PROSPECCIÓN HIDROACÚSTICA DE RECURSOS PESQUEROS EN LAS BAHÍAS EL FERROL Y SAMANCO, CHIMBOTE (MAYO 2022)

HYDROACOUSTIC SURVEY IN EL FERROL AND SAMANCO BAYS, CHIMBOTE (MAY 2022)

Naldi Herrera[1] *Jairo Calderón*[1] *Luis Escudero*[2]
Han Xu[2] *Ángel Perea*[3]

RESUMEN

Herrera, N., Calderón, J., Escudero, L., Xu, H. & Perea, Á. (2024). Prospección hidroacústica de recursos pesqueros en las bahías El Ferrol y Samanco, Chimbote (mayo, 2022). Inf Inst Mar Perú, 51(3), 245-254.- Se presentan los principales resultados de la prospección hidroacústica realizada en las bahías El Ferrol y Samanco durante el otoño 2022 y las condiciones ambientales que mostraron características frías producto del evento La Niña ocurrido en la costa peruana desde el año 2021. El objetivo de este trabajo fue conocer la distribución espacial de los principales recursos ícticos en ambas bahías. De acuerdo a la información acústica, la anchoveta (*Engraulis ringens*) y la lorna (*Sciaena deliciosa*) presentaron amplia distribución con núcleos de alta concentración, mientras que el pejerrey (*Odontesthes regia*), la mojarrilla (*Menticirrhus* sp.) y el mismis (*Stellifer minor*) presentaron menor distribución y se localizaron primordialmente en el centro de ambas bahías. En la bahía El Ferrol, la estructura de tallas de anchoveta y lorna estuvieron conformadas mayormente por ejemplares adultos (moda 13,5 cm y 22 cm de LT, respectivamente), mientras que en bahía Samanco se encontraron ejemplares juveniles (moda de 14 cm LT). Las condiciones oceanográficas fueron propicias para encontrar a los recursos pesqueros en concentraciones mayores.

Palabras clave: bahías El Ferrol y Samanco, recursos pesqueros, batimetría

ABSTRACT

Herrera, N., Calderón J., Escudero, L., Xu, H. & Perea, Á. (2024). Hydroacoustic survey in El Ferrol and Samanco Bays, Chimbote (May 2022). Inf Inst Mar Peru, 51(3), 245-254.- This paper presents the main findings from the hydroacoustic survey conducted in El Ferrol and Samanco Bays during the autumn of 2022, as well as the environmental conditions that displayed cold characteristics due to the La Niña event that has been affecting the Peruvian coast since 2021. This study aims to determine the spatial distribution of key fish resources in both bays. According to acoustic data, *Engraulis ringens* and *Sciaena deliciosa* showed a wide distribution with high-density cores. On the other hand, *Odontesthes regia*, *Menticirrhus* sp., and *Stellifer minor* exhibited a more restricted distribution, primarily concentrated in the central areas of both bays. In El Ferrol Bay, the size distribution of *E. ringens* and S. deliciosa mainly comprised adult specimens (mode 13.5 cm and 22 cm TL, respectively), whereas Samanco Bay contained juvenile specimens (mode of 14 cm TL). The oceanographic conditions were favorable for finding these fishery resources in higher concentrations.

Keywords: El Ferrol and Samanco Bays, fishery resources, bathymetry

1. INTRODUCCIÓN

La bahía El Ferrol, también llamada bahía de Chimbote y la bahía Samanco, se encuentran localizadas en la provincia del Santa, Región Áncash, en la costa norte- centro del Perú. En la bahía El Ferrol se desarrollaba una importante pesquería artesanal, la cual fue alterada por los procesos de contaminación que se produjeron por el desarrollo de la industria de harina de pescado desde mediados del siglo XX.

El Laboratorio Costero de Imarpe-Chimbote, periódicamente desarrolla actividades y proyectos orientados a estudiar los principales recursos marinos vivos y su medio ambiente, con el objetivo de conseguir la información necesaria para lograr un manejo adecuado de dichos recursos en las diferentes pesquerías. En ese sentido, estudios realizados en la bahía El Ferrol determinaron que los niveles de contaminación aumentaron como consecuencia del incremento de la actividad industrial pesquera, además del vertimiento de aguas de uso doméstico y agrícola (Tresierra aguilar *et al.*, 2007). Además, Ganoza *et al*. (2020) determinaron que en la bahía predomina sedimento de grano fino con textura de fango que alcanza hasta 2,5 m de espesor, princi-

1 Instituto del Mar del Perú, DGIHSA, AF Hidroacústica, nherrera@imarpe.gob.pe
2 Instituto del Mar del Perú, AF Sensoramiento Remoto, lescudero@imarpe.gob.pe
3 Instituto del Mar del Perú, Laboratorio Costero de Chimbote, aperea@imarpe.gob.pe

palmente en áreas someras protegidas cerca de la línea de costa. En tanto Loayza Aguilar (2022) indica que la recuperación ambiental integral de la bahía, significaría que se promueva la recreación y el turismo ecológico y con ello una serie de actividades económicas.

Por otro lado, las imágenes de satélite nos permiten realizar una mejor observación espacial y temporal del medio ambiente, como es el caso de los satélites SENTINEL 3A/3B lanzados en 2016 y 2018, respectivamente, por el programa COPERNICUS de la Agencia Espacial Europea (ESA) que dan especial atención al estudio de los océanos, cuyo sensor OLCI (*Ocean and Land Colour Instrument*) está diseñado para efectuar observaciones de pigmentos, clorofila, sedimentos, mareas rojas, turbidez, entre otros productos que permiten monitorear el planeta a una resolución espacial de 300 metros para comprenderlo mejor y hacer frente a los efectos del cambio climático (Lamquin *et al*., 2020). Entre los principales productos que genera este satélite, están las imágenes de concentración de clorofila-*a* de mediana resolución espacial (aproximadamente 300 m), la temperatura superficial del mar, la radiación fotosintéticamente disponible (PAR), entre otros.

Este estudio tiene como objetivo presentar la distribución de los principales recursos ícticos y su relación con los parámetros ambientales, obtenidos en la prospección realizada en ambas bahías, del 03 al 12 de mayo 2022.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. La prospección hidroacústica comprendió las bahías de El Ferrol y Samanco localizadas entre 09°09,94'S, 78°60,62'W y 09°27,68'S, 78°50,20'W.El trabajo se desarrolló a bordo de la embarcación pesquera artesanal YESNARA I con matrícula CE-15826-BM, cuyas dimensiones fueron: eslora 7,32 m, manga 2,74 m y puntal 1,74 m; la embarcación fue acondicionada para realizar el rastreo acústico y lances de pesca (Fig. 1). Se trabajó con una red cortina de diferentes tamaños de malla, también denominada red multipaneles (tamaños de malla de 1" a 5"), de superficie y/o de fondo.

Diseño del muestro. El muestreo acústico fue sistemático mediante transectos paralelos de longitud variable de 2 a 3 mn, con separación promedio entre 0,3 y 0,6 mn. En total se rastrearon 81 mn.

Sistema acústico. El sistema de detección acústico utilizado fue una ecosonda científica SIMRAD EK60, con un transductor *Split beam*, con frecuencia de 120 kHz, instalada en un blíster de acero por la banda de babor de la embarcación.

Se realizó la calibración del sistema acústico de acuerdo a Kongsberg Maritime AS (2012), cuyos lineamientos permiten el uso cuantitativo de las mediciones acústicas basados en la medición de la reflectividad de un blanco estándar (de cobre o tungsteno) suspendido bajo el haz del transductor (Foote, 1983) cuya fuerza de blanco (TS, *Target Strenght*) es conocida.

Figura 1.- Embarcación pesquera artesanal YESNARA I

Rastreo acústico. En la bahía Samanco, se inició frente a playa Tangón (sur) terminando frente a la playa Lancon, rastreándose 46 mn. En El Ferrol, se inició frente a playa Viento hasta la altura de La Bocana Chica (altura de muelle Minerales) con 35 mn rastreadas (Fig. 2).

La Unidad Básica de Muestreo (UBM; Simmonds & MacLennan, 2005) fue 0,25 millas náuticas, la velocidad media de barrido acústico fue 5,5 nudos. Los lances de pesca se realizaron en base a la detección de ecotrazos derivados del rastreo acústico.

En el procesamiento de la información acústica, se utilizó el programa Echoview v10, como herramienta de análisis para la detección del fondo marino e identificación de los registros. Para el procesamiento y análisis de la información acústica, se siguió a Castillo *et al*. (2009). El procedimiento para el mapeo de datos se efectuó en el programa de interpolación y geoestadística Surfer versión 19 (Gutiérrez Torero, 1997). La información batimétrica y valores ecointegrados (VE) derivados de la discriminación de especies se obtuvieron del programa Echoview en ficheros con formato CSV y fueron interpolados con el método de Krigeo.

Información biológica. La información de composición taxonómica y estructura de tallas fue obtenida de las capturas en los lances de pesca. Se efectuaron 21 lances (10 en la bahía Samanco y 11 en El Ferrol), con una red cortina de diferentes tamaños de malla, también llamada red multipaneles (tamaño de malla de 1" a 5") de superficie y/o de fondo.

Imágenes de satélite Sentinel 3A/OLCI. Recae en el sensor OLCI (*Ocean and Land Colour Instrument*) que es un espectrómetro de mediana resolución de 21 bandas espectrales (Tabla 1) con rangos de longitud de onda desde 400 nm (visible) hasta 1020 nm (infrarrojo cercano), que genera la variable de clorofila-*a* utilizando los algoritmos

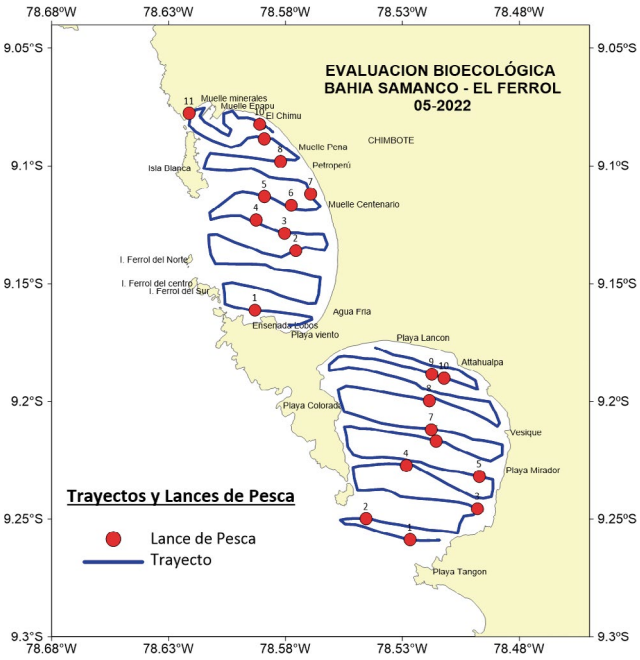

Figura 2.- Carta de trayectos y lances de pesca

semi-analítico OC4Me – MBR (*Maximum Band Ratio*) desarrollado por Morel *et al.* (2007a, b).

$$Chl_a = 10^{(a+bR+cR^2+dR^3+eR^4)}$$

$$R = \log_{10}\left\{max\left[\left(\frac{R_{rs443}}{R_{rs560}}\right),\left(\frac{R_{rs490}}{R_{rs560}}\right),\left(\frac{R_{rs510}}{R_{rs560}}\right)\right]\right\}$$

R = valor máximo entre las razones de bandas (en log10).

Rrs = Reflectancia espectral (longitud de onda: 443 nm, 490 nm, 510 nm y 560 nm).

Donde los coeficientes (a, b, c, d y e) están determinados en Morel *et al.* (2007b) y corresponden a:

a: 0,4502748
b: - 3,259491
c: 3,522731
d: - 3,359422
e: 0,949586

Tabla 1.- Características y aplicaciones de las bandas espectrales utilizadas del sensor OLCI

Banda	Longitud de onda (nm)	Ancho de banda (nm)	Resolución (km) nadir/borde	Aplicaciones
Oa03	442,5	10	0,27/0,75	Máxima absorción de clorofila, biogeoquímica y de vegetación
Oa04	490			Alta concentración de clorofila
Oa05	510			Clorofila, sedimentos, turbidez y marea roja
Oa06	560			Clorofila de referencia

La información proviene de la interface online EUMESAT Copernicus https://eoportal.eumetsat.int/ y es de nivel L2: *Ocean product*. Se adquirió una serie de imágenes de los satélites Sentinel 3A/3B, en la cual, la imagen del día 11 de mayo del 2022 representa una mínima nubosidad de la zona:

S3A_OL_2_WFR__20220511T150503_20220511T150803_20220513T031136_0179_085_139_3060_MAR_O_NT_003.SEN3.

Donde:

S3A : SENTINEL-3A
OL : OLCI
2 : NIVEL 2
WFR : *Full Resolution ocean color, Water and atmosphere parameters*
20220511 : 11 de mayo 2022
T150503 : 15:08:03 horas (UTC)

El procesamiento de las imágenes de satélite consiste en la corrección geométrica, el escalamiento de los datos y el corte de área de interés utilizando el lenguaje de programación IDL (*Integrated Development Language*) v8.8.

3. RESULTADOS

Condiciones ambientales superficiales

La temperatura superficial del mar (TSM) en ambas bahías fluctuó entre 14,8 y 18,9 °C, la temperatura más baja se registró en El Ferrol (14,8 °C), mientras que en Samanco varió de 17,2 a 18,9 °C (Fig. 3).

La salinidad superficial del mar (SSM) varió de 34,54 a 35,22 en ambas bahías, los valores más bajos se registraron en El Ferrol (34,54 a 34,61) cercanos al desembarcadero artesanal, mientras que en Samanco varió de 34,94 a 35,20 (Fig. 4).

El Oxígeno Superficial del Mar (OSM) fluctuó de 0,0 a 3,92 mL/L en las dos bahías, los valores mínimos se registraron en la bahía El Ferrol alrededor del desembarcadero artesanal, mientras que en la bahía Samanco el oxígeno fue más estable, con valores de 1,08 a 3,78 mL/L (Fig. 5).

La distribución de clorofila-*a* (Fig. 6), muestra que en ambas bahías se registraron concentraciones altas (superiores a 6 mg/m^3); sin embargo, en

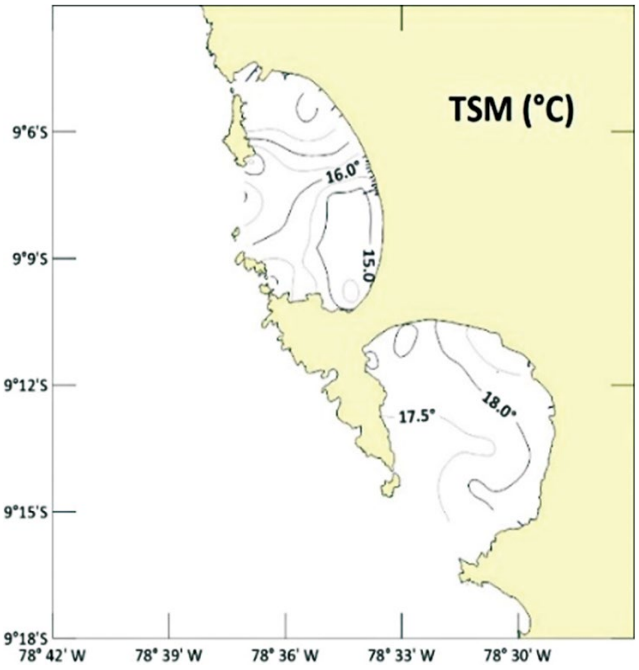

Figura 3.- Temperatura Superficial del Mar (TSM)

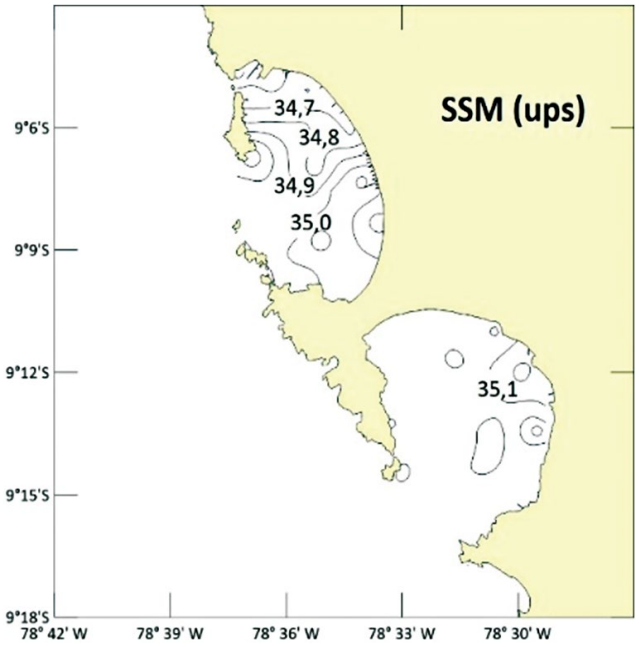

Figura 4.- Salinidad Superficial del Mar (SSM)

El Ferrol se apreció mayor intensidad, principalmente en zonas cercanas a la línea de costa.

Lances de pesca

Se realizaron 21 lances de comprobación utilizando redes de enmalle multipaneles de superficie y fondo, siguiendo la configuración de los ecotrazos: 10 lances se realizaron en la bahía de Samanco del 04 al 07 de mayo y 11 lances en El Ferrol del 08 al 12 de mayo (Fig. 2).

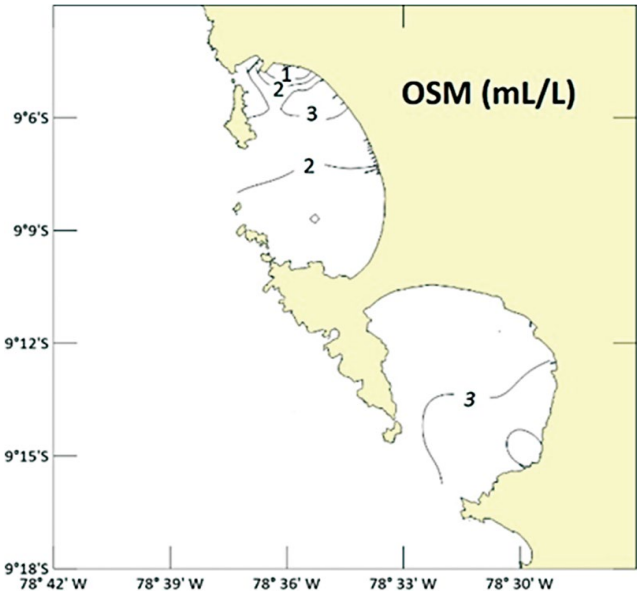

Figura 5.- Oxígeno Superficial del Mar (OSM)

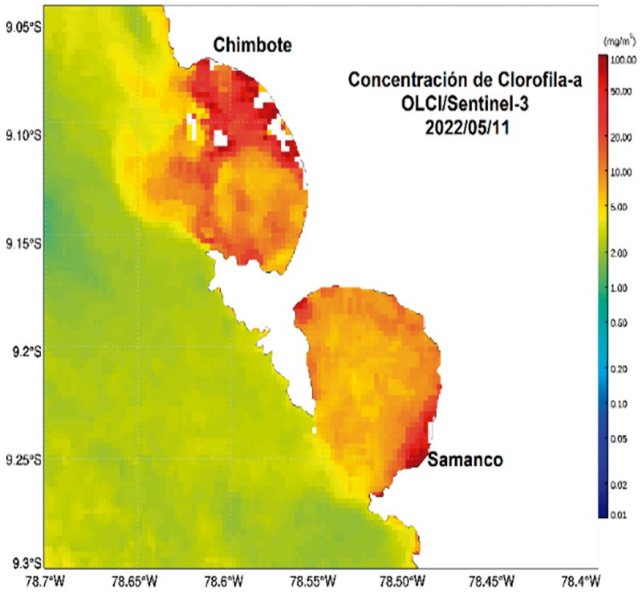

Figura 6.- Concentración de Clorofila-*a*

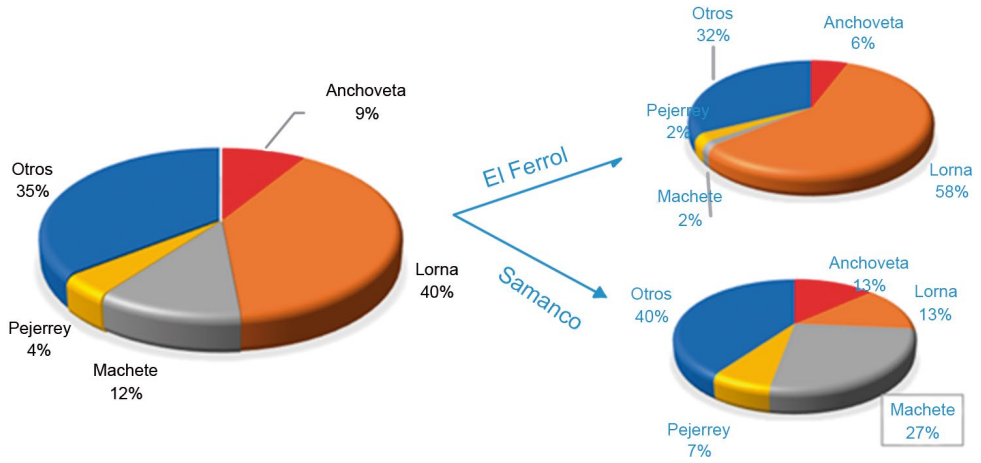

Figura 7.- Composición de las capturas en las bahías El Ferrol y Samanco, Chimbote

Capturas

En ambas bahías, se capturaron 52,363 kg, de los cuales 40% corresponde a la lorna, seguido del machete 12%, anchoveta 9% y pejerrey 4%. En la categoría "otros" encontramos a samasa, chilindrina, lisa, bagre, pámpano, etc. (Fig. 7). Mientras que, en El Ferrol predominó la captura de lorna (58%), en Samanco predominó el machete (27%). La Tabla 2 muestra la composición de las capturas por lance y por bahía.

Estructura de tallas

Lorna (*Sciaena deliciosa*). Se muestrearon 228 ejemplares, correspondiendo 150 a El Ferrol y 78 a Samanco. El rango de tallas en El Ferrol varió de 10 a 29 cm, con moda de 22 cm; en la bahía Samanco se encontraron ejemplares de 11 a 18 cm, con moda de 14 cm (Fig. 8).

Machete (*Ethmidium maculatum*). Se analizaron 54 ejemplares de la bahía de Samanco, cuyas tallas variaron de 21 a 27 cm, registrando dos modas en 23 y 26 cm (Fig. 9).

Anchoveta (*Engraulis ringens*). Se muestrearon 259 ejemplares, de los cuales 84 correspondieron a la bahía El Ferrol y 175 a Samanco. En general el rango de tallas varió de 8,5 a 17 cm, con moda en 14 cm. En la bahía de Samanco la talla varió de 9,5 a 15,5 cm y moda de 13,5; en El Ferrol fluctuaron de 12 a 17 cm con moda de 14 cm (Fig. 10).

Pejerrey (*Odontesthes regia*). En Samanco se analizaron 29 ejemplares de pejerrey, cuya talla varió de 16 a 22 cm y moda en 18,5 cm (Fig. 11).

Tabla 2.- Composición por especies de las capturas en la bahía El Ferrol

Nombre común	Nombre científico	Calas 1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		Total
		Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso
anchoveta	*Engraulis ringens*	21	100	120	3					22	100	120	0,8			1035	21	115	10	320	60,4			1753
samasa	*Anchoa nasus*													20	1,4	30	0,6	15	1,3					65
pejerrey	*Odontesthes regia*											65	0,5	525	35,6	30	0,6			75	14,2			695
chilindrina	*Stromateus stellatus*			150	4							125	0,9											275
mojarrilla	*Stellifer minor*			90	3	260	100					245	1,8	390	26,4	425	8,5							1410
lorna	*Sciaena deliciosa*			2545	72			3050	94			10030	72,8	540	36,6	1285	26	505	44					17955
cachema	*Cynoscion analis*			630	18							2550	18,5											3180
misho	*Menticirrhus elegans*							210	6			380	2,8			1620	32	505	44					2715
bagre	*Galeichthys peruvianus*															280	5,6			135	25,5	1810	100	2225
lisa	*Mugil cephalus*											120	0,8											120
machete	*Ethmidium maculatum*											145	1,1			290	5,8							435
	TOTAL	21		3535		260		3260		22		13780		1475		4995		1140		530		1810		30828

Tabla 2.- Composición por especies de las capturas en la bahía Samanco

Nombre común	Nombre científico	Calas 1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		Total
		Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso	%	Peso
anchoveta	*Engraulis ringens*	54	6	888	67					1767	42					120	1,6					2829
samasa	*Anchoa nasus*					13	1,9			45	1,1					320	4,2					378
pejerrey	*Odontesthes regia*	870	94	430	33	102	15	40	100			55	9,7									1497
caballa	*Scomber japonicus*					348	51									230	3					578
chilindrina	*Stromateus stellatus*									145	3,5	155	27,4			135	3	470	12	105	10	1010
mojarrilla	*Stellifer minor*													80	7,9	80	1,8					160
lorna	*Sciaena deliciosa*					220	32			435	10	35	6,3	930	92	430	1	565	14	250	23	2865
cachema	*Cynoscion analis*									110	2,6						5,6	790	19			900
machete	*Ethmidium maculatum*											320	56,6			3675	48	1523	37	480	45	5998
misho	*Menticirrhus elongatus*									1695	40					915	12	195	4.8			2805
bagre	*Galeichthys peruvianus*															1720	23					1720
pámpano	*Peprilus snyderi*																			240	22	240
bonito	*Sarda chilensis*																	555	14			555
	TOTAL	924		1318		683		40		4197		565		1010		7625		4098		1075		21535	**52363**

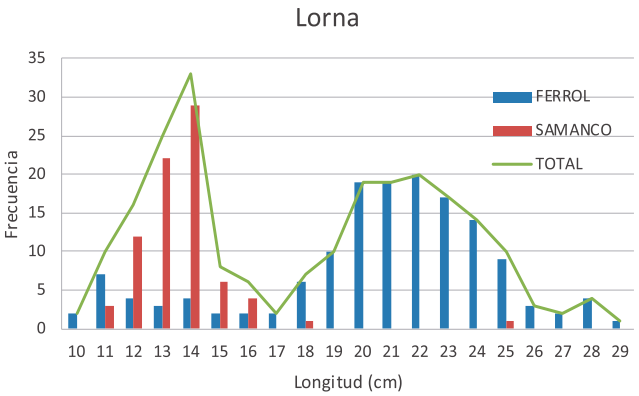

Figura 8.- Estructura de tallas de lorna

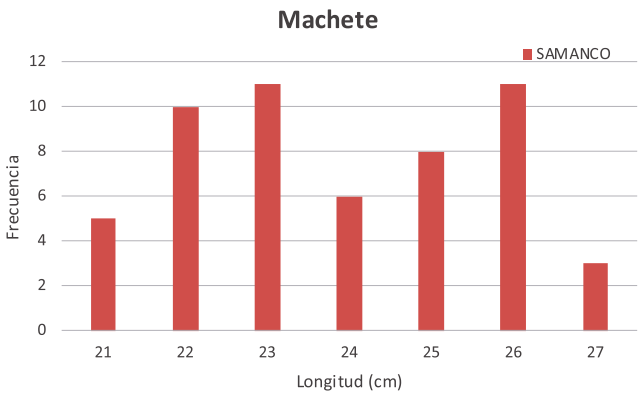

Figura 9.- Estructura de tallas del machete

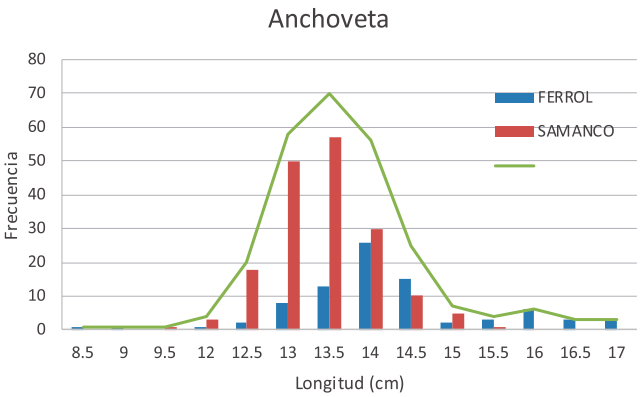

Figura 10.- Estructura de tallas de la anchoveta

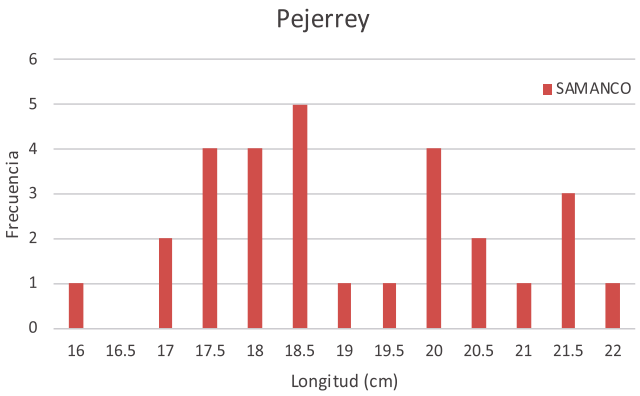

Figura 11.- Estructura de tallas del pejerrey

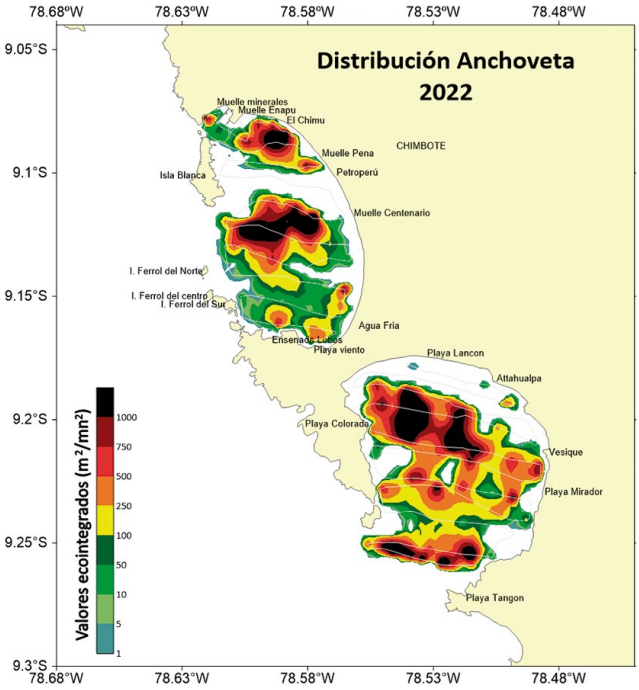

Figura 12.- Distribución de anchoveta

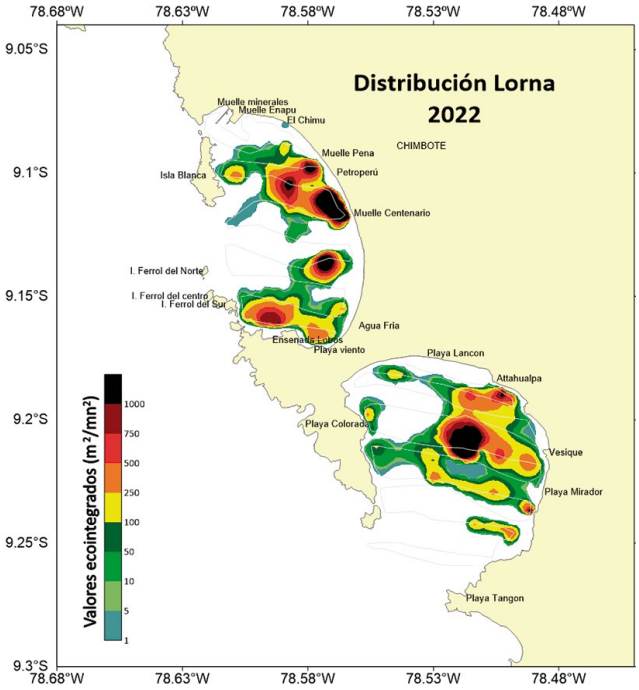

Figura 13.- Distribución de lorna

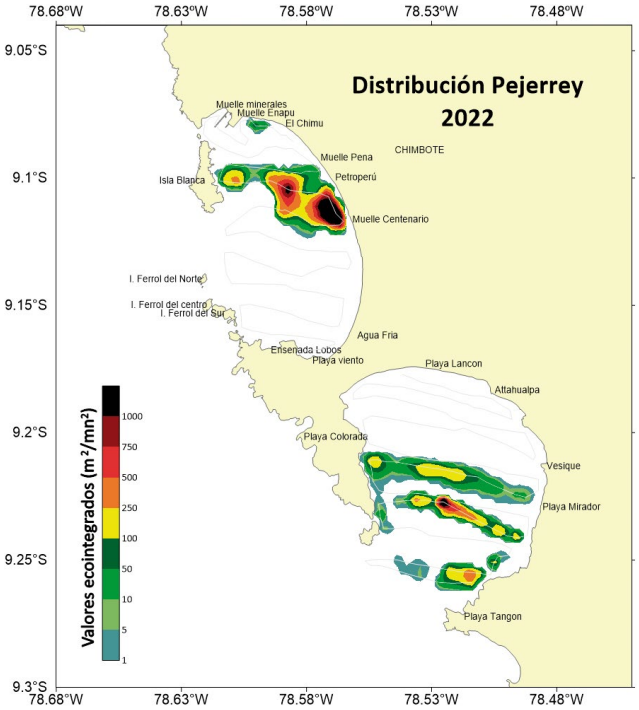

Figura 14.- Distribución de pejerrey

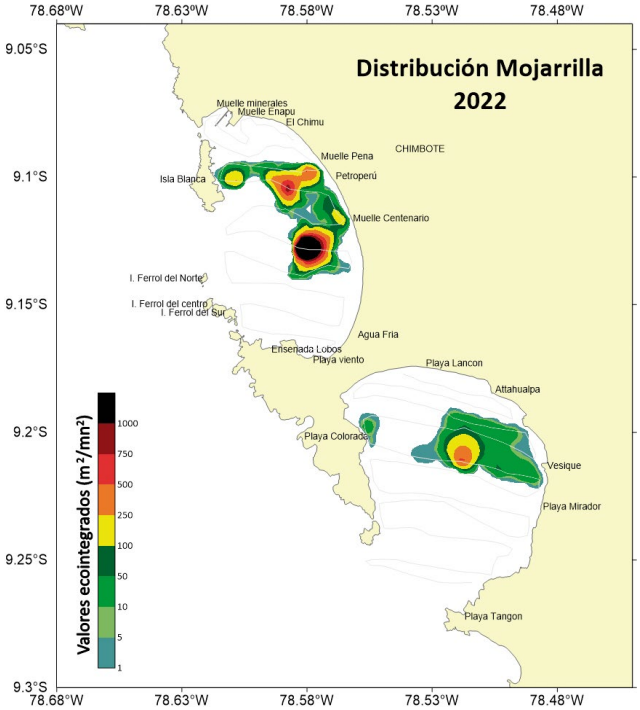

Figura 15.- Distribución de mojarrilla

Distribución de recursos

Anchoveta. En la bahía El Ferrol se pudo observar presencia de dos concentraciones muy densas (valores ecointegrados- VE > 1000 m^2/mn^2) en la zona central y norte de la bahía, con predominio de concentraciones dispersas (de 10 a 50 m^2/mn^2). Mientras que, en Samanco predominaron concentraciones continuas y muy densas que abarcaron la mayor parte de la bahía (Fig. 12).

Lorna. En ambas bahías predominaron concentraciones dispersas (VE entre 10 a 50 m^2/mn^2), con pequeños núcleos de muy alta concentración (VE > 1000 m^2/mn^2) frente al muelle Centenario

en la bahía El Ferrol y en el centro de la bahía de Samanco (Fig. 13).

Pejerrey. Su distribución fue muy dispersa en ambas bahías (VE entre 10 a 50 m^2/mn^2), solo se observó un pequeño núcleo de alta concentración (VE > 1000 m^2/mn^2) frente al muelle Centenario (Fig. 14).

Mojarrilla. Este recurso presentó distribución muy dispersa en ambas bahías (VE entre 10 a 50 m^2/mn^2), solo se observó un pequeño núcleo de alta concentración (VE > 1000 m^2/mn^2) frente al muelle Centenario en la bahía El Ferrol (Fig. 15).

Mismis. En El Ferrol, presentó distribución de intensidad muy dispersa (VE entre 10 a 50 m^2/mn^2), solo se observó un pequeño núcleo de alta concentración frente al depósito de Petroperú. En la bahía Samanco, se registró distribuciones muy tensas (VE > 500 m^2/mn^2) en forma de franjas que abarcaron la bahía con orientación horizontal (Fig. 16).

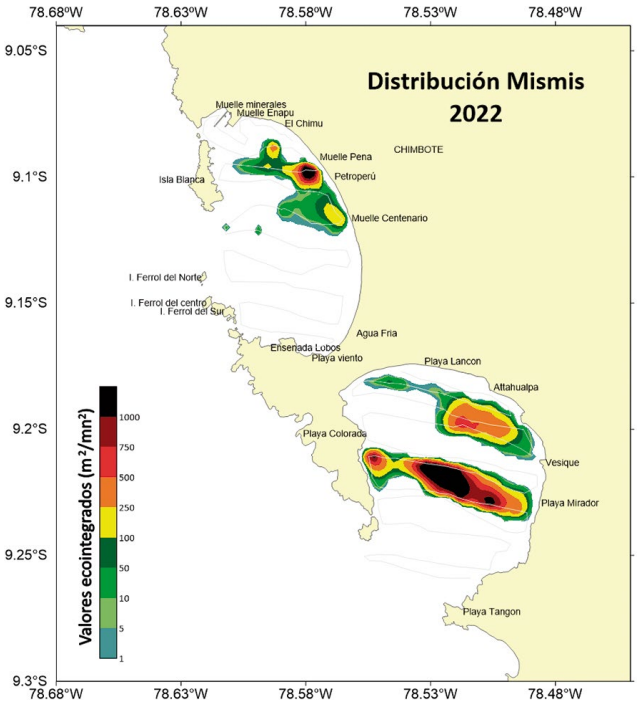

Figura 16.- Distribución de mismis

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la prospección muestran que, las condiciones ambientales frías con características del evento La Niña 2021-22 favorecieron la presencia de los recursos pesqueros en ambas bahías, concordando con los resultados obtenidos durante el crucero de evaluación Cr.2102-04, cuando se observó que la anchoveta fue la especie de mayor abundancia en la costa peruana (Castillo *et al.*, 2022).

Es importante destacar que, de los registros acústicos en la bahía de El Ferrol, frente a la zona del depósito de Petroperú a 0,72 mn de distancia, se observó un trazo con una estructura diferente desde el fondo hacia la superficie, que induce a suponer una posible fuga de uno de los emisores submarinos en la bahía, para lo cual se necesitaría un estudio más específico (Fig. 17).

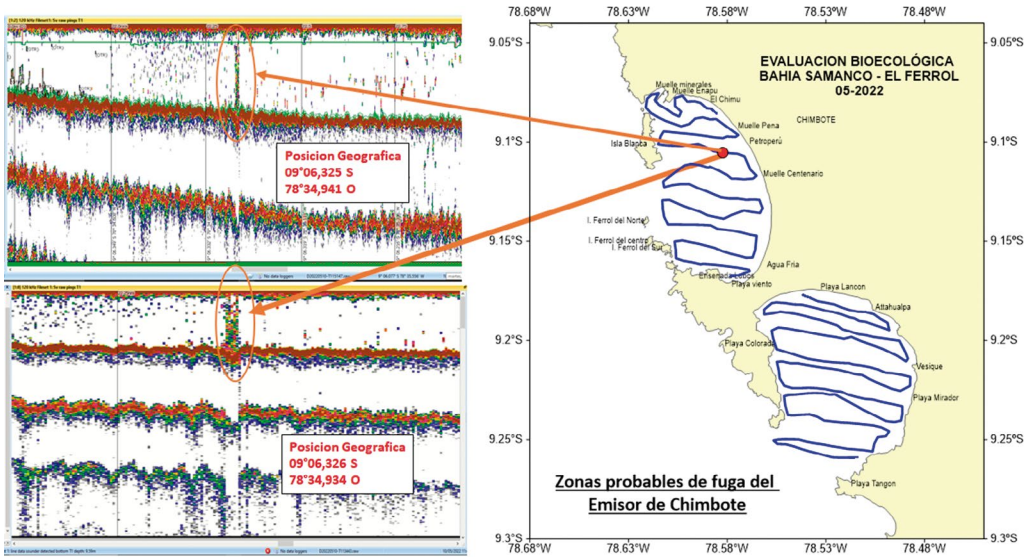

Figura 17.- Zona probable de fuga de emisor Chimbote

Al efectuar el análisis comparativo de los datos de la batimetría obtenidos de la ecosonda EK60 con los del modelo Etopo 2022 cuya resolución es de 15 arc sec (aproximadamente 450 m), se obtuvo una alta correlación (R = 0,846) que posibilitaría utilizar esta información para los estudios de zonas costeras. (Fig. 18).

Los estudios que Imarpe viene desarrollando en las bahías de El Ferrol y Samanco permitirán generar indicadores biológicos pesqueros para el desarrollo de proyecciones de los recursos costeros frente al cambio climático.

5. CONCLUSIONES

La temperatura superficial del mar, en ambas bahías, fluctuó entre 14,8 y 18,9 °C, la más baja se registró en El Ferrol (14,8 °C), mientras que en Samanco varió de 17,2 a 18,9 °C.

La salinidad superficial del mar varió de 34,54 a 35,22 en ambas bahías, los valores más bajos se registraron en El Ferrol (34,54 a 34,61) cercanos al desembarcadero artesanal, mientras que en Samanco varió de 34,94 a 35,20.

El Oxígeno Superficial del Mar fluctuó de 0,0 a 3,92 mL/L en las dos bahías, los valores mínimos se registraron en El Ferrol alrededor del desembarcadero artesanal, mientras que en Samanco osciló de 1,08 a 3,78 mL/L.

La distribución de clorofila-*a*, en ambas bahías, mostraron concentraciones altas (superiores a 6 mg/m^3); sin embargo, en El Ferrol se apreció mayor intensidad, principalmente en zonas cercanas a la línea de costa.

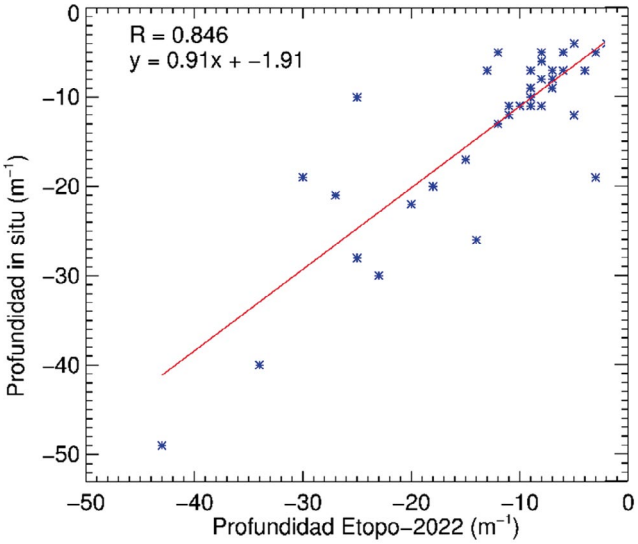

Figura 18.- Diagrama de dispersión de los valores batimétricos

En la prospección hidroacústica en las bahías de El Ferrol y Samanco, se pudo detectar densidades significantes con valores ecointegrados (VE) > 1000 m^2/mn^2 de recursos pesqueros, principalmente de anchoveta, lorna, pejerrey, mojarrilla y mismis.

Los principales recursos capturados en los lances de pesca fueron: lorna, anchoveta, machete y pejerrey; en el grupo "otros" se encontró samasa, chilindrina, mojarrilla, cachema, bagre, lisa, caballa, mismis, bagre, pámpano y bonito, en menor proporción.

En Samanco se pudo apreciar mayor densidad de ejemplares adultos de anchoveta (13,5 cm de moda).

Los datos de batimetría del modelo Etopo 2022 se ajustan muy bien a los registrados con la información acústica "*in situ*", implicando que existe alta correlación entre ambas fuentes.

6. REFERENCIAS

Castillo, P. R., Peraltilla, S., Aliaga, A., Flores, M., Ballon, M., Calderón, J. & Gutiérrez, M. (2009). Protocolo técnico para la evaluación acústica de las áreas de distribución y abundancia de recursos pelágicos en el mar peruano. Versión 2009. *Inf Inst Mar Perú*, *36*(1-2), 7–28. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2001

Castillo, P. R., Valdez, C., Grados, D., Pozada, M., Cuadros. G., Paz, A., Cornejo, R. & Escudero, L. (2022). Distribución y biomasa de los principales recursos pelágicos determinados por acústica, verano-otoño 2021. *Inf Inst Mar Perú*, *49*(2), 175-192. https://hdl.handle.net/20.500.12958/4777

Foote, K. G. (1983). Maintaining precision calibrations with optimal copper spheres. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *73*, 1054-1063. https://doi.org/10.1121/1.389153

Ganoza, F., Guzmán, M., García, V., Enríquez, E. & Velasco, F. (2020). Condiciones ambientales y sedimentológicas en la bahía Ferrol, Chimbote. Junio 2002. *Bol Inst Mar Perú*, *35*(2), 304-334. https://hdl.handle.net/20.500.12958/3493

Gutiérrez Torero, M. (1997). Aplicación de software de interpolación en las evaluaciones hidroacústicas de la biomasa y distribución de recursos pelágicos. *Inf Prog Inst Mar Perú*, (67), 21-30. https://hdl.handle.net/20.500.12958/1316

Kongsberg Maritime AS. (2012). *Reference manual Simrad EK60 Scientific echo sounder*. SIMRAD.

Lamquin, N., Clerc, S., Bourg, L. & Donlon, C. (2020). OLCI A/B tandem phase analysis, part 1: Level 1 homogenization and harmonization. *Remote Sensing*, *12*(11), 1804. https://doi.org/10.3390/rs12111804

Loayza Aguilar, R. (2022). Avances en la recuperación ambiental de la bahía El Ferrol (Chimbote-Perú): evaluación rápida. *Arnaldoa*, *29*(2), 319-332. http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.292.29108

Morel, A., Gentili, B., Claustre, H., Babin, M., Bricaud, A., Ras, J. & Tiéche, F. (2007a). Optical Properties of the "clearest" natural waters. *Limnol. Oceanogr.*, *52*(1), 217-229. https://doi.org/10.4319/lo.2007.52.1.0217

Morel, A., Huot, Y., Gentili, B., Werdell, P. J., Hooker, S. B. & Franz, B. A. (2007b). Examining the consistency of products derived from various ocean color sensor in open ocean (Case 1) waters in the perspective of a multi-sensor approach. *Remote Sensing of Environment*, *111*(1), 69-88. https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.03.012

Simmonds, J. & MacLennan, D. (2005). *Fisheries Acoustics. Theory and Practice* (2° ed.). Blackwell Science.

Tresierra Aguilar, A., García Nolazco, V., Huerto Renjifo, M., Berrú Paz, P., Reyes Andrade, D. & Cervantes Renjifo, C. (2007). Bahía El Ferrol, Chimbote, Perú: Una visión integral de sus recursos vivos y su ambiente, 2001-2005. *Inf Inst Mar Perú*, *34*(1), 25-68. https://hdl.handle.net/20.500.12958/2322