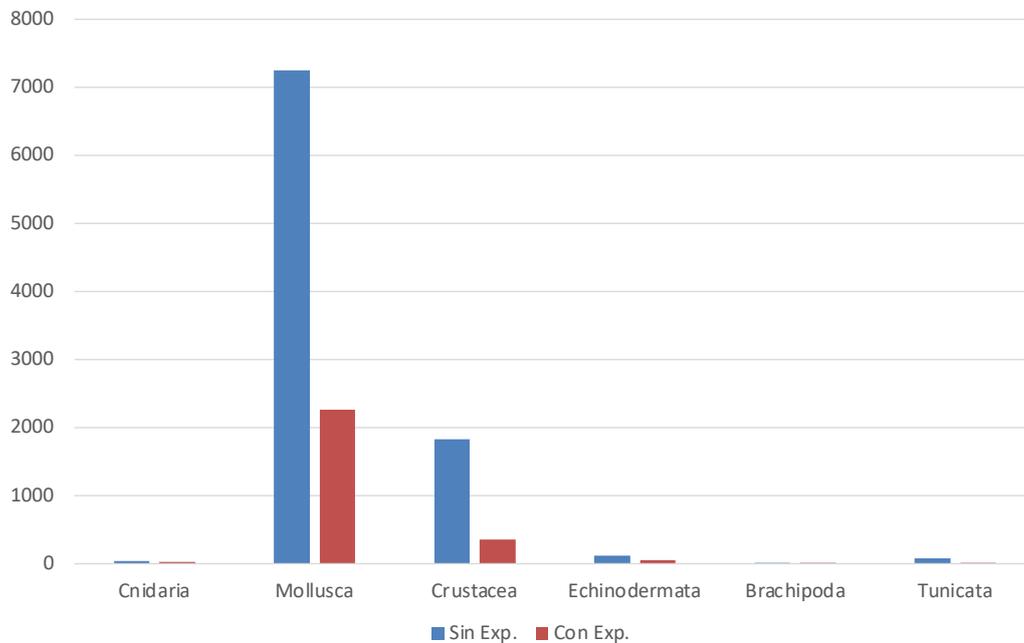
En las estaciones evaluadas, registramos un total de 38 especies de invertebrados, (5 cnidarios, 14 moluscos, 9 crustáceos, 7 equinodermos, 1 braquiópodo y 2 tunicados) (Anexo 2). Las estaciones sin explosivos (E1 y E2) tuvieron 36 especies, mientras que en las estaciones con explosivos registramos 27 especies de invertebrados. Del total de invertebrados contabilizados en los estratos de 2, 5, 10 y 15 m (11703 individuos), el 77 % corresponde al área libre de explosivos, mientras que el 23 % pertenecen al área con posible impacto de explosivos (Tabla 5).

La especie con mayor abundancia para las estaciones sin explosivos fue el chorito *Semimytilus patagonicus*, representando el 69% de los registros de este sector, mientras que para las estaciones con explosivos el caracolito negro *Tegula* spp. representó el 76% de la comunidad. La abundancia por grupo taxonómico fue mayor en moluscos y crustáceos. En la mayoría de las especies presentes en ambos sectores, el área sin explosivos tuvo mayores poblaciones, excepto en los moluscos *Tegula* y *Crepipatela*, que tuvieron poblaciones mayores en el sector con explosivos (Figura 6). Para los estratos de profundidad analizados, la abundancia de invertebrados en la zona impactada es 80% menor que en la zona no impactada.

Tabla 5. Especies de invertebrados registrados y su abundancia. Comparación de dos sectores, uno sin influencia de la pesca ilegal con explosivos (isla Chilca, Pucusana) y otro con dicha influencia (acantilados de Santa María). Estratos de profundidad considerados de 2, 5, 10 y 15 m.

	Phylum	Invertebrados Especie	Sin explosivos		Con explosivos		Total por especie
			E1	E2	E3	E4	
1	Cnidaria	<i>Phymactis clematis</i>	2	20	7	12	41
2		<i>Phymanthea pluvia</i>	7	0	1	1	9
3		<i>Oulactis concinnata</i>	3	0	1	2	6
4		<i>Leptogorgia peruviana</i>	0	0	0	1	1
5		<i>Anthothoe chilensis</i>	2	1	5	0	8
6	Mollusca	<i>Acanthopleura echinata</i>	2	13	4	1	20
7		<i>Chiton cumingsi</i>	1	1	0	0	2
8		<i>Tonicia fremblyana</i>	3	2	0	1	6
9		<i>Crepidatella dilatata</i>	1	1	13	166	181
10		<i>Fissurella crassa</i>	0	4	0	0	4
11		<i>Fissurella latimarginata</i>	2	4	4	0	10
12		<i>Nassarius dentifer</i>	2	0	0	2	4
13		<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	13	0	0	2	15
14		<i>Semimytilus patagonicus</i>	3583	2602	0	0	6185
15		<i>Aulacomya atra</i>	1	0	0	0	1
16		<i>Stramonita chocolata</i>	0	2	0	5	7
17		<i>Tegula spp</i>	482	395	799	1264	2940
18		<i>Stramonita delessertiana</i>	3	1	0	1	5
19	<i>Xanthochorus buxeus</i>	3	37	1	5	46	
20	Arthropoda- Crustacea	<i>Austromegabalanus psittacus</i>	10	79	27	31	147
21		<i>Balanus leavi</i>	585	626	12	277	1500
22		<i>Balanus sp.</i>	32	0	1	0	33
23		<i>Eurypanopeus crenatus</i>	1	0	0	0	1
24		<i>Gaudichaudia gaudichaudia</i>	1	0	0	1	2
25		<i>Romaleon setosum</i>	1	0	0	0	1
26		<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	182	66	0	0	248
27		<i>Petrolisthes desmarestii</i>	0	3	0	0	3
28		<i>Rhynchocinetes typus</i>	16	3	0	0	19
29	Echinodermata	<i>Caenocentrotus gibbosus</i>	2	0	0	0	2
30		<i>Tetrapygyus niger</i>	59	36	23	22	140
31		<i>Arbacia spatuligera</i>	6	2	3	2	13
32		<i>Stichaster striatus</i>	0	2	0	0	2
33		<i>Heliaster helianthus</i>	1	0	0	1	2
34		<i>Luidia magellanica</i>	1	0	0	1	2
35		<i>Patallus mollis</i>	0	3	0	3	6
36	Brachiopoda	<i>Discinisca lamellosa</i>	4	1	0	1	6
37	Chordata-	<i>Aplidium peruvianum</i>	0	0	2	1	3
38	Tunicata	<i>Piura chilensis</i>	48	26	1	7	82
Total de invertebrados por estación			5059	3930	904	1810	11703

Figura 6. Abundancia de invertebrados por grupo taxonómico. Comparación de dos sectores, uno con influencia de la pesca ilegal con explosivos (isla Chilca, Pucusana) y otro sin dicha influencia (acantilados de Santa María). Estratos de profundidad considerados de 2, 5, 10 y 15 m.



Análisis multivariado y significancia de similitud

El análisis multivariado permutado de la varianza (PERMANOVA), comparando las comunidades de invertebrados de las estaciones con y sin influencia de explosivos, dio un p-valor de 0.0007 (p-valor es < 0.05), lo que demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas en la abundancia y diversidad al comparar los datos acumulados de las estaciones con y sin explosivos.

El análisis de similitud de SIMPER se encuentra que las especies que más contribuyen porcentualmente a esta diferencia significativa entre comunidades de invertebrados son los choritos *Semimytilus patagonicus*, el caracolito negro *Tegula* spp. y el picoloro blanco *Balanus leavis*, siendo el resto de las especies menos representativas en abundancia. Las especies más abundantes en promedio para las estaciones sin explosivos fueron *Semimytilus patagonicus*, *Tegula* spp. y *Balanus leavis* mientras que para las estaciones con explosivos las especies más abundantes fueron *Tegula* spp., *Balanus leavis* y *Crepipatella dilatata* (Tabla 6).

Tabla 6. Especies de invertebrados registrados y su abundancia. Comparación de dos sectores, uno sin influencia de la pesca ilegal con explosivos (isla Chilca, Pucusana) y otro con dicha influencia (acantilados de Santa María). Estratos de profundidad considerados de 2, 5, 10 y 15 m.

Espece	Disimilitud media	% contribución	% acumulativo	Promedio abundancia en E sin explosivos	Promedio abundancia en E con explosivos
<i>Semimytilus patagonicus</i>	35.9	43.7	43.7	773.0	0.0
<i>Tegula spp</i>	17.2	20.9	64.7	110.0	258.0
<i>Balanus sp.</i>	16.8	20.5	85.1	151.0	36.1
<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	3.5	4.2	89.4	31.0	0.0
<i>Crepidatella dilatata</i>	1.9	2.4	91.7	0.3	22.4
<i>Austromegabalanus psittacus</i>	1.4	1.8	93.5	11.1	7.3
<i>Tetrapygos niger</i>	1.4	1.7	95.1	11.9	5.6
<i>Balanus sp.</i>	0.6	0.7	95.9	4.0	0.1
<i>Xanthochorus buxeus</i>	0.6	0.7	96.6	5.0	0.8
<i>Piura chilensis</i>	0.5	0.6	97.3	9.3	1.0
<i>Phymactis clematis</i>	0.5	0.6	97.9	2.8	2.4
<i>Acanthopleura echinata</i>	0.2	0.3	98.2	1.9	0.6
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	0.2	0.3	98.4	1.6	0.3
<i>Rhynchocinetes typus</i>	0.2	0.2	98.6	2.4	0.0
<i>Arbacia spatuligera</i>	0.2	0.2	98.8	1.0	0.6
<i>Anthothoe chilensis</i>	0.1	0.1	98.9	0.4	0.6
<i>Fissurella latimarginata</i>	0.1	0.1	99.1	0.8	0.5
<i>Discinisca lamellosa</i>	0.1	0.1	99.2	0.6	0.1
<i>Patallus mollis</i>	0.1	0.1	99.3	0.4	0.4
<i>Phymanthea pluvia</i>	0.1	0.1	99.4	0.9	0.3
<i>Stramonita delessertiana</i>	0.1	0.1	99.4	0.5	0.1
<i>Stramonita chocolata</i>	0.1	0.1	99.5	0.3	0.6
<i>Fissurella crassa</i>	0.1	0.1	99.6	0.5	0.0
<i>Tonicia fremblyana</i>	0.1	0.1	99.6	0.6	0.1
<i>Oulactis concinnata</i>	0.0	0.1	99.7	0.4	0.4
<i>Aplidium peruvianum</i>	0.0	0.1	99.8	0.0	0.4
<i>Petrolisthes desmarestii</i>	0.0	0.1	99.8	0.4	0.0
<i>Nassarius dentifer</i>	0.0	0.0	99.8	0.3	0.3
<i>Stichaster striatus</i>	0.0	0.0	99.9	0.3	0.0
<i>Heliaster helianthus</i>	0.0	0.0	99.9	0.1	0.1
<i>Chiton cumingsi</i>	0.0	0.0	99.9	0.3	0.0
<i>Gaudichaudia gaudichaudia</i>	0.0	0.0	99.9	0.1	0.1
<i>Luidia magellanica</i>	0.0	0.0	100.0	0.1	0.1
<i>Caenocentrotus gibbosus</i>	0.0	0.0	100.0	0.3	0.0
<i>Leptogorgia peruviana</i>	0.0	0.0	100.0	0.0	0.1
<i>Eurypanopeus crenatus</i>	0.0	0.0	100.0	0.1	0.0
<i>Aulacomya atra</i>	0.0	0.0	100.0	0.1	0.0
<i>Romaleon setosum</i>	0.0	0.0	100.0	0.1	0.0

El análisis de clasificación jerárquica (Cluster) mostró que no existen diferencias marcadas en la conformación de las comunidades de invertebrados de las estaciones sin explosivos (E1 y E2) con las estaciones con explosivos (E3 y E4), mostrando agrupamientos de estratos de profundidad mezclados. El agrupamiento de similitud más resaltante es el de E1-10m y E2-10m, sumado al E1-15m, que son los lugares donde encontramos una gran abundancia de *Semimytilus patagonicus*. Esta especie también se muestra como dominante en el cluster de abundancia por especie, seguida de *Tegula*, *Balanus leavis* y, en menor grado, por el cangrejo porcelana *Allopetrolisthes punctatus* (Figura 7).

Figura 7. Análisis de clasificación jerárquica (Cluster) para el acumulado de invertebrados de estaciones con explosivos y sin explosivos en Pucusana, considerando los estratos de profundidad de 2, 5, 10, 15 m.

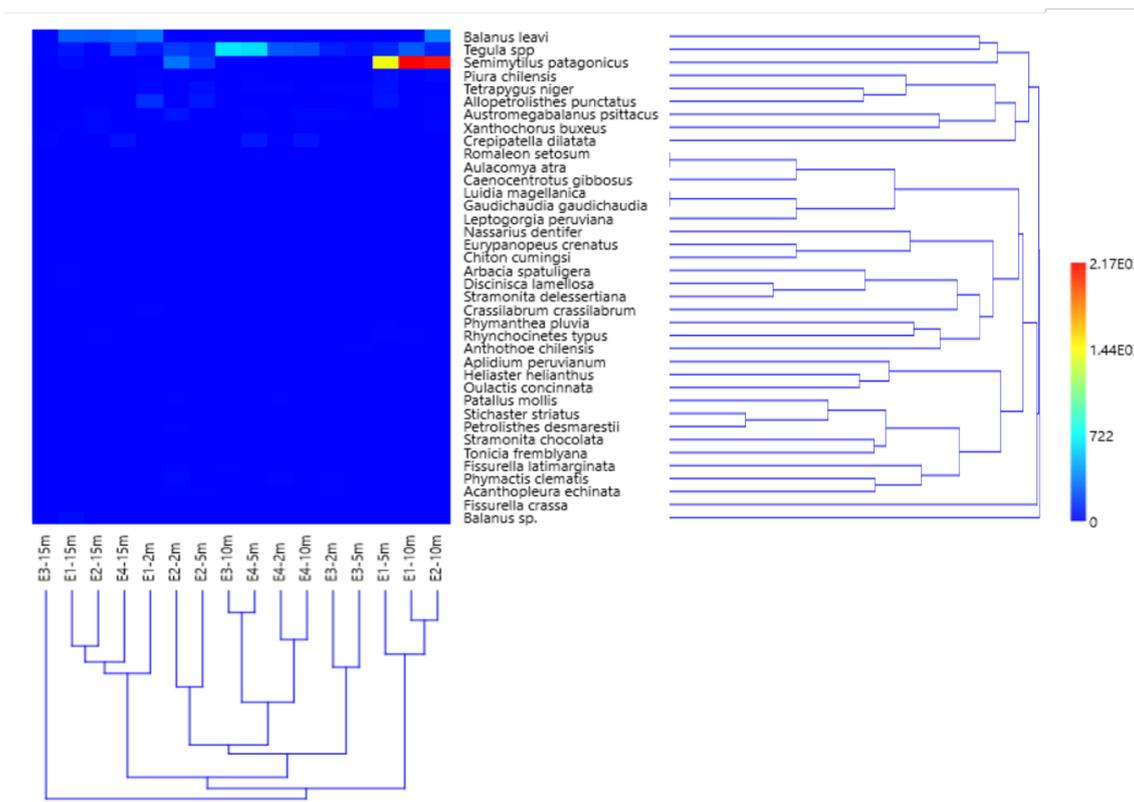
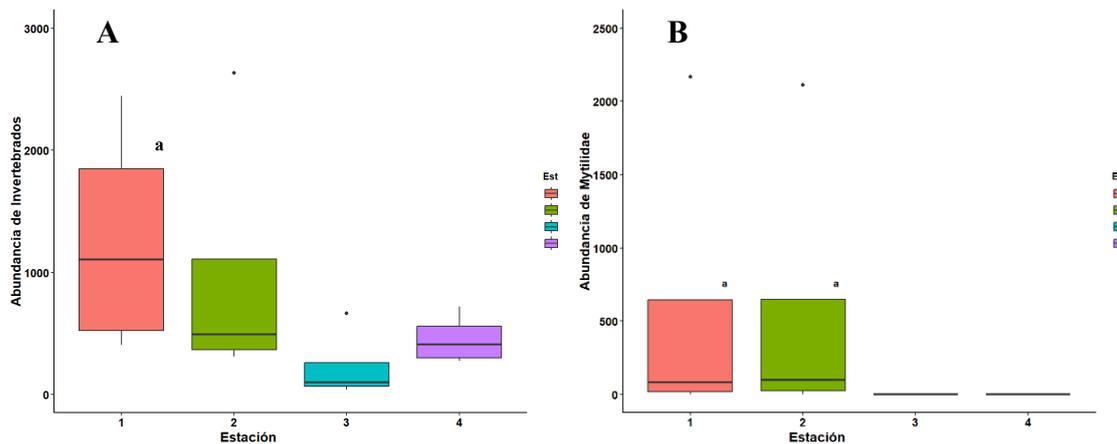


Figura 8. Diferencias estadísticamente significativas entre estaciones muestreadas en términos de abundancia de invertebrados en general (A) y abundancia de mitílidos (Fam. *Mytilidae*) (B). Figura A: a=diferencia con estación 3 ($H(3)=7.25$, $p<0.05$). Figura B: a=diferencias con estaciones 3 ($H(3)=5.875$, $p<0.05$; $H(3)=6.125$, $p<0.05$) y 4 ($H(3)=5.875$, $p<0.05$; $H(3)=6.125$, $p<0.05$).



La prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha=0.05$) mostró que, si bien la distribución de los datos sugiere que la abundancia de invertebrados es mayor en las estaciones sin explosivos con respecto a las estaciones con explosivos, dicha diferencia fue estadísticamente significativa solo en la estación 1 con respecto a la 3 (Figura 8A). La abundancia de mitílidos, en este caso, sí fue clara y significativamente mayor en las estaciones sin explosivos que en las estaciones con explosivos (Figura 9B).

La riqueza de invertebrados presentó diferencias estadísticamente significativas entre las estaciones, pero sin un patrón claramente identificable entre estaciones con y sin explosivos. Este resultado sugiere que las diferencias en abundancia de invertebrados podrían deberse a otras variables ambientales o a características del hábitat. En el caso de la diversidad (H') de invertebrados, no existieron diferencias significativas entre estaciones.

2.2. Paracas

2.2.1. Peces

Composición y abundancia de peces

En las localidades evaluadas de islas Ballestas y la Reserva Nacional de Paracas, registramos un total 10 especies de peces, detectadas en los transectos. De estas, 9 especies se encontraban en localidades sin explosivos y 5 en localidades con explosivos (Anexo 3).

Para analizar y comparar las comunidades de peces en Paracas, en sectores con y sin influencia de la pesca con explosivos, solo consideramos los estratos de 5 y 10 m de profundidad, por estar presentes en todas las estaciones evaluadas.

Del total de peces contabilizados en los transectos a 5 y 10 m de profundidad en ambos sectores (756 individuos), el 89 % corresponde al área libre de explosivos mientras que el 11 % al área con explosivos (Tabla 7).

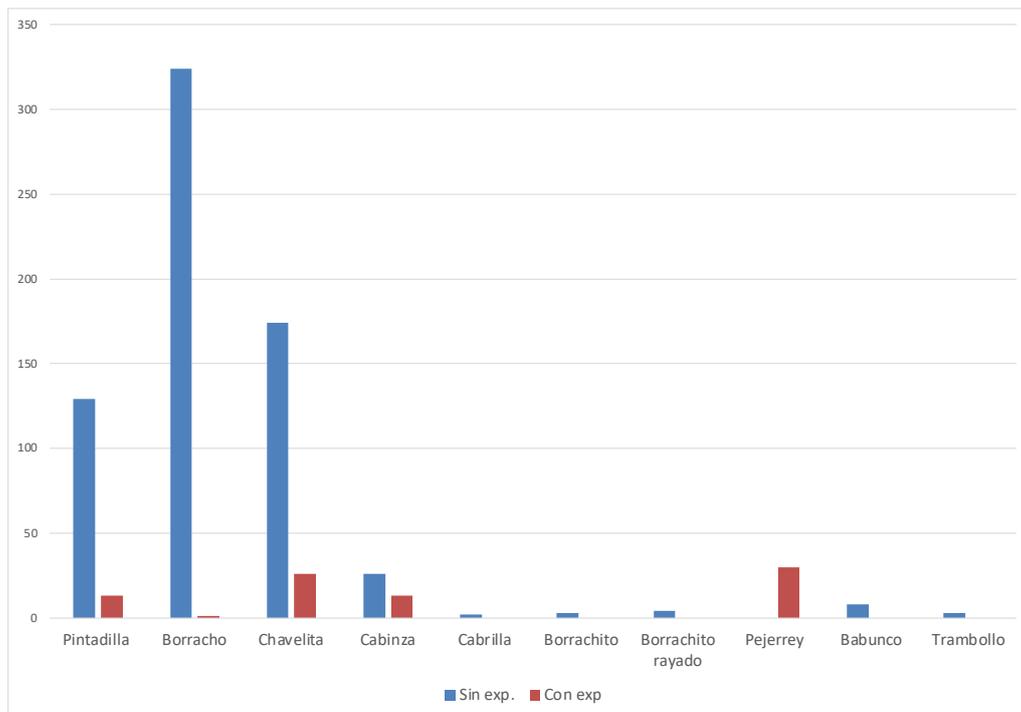
Al comparar la abundancia de los sectores con explosivos y sin ellos, encontramos que la abundancia entre ellas difiere notablemente. Considerando la población total registrada por especie, se encontró que la abundancia en el sector sin explosivos es mayor en borracho *Scartichtys gigas* (99.7%), pintadilla *Cheilodactilus variegatus* (90.8%), chavelita *Chromis crusma* (87%) y cabinza (66.7%) en comparación con el sector con explosivos, donde solo el pejerrey *Odonthestes regia* fue más abundante (100%) pues no estaba presente en el sector sin explosivos (Tabla 7, Figura 9). Otras especies de peces tienen representatividad mínima en la abundancia.

Para los estratos de profundidad analizados, la abundancia de peces en la zona impactada es 88% menor que en la zona no impactada.

Tabla 7. Especies de peces registrados en Paracas y su abundancia. Comparación de dos sectores, uno sin influencia de la pesca ilegal con explosivos y otro con dicha influencia. Estratos de profundidad considerados de 5 y 10 m.

	Nombre común	Especie	Sin Explosivos			Con Explosivos			Total por especie
			E1	E2	E5	E3	E4	E6	
1	Pintadilla	<i>Cheilodactilus variegatus</i>	16	62	51	3	5	5	142
2	Borracho	<i>Scartichtys gigas</i>	25	159	140	0	0	1	325
3	Chavelita	<i>Chromis crusma</i>	21	83	70	11	7	8	200
4	Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	0	3	23	0	9	4	34
5	Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	1	1	0	0	0	0	2
6	Borrachito	<i>Scartichthys viridis</i>	0	3	0	0	0	0	3
7	Borrachito rayado	<i>Hypsoblennius sordidus</i>	0	4	0	0	0	0	4
8	Pejerrey	<i>Odontesthes regia</i>	0	0	0	0	10	20	30
9	Babunco	<i>Doydixodon laerifrons</i>	0	0	8	0	0	0	8
10	Trambollo	<i>Labrisomus philippi</i>	0	0	3	0	0	0	3
Total de peces por estación			63	315	295	14	31	38	756

Figura 9. Abundancia de peces por especie en Paracas. Comparación de dos sectores, uno con influencia de la pesca ilegal con explosivos y otro sin dicha influencia. Estratos de profundidad considerados de 5 y 10 m.



Análisis multivariado y significancia de similitud

El análisis multivariado permutado de la varianza (PERMANOVA), comparando las comunidades totales de peces de las estaciones con y sin influencia de explosivos, dio un p-valor de 0.0019 (p-valor es < 0.05), lo que muestra que existen diferencias estadísticamente significativas en la abundancia y diversidad al comparar los datos acumulados de las estaciones con y sin explosivos.

El análisis de similitud de SIMPER encontró que las especies que más contribuyen porcentualmente a esta diferencia significativa entre comunidades de peces son el *Scartichtys gigas* (47.2%), *Chromis crusma* (21.2%) y *Cheilodactilus variegatus* (18.4%), siendo el resto de las especies poco representativas. Las especies más abundantes en promedio para las estaciones sin explosivos fueron *Scartichtys gigas*, *Chromis crusma* y *Cheilodactilus variegatus*, mientras que para las estaciones con explosivos el promedio de abundancia mayor fue de solo 5 individuos de *Odontesthes regia* (Tabla 8).

El análisis de clasificación jerárquica (Cluster) mostró que existen diferencias importantes entre las comunidades de peces de las estaciones sin explosivos (E1, E2 y E5) con las estaciones con explosivos (E3, E4 y E6), mostrándose agrupadas por separado. Los estratos de 5 y 10 metros de la E2 y E5 mostraron una diversidad y abundancia muy similares, mientras que los estratos de 5 y 10 metros de la E1 se separan un poco de los anteriores y se agrupan por su similitud al tener las mismas especies dominantes que E2 y E5, pero con menor abundancia. Casi todos los estratos de las estaciones con explosivos se agrupan por separado, basando su similitud en la muy baja población de sus componentes. E4 y E6, en el estrato de 10 m, se reúnen por separado por ser los únicos lugares con presencia dominante de *Odontesthes regia*.

En el cluster de abundancia, *Chromis crusma*, *Scartichtys gigas* y *Cheilodactilus variegatus* se presentaron agrupadas por ser las especies más abundantes y con poblaciones parecidas. *Scartichtys gigas* y *S. viridis*, por otro lado, resultaron agrupados por tener poblaciones semejantes y en el mismo estrato (E2-5m). Otras especies se mostraron aisladas por tener pocos especímenes o solo uno y en estaciones distantes (Figura 10).

En la Tabla 9 se presentan los resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis sobre indicadores de peces. Las estaciones E2 (Isla Ballesta Oeste) y E5 (Islote La Mina), ambas sin explosivos, mostraron valores de abundancia (Figura 11A) y riqueza de peces, así como de abundancia de blénidos (Fam. Blennidae) (Figura 11B) significativamente mayores a las estaciones E3 (Islote Culebras), E4 (Punta Lechuza) y E6 (Isla Zárate). La estación E1 (Isla Ballesta Este), sin explosivos,

solo mostró abundancia de peces significativamente mayor a la estación E3, pero mostró abundancia de blénidos significativamente mayor a las estaciones E3 y E4. Por otro lado, no solo no mostró diferencias significativas en riqueza de peces con respecto a las estaciones con explosivos, sino que tuvo valores significativamente menores a la estación E5 sin explosivos.

Figura 10. Análisis de clasificación jerárquica (Cluster) para el acumulado de peces de estaciones con explosivos y sin explosivos en Paracas, considerando los estratos de profundidad de 5 y 10 m.

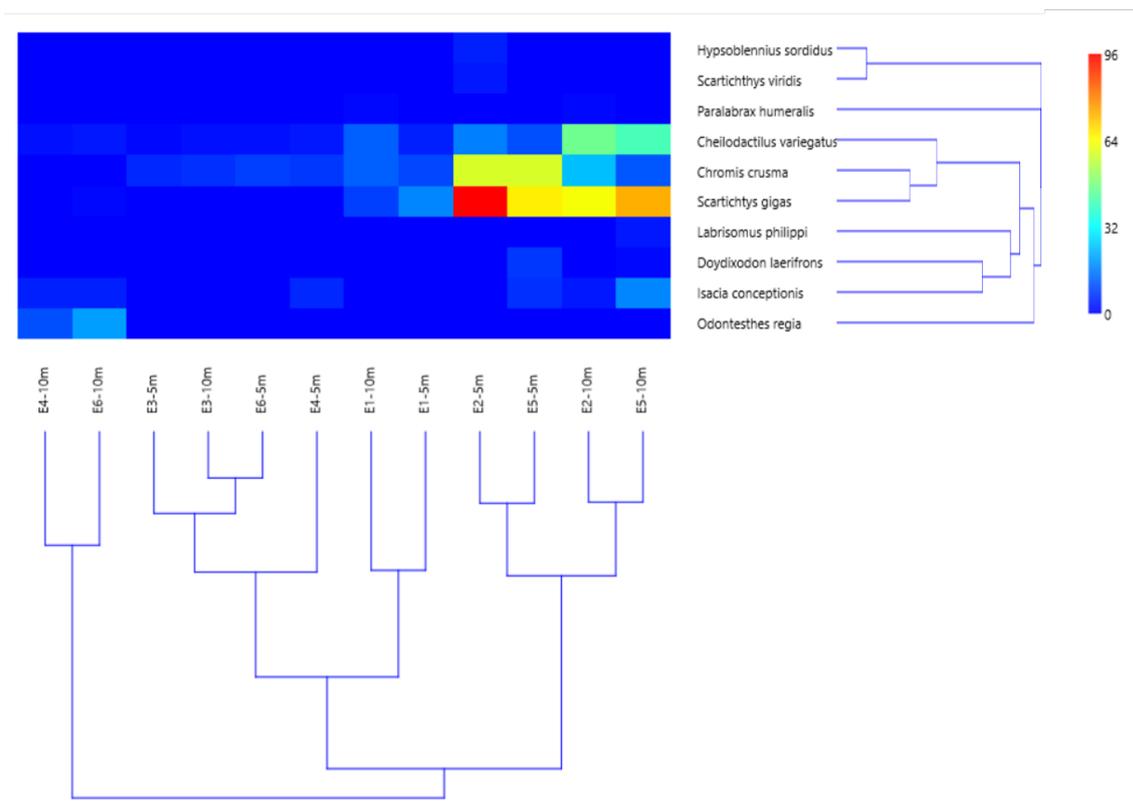


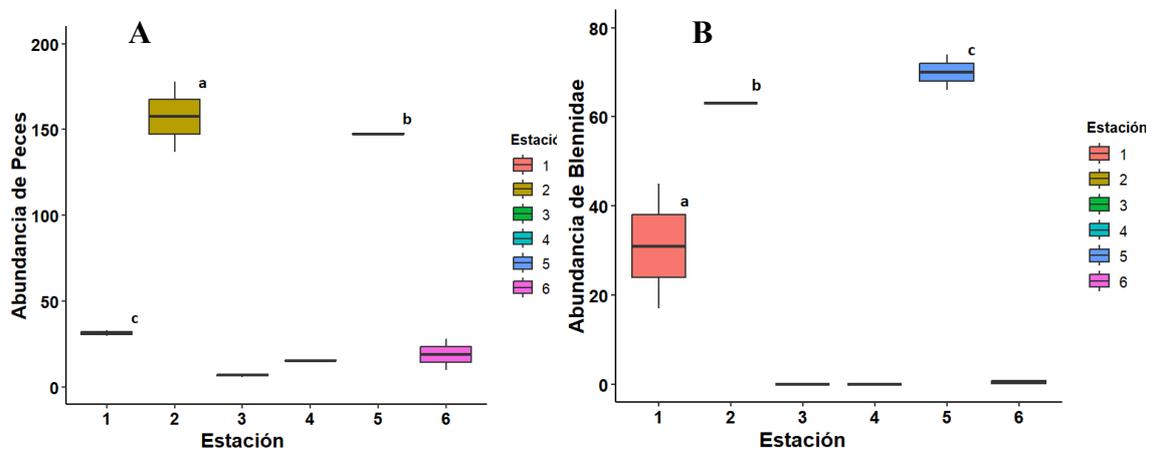
Tabla 8. Resultados del análisis del porcentaje de similitud SIMPER para el acumulado de peces de estaciones con explosivos y sin explosivos en Paracas, considerando los estratos de profundidad de 5 y 10 m.

Especie	Disimilitud media	% contribución	% acumulativo	Promedio abundancia en E sin explosivos	Promedio abundancia en E con explosivos
<i>Scartichtys gigas</i>	39.2	47.2	47.2	54.0	0.2
<i>Chromis crusma</i>	17.6	21.2	68.4	29.0	4.3
<i>Cheilodactilus variegatus</i>	15.3	18.4	86.8	21.5	2.2
<i>Odontesthes regia</i>	4.9	6.0	92.7	0.0	5.0
<i>Isacia conceptionis</i>	3.8	4.6	97.3	4.3	2.2
<i>Doydixodon laerifrons</i>	0.8	1.0	98.3	1.3	0.0
<i>Paralabrax humeralis</i>	0.5	0.6	98.9	0.3	0.0
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	0.3	0.4	99.3	0.7	0.0
<i>Labrisomus philippi</i>	0.3	0.4	99.7	0.5	0.0
<i>Scartichthys viridis</i>	0.3	0.3	100.0	0.5	0.0

Tabla 9. Resultados de pruebas de Kruskal-Wallis sobre peces en Paracas. La tabla muestra, para cada estación, con respecto a cuál otra estación presentó índices significativamente mayores. Exp=reporte de uso de explosivos; Abun. peces= abundancia de peces; Riq. peces=riqueza de especies de peces; Div. peces= diversidad de peces (H'); Abun. blennidae= abundancia de fam. Blennidae. (*)= $p < 0.05$, (**)= $p < 0.01$, (***)= $p < 0.001$.

N°	Estación	Exp.	Abun. peces	Riq. peces	Div. peces	Abun. blennidae
1	Isla Ballestas Este	No	3**	-	3* y 6*	3* y 4*
2	Isla Ballestas Oeste	No	3***, 4** y 6**	3**, 4* y 6*	3* y 6*	3**, 4** y 6**
3	Islote Culebras	Sí	-	-	-	-
4	Punta Lechuza	Sí	-	-	-	-
5	Islote La Mina	No	3***, 4** y 6**	1*, 3**, 4* y 6*	3**, 4* y 6**	3**, 4** y 6**
6	Isla Zárate	Sí	-	-	-	-

Figura 11. Diferencias significativas entre estaciones muestreadas en términos de abundancia de peces en general (A) y abundancia de blénidos (B). Figura A: a=diferencias con estaciones 3 (H(5)=9, $p<0.001$), 4 (H(5)=6, $p<0.01$) y 6 (H(5)=6, $p<0.01$); b=diferencias con estaciones 3 (H(5)=9, $p<0.001$), 4 (H(5)=6, $p<0.01$) y 6 (H(5)=6, $p<0.01$); c=diferencia con estación 3 (H(5)=6, $p<0.01$). Figura B: a=diferencias con estaciones 3 (H(5)=4.5, $p<0.05$) y 4 (H(5)=4.5, $p<0.05$); b=diferencias con estaciones 3 (H(5)=7.5, $p<0.01$), 4 (H(5)=7.5, $p<0.01$) y 6 (H(5)=6, $p<0.01$); c=diferencias con estaciones 3 (H(5)=7.5, $p<0.01$), 4 (H(5)=7.5, $p<0.01$) y 6 (H(5)=6, $p<0.01$).



2.2.2. Invertebrados

Composición y abundancia de invertebrados

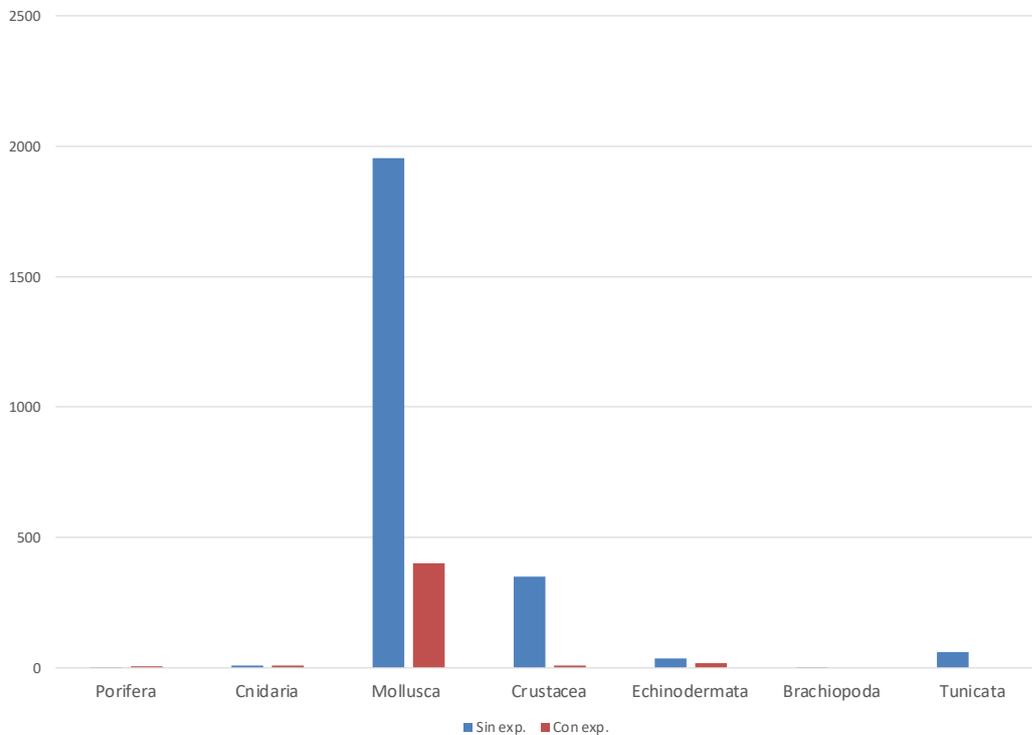
En esta localidad registramos un total de 37 especies de invertebrados (2 esponjas, 4 cnidarios, 16 moluscos, 6 crustáceos, 6 equinodermos, 1 braquiópodo y 2 tunicados). Del total de invertebrados contabilizados (5478), el 91 % corresponde a lugares sin explosivos, mientras que el 9 % a lugares con explosivos (Anexo 4). El estrato de 10 m de profundidad tuvo un total de 2852 invertebrados contabilizados, de los cuales el 84% corresponde a las estaciones sin explosivos, siendo gran parte de ellos choritos. Sin embargo, eliminando a esta especie de las observaciones, no encontramos especies notoriamente dominantes en ninguno de los sectores. Las estaciones sin explosivos (E1, E2 y E5) tuvieron 19 especies de invertebrados, al igual que las estaciones con explosivos (E3, E4 y E6) donde también registramos 19 especies de invertebrados (Tabla 10, Figura 12).

La estación E5 (sin explosivos) fue la única que presentó abundancia de invertebrados notoriamente superior a las otras, debido a que tuvo una gran población de choritos *Semimytilus patagonicus*. La abundancia por grupo taxonómico fue mayor en moluscos y crustáceos. Por otro lado, para casi todos los grupos taxonómicos, las abundancias fueron menores en las estaciones con explosivos (82% menor abundancia de invertebrados).

Tabla 10. Especies de invertebrados registrados y su abundancia. Comparación de dos sectores, uno sin influencia de la pesca ilegal con explosivos y otro con dicha influencia. Estrato de profundidad considerado, solo el de 10 m.

	Phylum	Especie	Sin Explosivos			Con Explosivos			Total por especie
			E1	E2	E5	E3	E4	E6	
1	Porifera	Porifera sp.1	0	0	1	0	0	0	1
2		Porifera sp.2	0	0	0	2	2	2	6
3	Cnidaria	<i>Phymanthea pluvia</i>	1	0	1	0	0	0	2
4		<i>Antholoba achates</i>	0	1	0	0	2	3	7
5		<i>Leptogorgia peruviana</i>	0	0	0	1	0	1	1
6		<i>Anthothoe chilensis</i>	0	0	6	0	0	0	6
7	Mollusca	<i>Diaulula variolata</i>	0	0	0	1	0	2	2
8		<i>Chaetopleura hennahi</i>	0	0	0	1	2	1	5
9		<i>Tonicia fremblyana</i>	0	4	2	0	0	0	6
10		<i>Crepidatella dilatata</i>	8	19	6	53	53	46	185
11		<i>Trochita trochiformis</i>	0	10	4	2	0	0	18
12		<i>Fissurella crassa</i>	0	0	0	0	0	0	0
13		<i>Fissurella latimarginata</i>	0	0	0	0	0	0	0
14		<i>Tritonia sp.</i>	0	0	0	0	0	1	1
15		<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	3	25	2	2	2	0	34
16		<i>Semimytillus patagonicus</i>	0	31	1600	35	35	0	1701
17		<i>Aulacomya atra</i>	0	0	0	0	0	0	0
18		<i>Stramonita chocolata</i>	1	0	1	2	2	0	6
19		<i>Tegula spp</i>	24	76	101	22	22	73	318
20		<i>Tegula quadricostata</i>	0	0	0	13	13	16	42
21		<i>Stramonita delessertiana</i>	0	1	1	0	0	0	2
22	<i>Xanthochorus buxeus</i>	3	0	31	0	0	0	34	
23	Arthropoda-Crustacea	<i>Austromegabalanus psittacus</i>	0	0	0	0	0	0	0
24		<i>Balanus leavi</i>	62	272	14	0	0	0	348
25		<i>Romaleon setosum</i>	0	0	1	1	1	0	3
26		<i>Cancer porteri</i>	0	0	0	0	0	1	1
27		<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	0	0	0	0	0	0	0
28	<i>Petrolisthes desmarestii</i>	0	0	0	2	2	0	4	
29	Echinodermata	<i>Caenocentrotus gibbosus</i>	0	20	0	0	0	0	20
30		<i>Tetrapygyus niger</i>	0	0	0	0	0	0	0
31		<i>Arbacia spatuligera</i>	10	1	4	7	7	3	32
32		<i>Stichaster striatus</i>	0	0	0	0	0	0	0
33		<i>Luidia magellanica</i>	0	0	0	0	0	0	0
34		<i>Patiria chilensis</i>	0	0	0	0	0	1	1
35	Brachiopoda	<i>Discinisca lamellosa</i>	2	0	0	2	2	0	6
36	Chordata-Tunicata	<i>Aplidium peruvianum</i>	0	1	0	0	0	0	1
37		<i>Piura chilensis</i>	1	22	37	0	0	0	59
Total de invertebrados por estación			114	482	1812	147	147	150	2852

Figura 12. Abundancia de invertebrados por grupo taxonómico. Comparación de dos sectores, uno con influencia de la pesca ilegal con y otro sin dicha influencia, en Paracas. Estrato de profundidad considerado de 10 m.



Análisis multivariado y significancia de similitud

Comparando las comunidades de invertebrados del estrato de los 10m de profundidad, el análisis multivariado permutado de la varianza (PERMANOVA), dio un p-valor de 0.1006 (p-valor es > 0.05), lo que muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas en la abundancia y diversidad al comparar los datos acumulados de las estaciones con y sin explosivos. Esto se debería, principalmente, a que ambas áreas presentan el mismo número de especies y muchas de las especies tienen representatividad en ambos sectores.

El análisis de similitud de SIMPER mostró que las especies que más contribuyen porcentualmente a las diferencias entre comunidades de invertebrados, entre áreas con y sin influencia de explosivos, son los choritos *Semimytilus patagonicus*, el picoloro blanco *Balanus leavis* y la lapa *Crepidatella dilatata*, aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas según nos muestra el análisis de PERMANOVA. Otras especies tienen poca contribución porcentual a estas diferencias (Tabla 11).

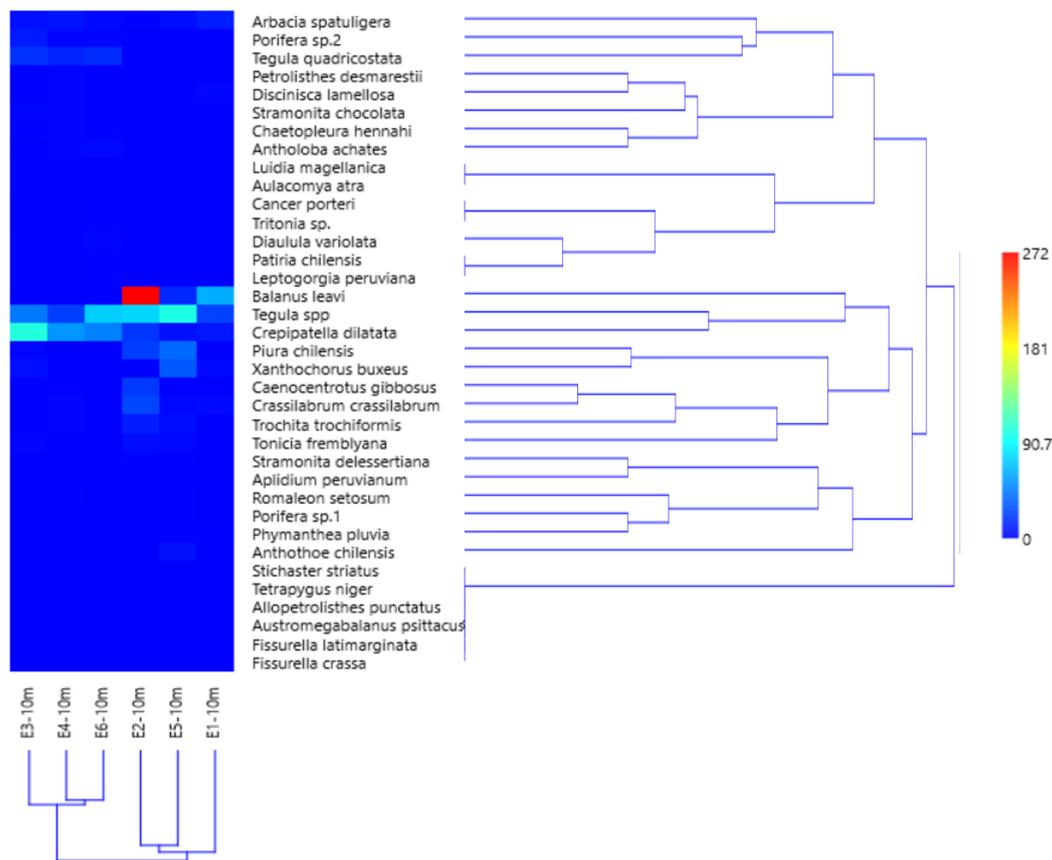
En el análisis de clasificación jerárquica (Cluster), solo se incluyeron datos del estrato de 10 m para todas las estaciones evaluadas. Además, se excluyó a *Semimytilus patagonicus*, para observar los agrupamientos que se generan sin la presencia de esta especie ampliamente dominante en una de las estaciones. Lo que el análisis multivariado de similitud mostró es que las estaciones con impacto de explosivos se parecen mucho, resultando muy próximas en el gráfico y separándose de las estaciones sin explosivos que también se agrupan, pero no de manera tan próxima como las anteriores. Según los datos, la diferencia principal en estos sectores es la abundancia, más no la distribución de las especies en las estaciones ya que, como se muestra en el dendrograma por especies, estas no tienen un patrón de agrupamiento definido (Figura 13).

Tabla 11. Resultados del análisis del porcentaje de similitud SIMPER para el acumulado de invertebrados de las estaciones con explosivos y sin explosivos en Paracas, considerando solo el estrato de 10 m.

Especie	Disimilitud media	% contribución	% acumulativo	Promedio abundancia en E sin explosivos	Promedio abundancia en E con explosivos
<i>Semimytilus patagonicus</i>	29.4	36.8	36.8	544.0	11.7
<i>Balanus leavi</i>	21.8	27.3	64.1	116.0	0.0
<i>Crepipatella dilatata</i>	10.4	13.0	77.1	11.0	67.3
<i>Tegula spp</i>	5.3	6.6	83.7	67.0	46.0
<i>Tegula quadricostata</i>	2.9	3.7	87.4	0.0	15.7
<i>Piura chilensis</i>	1.8	2.2	89.7	19.7	0.7
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	1.6	1.9	91.6	10.0	0.7
<i>Caenocentrotus gibbosus</i>	1.0	1.3	92.9	6.7	0.0
<i>Xanthochorus buxeus</i>	0.9	1.1	94.0	11.3	1.7
<i>Arbacia spatuligera</i>	0.8	1.0	95.1	5.0	5.0
<i>Porifera sp.2</i>	0.8	1.0	96.1	0.0	4.3
<i>Trochita trochiformis</i>	0.6	0.8	96.9	4.7	0.7
<i>Antholoba achates</i>	0.3	0.4	97.3	0.0	1.7
<i>Tonicia fremblyana</i>	0.3	0.3	97.6	2.0	0.7
<i>Chaetopleura hennahi</i>	0.3	0.3	97.9	0.0	1.3
<i>Stramonita chocolata</i>	0.2	0.3	98.2	0.7	1.3
<i>Discinisca lamellosa</i>	0.2	0.3	98.4	0.7	0.7
<i>Diaulula variolata</i>	0.2	0.2	98.7	0.0	1.0
<i>Phymanthea pluvia</i>	0.1	0.2	98.8	0.7	0.0
<i>Petrolisthes desmarestii</i>	0.1	0.2	99.0	0.0	0.7
<i>Patiria chilensis</i>	0.1	0.2	99.2	0.0	0.7
<i>Leptogorgia peruviana</i>	0.1	0.2	99.3	0.0	0.7
<i>Anthothoe chilensis</i>	0.1	0.1	99.4	2.0	0.0
<i>Romaleon setosum</i>	0.1	0.1	99.5	0.3	0.3
<i>Stramonita delessertiana</i>	0.1	0.1	99.6	0.7	0.0
<i>Tritonia sp.</i>	0.1	0.1	99.7	0.0	0.3
<i>Cancer porteri</i>	0.1	0.1	99.8	0.0	0.3
<i>Aulacomya atra</i>	0.1	0.1	99.8	0.0	0.3
<i>Luidia magellanica</i>	0.1	0.1	99.9	0.0	0.3
<i>Aplidium peruvianum</i>	0.1	0.1	100.0	0.3	0.0
<i>Porifera sp.1</i>	0.0	0.0	100.0	0.3	0.0

<i>Tetrapygyus niger</i>	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
<i>Fissurella latimarginata</i>	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
<i>Fissurella crassa</i>	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
<i>Austromegabalanus psittac</i>	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
<i>Stichaster striatus</i>	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0

Figura 13. Análisis de clasificación jerárquica (Cluster) para el acumulado de invertebrados de estaciones con explosivos y sin explosivos en Paracas, excluyendo a *Semimytilus patagonicus* y considerando solo el estrato de profundidad de 10 m.



En los indicadores de riqueza y diversidad (H') de invertebrados, identificamos diferencias estadísticamente significativas entre los estratos de profundidad (Figura 14). El estrato de los 5 m presentó, consistentemente, menor riqueza y diversidad que la cota de los 10 m. Se presume que estas diferencias podrían estar relacionadas al hecho de que los explosivos suelen utilizarse en las zonas de menor profundidad (debido a que el recurso objetivo es la chita, que ocupa los hábitats de menor profundidad), teniendo una mayor disipación de la onda expansiva, y por lo tanto un menor impacto, hacia las áreas de mayor profundidad. Para verificarlo, dividimos los datos entre las estaciones con y sin explosivos, y volvimos a correr el análisis por profundidad, de manera

independiente. El efecto de la profundidad sobre los indicadores de riqueza y diversidad de invertebrados solo fue estadísticamente significativo en las estaciones con explosivos, lo cual es concordante con la hipótesis planteada (Tabla 12).

Figura 14. Diferencias estadísticamente significativas entre estratos de profundidad, en términos de diversidad de invertebrados (H'), para las estaciones con explosivos (A) y sin explosivos (B), agrupadas. Figura A: a=diferencias con cota de 5 metros en estaciones con explosivos ($H(1)=2.5$, $p<0.05$). Figura B: sin diferencias.

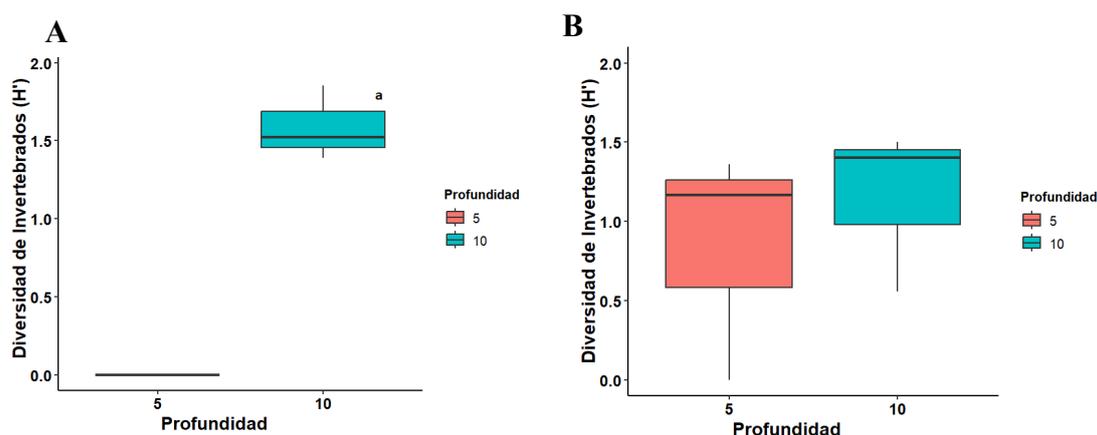


Tabla 12. Resultados de pruebas de Kruskal-Wallis sobre riqueza y diversidad (H') en Paracas. La tabla muestra, para cada combinación entre cota de profundidad y grupo de estaciones (con y sin explosivos), con respecto a cuál otra cota de profundidad se presentaron indicadores significativamente mayores. (*)= $p<0.05$, (**)= $p<0.01$, (***)= $p<0.001$.

Profundidad (m)	Explosivos	Riqueza de invertebrados	Diversidad de invertebrados (H')
5	No	Sin diferencias	Sin diferencias
10	No	Sin diferencias	Sin diferencias
5	Sí	-	-
10	Sí	5m con explosivos*	5 con explosivos*

3. Discusión

La evaluación de las comunidades biológicas de manera integral es fundamental para poder generar información que sirva para estimar el posible impacto de la pesca con explosivos sobre la diversidad y abundancia, tanto de peces como invertebrados. Tal como lo observó Ganoza et al. (2015), el efecto de los explosivos usados para esta actividad puede tener un radio de acción más de 200 m donde aún los peces se ven afectados con daño en branquias y órganos internos. Los autores no evaluaron el impacto sobre los invertebrados, pero el impacto también ocurriría en otros componentes tanto del bentos como del plancton, generando un daño ambiental de gran magnitud y difícil de cuantificar en el tiempo, más aún si se considera que en el plancton se encuentran huevos y larvas de los organismos del ecosistema y futuro de las poblaciones a asentarse en el ambiente litoral.

3.1. Área de estudio

El impacto de la pesca ilegal con explosivos sobre el ambiente marino es difícil de cuantificar porque, al ser ilegal, se realiza de manera oculta y, en especial, en lugares alejados y de difícil acceso. Para poder evaluar el efecto sobre el ambiente subacuático, es necesario llegar a una zona inmediatamente después de que se haya producido la explosión, pero lograr que esto ocurra es poco probable. Experimentar con explosivos sobre ambientes naturales para medir su efecto, evidentemente, no es una práctica posible, por sus implicancias principalmente éticas, pero también ambientales y legales. Por tal motivo, se ideó una manera indirecta de evaluarlo, comparando las comunidades biológicas, tanto de peces como de invertebrados, de sectores donde se tienen registradas actividades constantes de pesca con explosivos con otros sectores que tienen algún grado de protección y se presume no hay impacto de esta actividad ilegal.

La principal especie objetivo de la pesquería con explosivos en Perú es la chita *Anisotremus scapularis*, una especie que suele preferir las zonas de rompientes y aguas tormentosas. Por el peligro que implicaba para el buzo y sus equipos hacer evaluaciones dentro de las zonas de rompientes, no fue objetivo de esta investigación llegar ellas. La evaluación se centró en la comunidad entera hasta donde las condiciones permitían el acceso. Dado que la pesca con explosivos afecta a toda la comunidad, el objetivo del estudio estuvo dirigido a evaluar la riqueza de especies y la abundancia de sus poblaciones, a diferentes profundidades y comparando zonas impactadas con otras que no lo están.

Las áreas con impacto de explosivos se seleccionaron con base en la información brindada por guardaparques de la Reserva Nacional de Paracas (RNP) y de la Reserva Nacional Sistema de Islas, Islotes y Puntas Guaneras (RNSIIPG), quienes, en sus patrullajes y denuncias, tienen marcadas zonas frecuentes donde la actividad ilícita ocurre. También fue de mucha ayuda la información brindada por pescadores del lugar, tanto en Paracas como en Pucusana, quienes dieron con más exactitud los lugares que con frecuencia son afectados por pescadores con explosivos o “bomberos”.

Al no tratarse de una evaluación de biodiversidad total, se eligió el método de cuadrante fotográfico y transecto de video para identificar solo a los componentes biológicos más visibles de las áreas evaluadas, estimar densidades por área y comparar de manera rápida las condiciones generales de las comunidades biológicas.

Para la evaluación, se ha tratado de elegir áreas geográficas lo más parecidas posible para disminuir las diferencias en la composición de las comunidades por características ambientales. El área de la isla de Pucusana y los acantilados de Santa María del Mar se parecen mucho al ser paredes rocosas sobre las cuales el oleaje rompe directamente; sin embargo, bajo el agua, las estaciones de la isla tienen paredes rocosas que se sumergen y dan paso a un área de grandes rocas de derrumbe hasta los 20 metros de profundidad. En los acantilados, en cambio, esta pared no se profundiza tanto bajo el mar y el fondo está compuesto principalmente por acumulación de rocas de derrumbe desde la base del acantilado hasta unos 17 metros de profundidad. En Paracas, las islas Ballestas presentan en la E1 paredes rocosas y rocas de derrumbe hasta los 20 metros de profundidad, a diferencia del resto de estaciones, tanto de la isla (E2) como de la península, que no sobrepasan los 10 o 15 metros de profundidad, lo que también influye en la diversidad. Por este motivo, para los análisis de similitud de comunidades, se seleccionaron solo los estratos de profundidad que son comunes para todas las estaciones de la localidad. Cabe indicar que en algunos sectores no fue posible acceder a los estratos menos profundos por el intenso oleaje que presentaban.

Hay que considerar que incluso las zonas sin uso de explosivos son afectadas por la presión pesquera artesanal que existe en esas localidades. Pucusana y los acantilados de Santa María son zonas sobre las cuales no rige un régimen de manejo pesquero o protección especiales. Esta situación no es muy diferente a la que existe, en la práctica, en Paracas y sus islas circundantes (a pesar de tratarse de un área natural protegida, la pesca artesanal opera con las mismas reglas que en el resto del litoral).

La poca representatividad de las especies de peces comerciales en los transectos puede deberse a que, como hemos mencionado, el esfuerzo pesquero se presume alto y constante sobre estas, tanto en las estaciones donde se emplea explosivos como en las que no. En esensentido, la evaluación de las diferencias en los indicadores de peces no comerciales resulta más relevante, ya que podría responder con mayor grado de probabilidad, al impacto del uso de explosivos.

3.2. Observación sobre las comunidades biológicas

Por la proximidad geográfica, era de esperar que las comunidades de las islas Ballestas tuvieran alguna diferencia estructural con respecto a las de la península de Paracas continental. Sin embargo, si se compara a las comunidades de peces de estaciones sin explosivos de las islas Ballestas, con las de la estación de La Mina, en la península de Paracas, se observa que no existen diferencias importantes en diversidad y abundancia. De ello se deduce que las comunidades de peces empobrecidas de los otros puntos en la península y en la isla Zárate se deben al impacto humano y no a factores ambientales.

En invertebrados sí se observó mayor diferencia estructural de las comunidades, pero es difícil dilucidar si esto ocurre por diferencias ambientales o por impacto antropogénico. Aun así, las comunidades de la estación de La Mina (E5) tienen mucha mayor afinidad con las comunidades de las estaciones no impactadas de las islas Ballestas que con otras estaciones de la península de Paracas impactadas por explosivos. Una de las especies que marca buena parte de esta diferencia entre las estaciones es el chorito *Semimytilus patagonicus*, cuya abundancia es alta solo en zonas no impactadas, tanto en Pucusana como en Paracas. Para poder determinar si estas diferencias son por efecto del uso de explosivos o netamente ambientales, es necesario ampliar los estudios para tener datos estadísticos más representativos o realizar estudios directos de impacto de los explosivos sobre esta especie. Por otro lado, la abundancia de picoloro blanco *Balanus leavis* en algunos lugares y su ausencia en otros, no se puede atribuir a impacto de explosivos pues, por un lado, no hay patrones significativos de ocurrencia y, además, al ser un organismo sésil cuyas conchas se encuentran fuertemente fijadas al sustrato, sería de esperar su presencia con conchas vacías en lugares impactados y no su ausencia total, por lo que se cree que su presencia o ausencia se debe a motivos netamente ambientales.

En los resultados, identificamos diferencias con respecto a la identidad de las especies presentes en estaciones con y sin explosivos. En las áreas impactadas, las especies de peces más abundantes son aquellas que tienen gran capacidad de nado y poca afinidad al lugar, mientras que, en los lugares sin impacto de explosivos, además de estas especies, se registra también especies más

sedentarias, de poca movilidad y costumbres bentónicas. La presencia de peces como las pintadillas *Cheilodactylus variegatus* y chavelitas *Chromis crusma* en zonas impactadas podría explicarse porque estos tienen la capacidad de moverse grandes distancias y posiblemente pueden repoblar en pocos días zonas que han sido afectadas. Las cabinzas y los pejerreyes, al ser pelágicos, también están continuamente trasladándose por diversos sectores y su presencia en un lugar determinado puede ser momentáneo.

Los resultados del estudio sugieren que el impacto es mayor en los peces de fondo y de poca movilidad, que no suelen alejarse de su territorio o nidos. Estas especies serían las que tardarían mucho más tiempo en repoblar un lugar afectado. Si el lugar es impactado con explosivos de manera constante, lo más probable es que estas especies terminen desplazadas y ya no sean parte de la comunidad.

En los resultados, se evidencia que en las zonas que se suponen impactadas, varias especies de peces bentónicos o de fondo tienen poca población o incluso están ausentes. Los más representativos han sido los blénidos, en especial el borracho *Scartichtys gigas*, una especie sumamente abundante en todo hábitat rocoso del litoral de la costa peruana de aguas frías. En Pucusana, la abundancia de borracho en las zonas impactadas era menos de la mitad que la abundancia en las áreas no impactadas. En Paracas, en todas las estaciones sin impacto, este pez ha sido abundante, mientras que, en todas las estaciones impactadas, su presencia ha sido mínima o ha estado completamente ausente, algo que no ocurre en ningún ambiente rocoso sano del ecosistema de Humboldt. Otros blénidos comunes, pero poco abundantes, como *Hypsoblennius sordidus* y *Scartichthys viridis*, tampoco fueron observados en lugares impactados. Un caso peculiar es el trambollo *Labrisomus philippi*, un pez bentónico que solía ser abundante pero que, según nuestras observaciones, ha disminuido notablemente en la última década por la presión de pesca sobre la especie. Este pez solo fue registrado en una de las estaciones sin impacto de Pucusana (E1) con un espécimen adulto, encontrado a 10 metros de profundidad. En Paracas se registró a tres juveniles en la estación sin impacto por explosivos (E5) de La Mina, también en el estrato de 10 metros de profundidad. No se puede asegurar los motivos de su ausencia en otras localidades evaluadas, pero, por su comportamiento parecido al de los blénidos, consideramos que podría verse también afectado por los explosivos. Consideramos que el pez bentónico *Scartichtys gigas* puede ser un excelente indicador de zonas impactadas por explosivos, por lo que próximos estudios deberían considerar esta cualidad.

Las diferencias ambientales, que presentan las estaciones de muestreo evaluadas, están relacionadas principalmente a la profundidad, la existencia de

paredes verticales rocosas, la exposición al oleaje y la abundancia de algas gigantes laminariales, factores que pueden influir en la composición de las comunidades biológicas. Por eso, es tan importante para las evaluaciones identificar indicadores biológicos poco móviles, cuyas poblaciones sean abundantes en la mayoría de los hábitats, y que sean sensibles al impacto de la pesca con explosivos, para así poder identificar rápidamente zonas con impacto de explosivos.

Las diferencias poco significativas entre las zonas identificadas como impactadas por explosivos con las que no lo están en Pucusana, pueden deberse a poca frecuencia con que se usa explosivos en la zona, algo que no pudo ser determinado por falta constante de observadores, a diferencia de Paracas donde guardaparque y pescadores comentan que esta práctica ilegal es muy frecuente.

4. Conclusiones

1. En Pucusana, el análisis PERMANOVA mostró que existen diferencias estadísticamente significativas de abundancia y diversidad de peces entre estaciones con y sin influencia de explosivos, sobre la base de los datos agrupados por localidad. Sin embargo, los análisis por pares de estaciones no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Este resultado sugiere que las diferencias de los indicadores con y sin explosivos no serían notorias a escala pequeña, pero sí resultarían relevantes cuando se analizan a una escala mayor. Esto debe ser tomado en cuenta para siguientes estudios. Por otro lado, la abundancia de blénidos (borrachitos) fue significativamente mayor en una estación (sin explosivos), pero con respecto a estaciones con y sin explosivos.
2. En Pucusana, el análisis PERMANOVA mostró que existen diferencias estadísticamente significativas de abundancia y diversidad de invertebrados entre estaciones con y sin influencia de explosivos, sobre la base de los datos agrupados. Sin embargo, los análisis por pares de estaciones sólo mostraron diferencias significativas de abundancia en una estación (sin explosivos) con respecto a las demás (con y sin explosivos). Sólo la abundancia de mitílidos (choritos) fue clara y significativamente mayor en ambas estaciones sin explosivos y esta especie es la que podría estar influyendo en la significancia mostrada por el análisis agrupado de PERMANOVA. Por otro lado, el análisis por pares de estaciones no mostró diferencias estadísticamente significativas en cuanto a diversidad de invertebrados.
3. En Paracas, el análisis PERMANOVA mostró diferencias estadísticamente significativas en abundancia de peces, entre estaciones con y sin explosivos. Los análisis por pares de estaciones confirmaron que la abundancia de peces fue mayor en las estaciones sin explosivos con respecto a casi todas las estaciones con explosivos. Las diferencias entre pares de estaciones también fueron significativas con respecto a la abundancia de blénidos (borrachitos).
4. En Paracas, el análisis PERMANOVA no mostró diferencias estadísticamente significativas en abundancia de invertebrados, entre estaciones con y sin explosivos. El análisis comparativo por pares de estaciones tampoco mostró diferencias significativas en los indicadores de invertebrados.

5. En Pucusana, para los estratos de profundidad analizados, la abundancia de peces en la zona impactada es 48% menor que en la zona no impactada, mientras que la comunidad de invertebrados de la zona impactada presentó una abundancia 80% menor que la zona no impactada, dato influenciado por la abundancia de mitílidos.
6. En Paracas, para los estratos de profundidad analizados, la abundancia de peces en la zona con uso de explosivos es 88% menor que en la zona sin uso de explosivos, mientras que la comunidad de invertebrados de la zona con uso de explosivos presentó una abundancia 82% menor que la zona sin uso de estos.
7. Las diferencias significativas encontradas en los análisis estadísticos son más evidentes en la comunidad de peces que en la de invertebrados. En sectores impactados se registran principalmente especies de peces que tienen gran capacidad para movilizarse y pueden repoblar zonas afectadas en poco tiempo; sin embargo, se encuentran en menor grado especies bentónicas poco móviles, con poca capacidad de desplazamiento y repoblamiento.
8. La abundancia de blénidos, como el pez borracho *Scartichtys gigas*, puede constituir un buen indicador del impacto de pesca con explosivos, debido a que dicha familia suele presentar alta territorialidad, sedentarismo y escasa capacidad de movilidad.
9. Es importante ampliar los estudios del impacto de la pesca con explosivos sobre la comunidad de invertebrados bentónicos, en especial determinar la vulnerabilidad de los mitílidos (choros) pues son organismos de suma importancia en la alimentación de varias especies de peces comerciales como las chitas, pintadillas y trambollos.
10. La influencia de la pesca con explosivos se da principalmente en las poblaciones de peces, mientras que en los invertebrados no se puede determinar si se debe al impacto de esta pesquería o a condiciones ambientales.
11. Los resultados comparativos muestran que los sectores identificados con uso de explosivos en la Reserva Nacional de Paracas presentan comunidades de peces afectada en su abundancia y diversidad, en comparación con zonas libres de explosivos. El daño aquí producido sobre el ambiente afecta no solo a los pescadores formales, sino también a los objetivos de conservación del Área Natural protegida, agravando aún más el impacto de esta actividad ilegal.

Referencias bibliográficas

Braulik, G., Wittich, A., Macaulay, J., Gordon, J., Gillespie, D., Davenport, t. (2015). Fishing with explosives in Tanzania: spatial distribution and hotspots. WCS Tanzania. 19pp. 10.13140/RG.2.1.1749.2563.

Chan, A. & Hodgson, P. (2017). A systematic analysis of blast fishing in South-East Asia and possible solutions. IEEE Underwater Technology (UT), Busan, Korea (South). pp. 1-6, doi: 10.1109/UT.2017.7890330.

Fox, H. E., & Caldwell, R. L. (2006). Recovery from Blast Fishing on Coral Reefs: A Tale of Two Scales. *Ecological Applications*, 16(5), 1631–1635.

Ganoza, F., Salazar, M., Cornejo, R., Alarcón, J., Chacón, G., Gonzales, A., & Mamani, D. (2015). Detección y monitoreo de la pesca con explosivos. *Inf Inst Mar Perú Vol 42, N° 1*.

Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, D. (2001). Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, issue 1, art. 4: 9pp http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

Hooker, Y. & Gonzales, A. (2012). Capítulo 1: Las plataformas petroleras del norte peruano como centros de biodiversidad y conservación de especies amenazadas. En Blanco, J. (Ed), *Plataformas petroleras marinas como arrecifes artificiales y su implicancia en la pesca artesanal en la zona de Tumbes*. Fundación Zuñiga y Ribero. 171 p. ISBN: 978-612-00-0955-0.

McManus, J. (1993). Modelling the effects of destructive fishing practices on tropical coral reefs. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 94:51-60.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T–Manuales y Tesis SEA*, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Slade, L., Kalangahe, B. (2015). Dynamite fishing in Tanzania. *Mar. Pollut. Bull.* Vol. 101: 491-496.

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2020). Artes y métodos de pesca del Perú. Serie ilustrativa. Lima: SPDA.

Anexos

Anexo 1. Registro total de peces por estratos en las estaciones de muestreo del sector Pucusana-Acantilados de Santa María del Mar.

Peces		E1 - Lobera					E2 - El Dado					E3 - Acantilado				E4 - SantaMaría					
Nombre común	Especie	E1-2m	E1-5m	E1-10m	E1-15m	E1-20m	E2-2m	E2-5m	E2-10m	E2-15m	E2-20m	E3-2m	E3-5m	E3-10m	E3-15m	E4-2m	E4-5m	E4-10m	E4-15m		
1	Pintadilla	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	8	9	4	59	5	12	14	8	9	12	0	1	4	0	2	2	7	3	159
2	Borracho	<i>Scartichtys gigas</i>	5	27	4	0	4	8	22	55	37	12	6	4	16	2	6	5	13	4	230
3	Chavelita	<i>Chromis crusma</i>	21	107	0	0	12	29	21	13	1	70	35	21	0	1	26	30	4	0	391
4	Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	16	31	0	0	8	21	29	123
5	Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
6	Borrachito	<i>Scartichthys viridis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	Chita	<i>Anisotremus scapularis</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
8	Cherlo	<i>Acanthistius pictus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
9	Jerguilla	<i>Aplodactylus punctatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	Burro	<i>Cheilotrema fasciatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	Trambollito 3 aletas	<i>Helcogrammoides cunninghami</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	Trambollo	<i>Labrisomus philippi</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL			38	144	9	59	21	49	58	95	48	94	41	42	53	3	34	45	45	36	

Anexo 2. Registro de invertebrados por estratos en las estaciones de muestreo del sector Pucusana-Acantilados de Santa María del Mar

Invertebrados		E1 - Lobera				E2 - El Dado				E3 - Acantilado 1				E4 - Acantilado 2					
Phylum	Especie	E1-2m	E1-5m	E1-10m	E1-20m	E2-2m	E2-5m	E2-10m	E2-15m	E2-20m	E3-2m	E3-5m	E3-10m	E3-15m	E4-2m	E4-5m	E4-10m	E4-15m	
Cnidaria	<i>Phymactis clematis</i>	2	0	0	0	20	0	0	0	0	7	0	0	0	12	0	0	0	41
	<i>Phymanthea pluvia</i>	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	8
	<i>Oulactis concinnata</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	6
	<i>Leptogorgia peruviana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Anthothoe chilensis</i>	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	8
Mollusca	<i>Acanthopleura echinata</i>	1	1	0	0	8	5	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	20
	<i>Chiton cumingsi</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	<i>Tonicia fremblyana</i>	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
	<i>Crepidatella dilatata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	5	63	50	48	180
	<i>Fissurella crassa</i>	0	0	0	4	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	<i>Fissurella latimarginata</i>	2	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	10
	<i>Nassarius dentifer</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	13
	<i>Semimytilus patagonicus</i>	0	1390	2167	0	330	161	2111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6159
	<i>Aulacomya atra</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Stramonita chocolata</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	8
	<i>Tegula spp</i>	57	105	259	49	172	119	98	6	32	80	48	658	13	242	625	222	175	2960
<i>Stramonita delessertiana</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	
<i>Xanthochorus buxeus</i>	0	0	0	1	0	0	16	21	7	0	0	0	1	0	0	3	2	51	
Arthropoda-Crustacea	<i>Austromegabalanus psittacus</i>	6	2	0	33	55	1	5	18	8	20	7	0	0	10	21	0	186	
	<i>Balanus leavi</i>	320	0	0	92	0	0	370	256	85	0	0	0	12	0	0	0	277	1412
	<i>Balanus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
	<i>Eurypanopeus crenatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Gaudichaudia gaudichaudia</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
	<i>Romaleon setosum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	130	52	0	0	0	60	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	248
	<i>Petrolisthes desmarestii</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Rhynchocinetes typus</i>	0	12	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	
Echinodermata	<i>Caenocentrotus gibbosus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	<i>Tetrapygyus niger</i>	18	41	0	1	0	36	0	0	0	10	12	1	0	9	11	2	0	141
	<i>Arbacia spatuligera</i>	0	1	0	3	0	0	0	2	6	0	0	1	2	0	0	0	2	17
	<i>Stichaster striatus</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	<i>Heliaster helianthus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
	<i>Luidia magellanica</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Patallus mollis</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	
Brachiopoda	<i>Discinisca lamellosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	
Chordata-Tunicata	<i>Aplidium peruvianum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3
	<i>Piura chilensis</i>	11	32	5	0	0	0	26	0	0	0	0	1	0	0	5	2	0	82
		561	1650	2444	185	602	383	2635	310	139	124	74	665	41	276	720	308	506	

Anexo 3. Registro de peces por estratos en las estaciones de muestreo del sector Paracas

Peces		E1 Ballestas					E2-Ballestas			E3-Los Viejos			E4-Lechuza		E5-La Mina		E6-Zarate			
Nombre común	Especie	E1-2m	E1-5m	E1-10m	E1-15m	E1-20m	E2-5m	E2-10m	E2-15m	E3-5m	E3-10m	E3-15m	E4-5m	E4-10m	E5-5m	E5-10m	E6-5m	E6-10m		
1	Pintadilla	<i>Cheilodactilus variegatus</i>	47	4	12	2	1	16	46	2	1	2	7	3	2	10	41	2	3	201
2	Borracho	<i>Scartichthys gigas</i>	45	17	8	4	0	96	63	5	0	0	1	0	0	66	74	0	1	380
3	Chavelita	<i>Chromis crusma</i>	14	9	12	0	2	59	24	0	5	6	0	7	0	59	11	8	0	216
4	Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	14	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	5	4	6	17	0	4	53
5	Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
6	Borrachito	<i>Scartichthys viridis</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7	Borrachito rayado	<i>Hypsoblennius sordidus</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
8	Pejerrey	<i>Odontesthes regia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	20		30
9	Babunco	<i>Doxyodon laeifrons</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0		8
10	Trambollo	<i>Labrisomus philippi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0		3
TOTAL			120	30	33	6	5	178	137	7	6	8	8	15	16	148	147	10	28	



www.spda.org.pe

(511) 612 4700

info@spda.org.pe

Prolongación Arenales 437,
San Isidro, Lima – Perú