



ISSN 0378-7702

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

Volumen 34

Número 3

- **Crucero de evaluación de la biomasa desovante de la anchoveta en la zona norte-centro del mar peruano ($3^{\circ}30'$ a $15^{\circ}S$) por el Método de Producción de Huevos (MPH) durante el invierno 2002**

- **Ballena Bryde *Balaenoptera brydei* (Olsen)**
- **Ambiente marino en Huarney. Otoño 2000**
- **Captura y acondicionamiento en cautiverio de la anchoveta**



Julio - Septiembre 2007

Callao, Perú

PROSPECCIÓN BIOLÓGICO-PESQUERA Y CALIDAD DEL AMBIENTE MARINO EN HUARMEY, ÁNCASH. OTOÑO 2000

FISHERY BIOLOGICAL SURVEY AND ENVIRONMENTAL QUALITY IN HUARMEY, ANCASH. AUTUMN 2000

Jorge Tam¹ Francisco Ganoza² Rita Orozco³

RESUMEN

TAM J, GANOZA F, OROZCO R. 2007. *Prospección biológico – pesquera y calidad del ambiente marino en Huarney, Áncash. Otoño 2000. Inf. Inst. Mar Perú 34(3):255-268.*- Frente a la zona de Huarney (10°00'S y 10°08'S), hasta 5,0 mn de la costa, en mayo 2000, se determinó la distribución, concentración y características biológicas, de los recursos costeros y su relación con las condiciones ambientales y la calidad del medio marino. El oxígeno, los sulfuros y el pH se enmarcaron dentro de los requisitos de calidad acuática (Clases V, VI) de la Ley General de Aguas (LGA). Sin embargo, los niveles de oxígeno disuelto se pueden considerar bajos y están asociados a las aguas frías. Las grasas y aceites alcanzaron un promedio de 3,29 mg/L, y el máximo (4,60 mg/L) se detectó frente a Puerto Huarney. El valor medio de los sólidos totales suspendidos a nivel superficial fue de 98,22 mg/L, ligeramente menor que el estipulado por la LGA (100 mg/L). La distribución de los recursos neríticos fue dispersa en casi toda el área prospectada; las mejores concentraciones se registraron replegadas a la franja costera. Verticalmente los cardúmenes se ubicaron entre 3 a 21 m. Además de aves se determinó la presencia de tres especies de peces, cinco moluscos y un crustáceo.- Las observaciones submarinas no hallaron alteraciones en el sustrato rocoso, ni presencia de detritos o materia orgánica en general, de origen reciente. Los cambios estacionales, el enfriamiento generalizado y la escasa disponibilidad de alimento en el área, explican la relativa ausencia de recursos marinos en toda el área costera, especialmente los pelágicos (sardina, jurel y caballa); y no los factores de orden local como la contaminación. El uso de explosivos, si se diera el caso, no tiene efectos negativos sobre la distribución de peces a escalas grandes de espacio y tiempo. La reducción de peces en la zona de Puerto Grande y Huarney se debería, en parte, al estado de recuperación en que se encuentran las especies de aguas frías, luego del evento El Niño 1997-98.

PALABRAS CLAVE: aspectos biológico pesqueros, calidad acuática, otoño 2000, Huarney, Áncash, mar peruano.

ABSTRACT

TAM J, GANOZA F, OROZCO R. 2007. *Fishery biological survey and environmental quality in Huarney, Áncash. Autumn 2000. Inf. Inst. Mar Peru. 34(3):255-268.*- The objective was to determine in front of Huarney area (10°00'S y 10°08'S), up to 5,0 mn off the coast, the distribution, concentration and biological characteristics of the existing coastal resources and their relationships with environmental conditions and the quality of marine media, during May 2000. Oxygen, sulfur and pH were found within the water quality standards (Class V, VI) of the Peruvian General Water Law. However, oxygen levels must be considered low and were associated to cold waters. Oil and greases average value was 3.29 mg/L and the maximum (4.60 mg/L) was found off Huarney harbor. The average value of total suspended solids at surface was 98.22 mg/L, slightly lower than the water quality standard (100 mg/L). The distribution of neritic resources was dispersed in almost all the surveyed area, the highest concentrations were found towards the coastal zone and, vertically, the fish schools were located between 3 and 21 m depth. Besides seabirds, three species of fishes, five mollusks and one crustacean were recorded.- The underwater observations found not any alteration produced in the rocky substrate, nor evidence of organic matter detritus of recent origin. Seasonal changes, the generalized cooling and the scarce food availability in the area, explain the relative absence of resources near the coast, especially the pelagic ones (sardine, horse mackerel and mackerel), and cannot be attributed to local pollution. The use of explosives, whenever it occurred, had no negative effects over the fish distribution at large spatial and temporal scales. The reduction of fishes in the zone of Puerto Grande and Huarney could be due, in part, to the recovery state in which the cold water species were found, after the El Niño 1997-98.

KEYWORDS: fishery biological aspects, water quality, fall 2000, Huarney, Áncash, Peruvian sea.

1 Centro de Investigaciones en Modelado Oceanográfico y Biológico Pesquero. IMARPE.

2 Unidad de Investigación en Tecnología de Detección. IMARPE.

3 Unidad de Investigación en Monitoreo y Gestión Marino Costera. IMARPE.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los lineamientos de política institucional, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) orienta sus esfuerzos a realizar investigaciones de los recursos que sustentan las pesquerías, con el fin de proporcionar bases científicas y técnicas para la explotación óptima y sustentable de los recursos pesqueros, tanto los destinados al consumo humano directo, como los correspondientes a la pesquería industrial.

El desarrollo de la actividad pesquera, industrial, minera, etc. en general influenciadas por las condiciones ambientales (vientos, circulación marina y procesos de afloramiento), hacen de la bahía Huarmey un área costera con ciertas características particulares.

El IMARPE, a solicitud del Ministerio de Pesquería, realizó estudios para evaluar en que medida, las diversas actividades de infraestructura portuaria realizadas en la zona de Huarmey, habrían ocasionado la escasez de especies marinas, incidiendo en forma negativa en la pesca normal de los pescadores artesanales. Se realizó un reconocimiento en el área el 10 de mayo 2000 y se acordó realizar una prospección biológico-pesquera en el área costera adyacente a la bahía de Huarmey y Puerto Grande, entre el 12 y 14 de mayo, con la finalidad de determinar la distribución, concentración y características biológicas de los recursos presentes y su relación con el medio ambiente.

En el presente informe se dan a conocer los resultados de la evaluación de la calidad del ambiente marino, distribución horizontal y vertical de los recursos costeros, observaciones submarinas en la bahía Huarmey, y los efectos del uso de explosivos en la pesca artesanal.

Antecedentes.- El Proyecto ANTAMINA de la Compañía Mine-

ra Antamina (CMA) consiste en el desarrollo de una mina a tajo abierto e instalaciones de procesamiento para la extracción de cobre, zinc, molibdeno y bismuto de un yacimiento situado en el Departamento de Áncash. Se construirá una nueva instalación portuaria cerca de Huarmey (10°5'40" S, 78°10'40" W) para el transporte de los concentrados minerales a clientes internacionales (Figura 1).

El inicio de la producción de la mina está programado para mediados del 2001 y su vida operativa es de 20 años. Para lograr estas metas, la CMA invertirá US\$ 2 millones anuales durante los tres años de la etapa de construcción, con un nivel de mano de obra de hasta 4000 personas.

Los concentrados de cobre y zinc serán bombeados por un mineroducto de 10 pulgadas de diámetro a las instalaciones de descarga en Huarmey, ubicado a 323 km de la mina.

El Estudio de Impacto Ambiental (ESIA) para el Proyecto ANTAMINA fue realizado por la

empresa Klohn Crippen Consultants Ltd. (KC) con sede en Canadá y SVS Ingenieros S.A. con sede en Perú (KC-SVS 1998). El ESIA fue presentado al Ministerio de Energía y Minas (MEM). La CMA gestionó la obtención de tierras (583 ha) para la construcción de las instalaciones portuarias y vertido de efluentes a zonas de regadío, y se encuentra a punto de concluir las negociaciones para recibir una concesión marina para el establecimiento de una "zona de exclusión".

Entre los departamentos de Áncash y Lima (9°30'S - 11°30'S) se encuentran las siguientes 11 caletas: Culebras, Huarmey, Puerto Grande, El Dorado, Cochoy, Puerto Chico, Supe, Caleta Vidal, Végueta, Carquín y Huacho.

Puerto Grande es la caleta más cercana a las instalaciones portuarias de la CMA, por lo que sería la más afectada por las explosiones y otras actividades de construcción y operación minera. En esta caleta ESCUDERO (1997) registró 35 embarcacio-

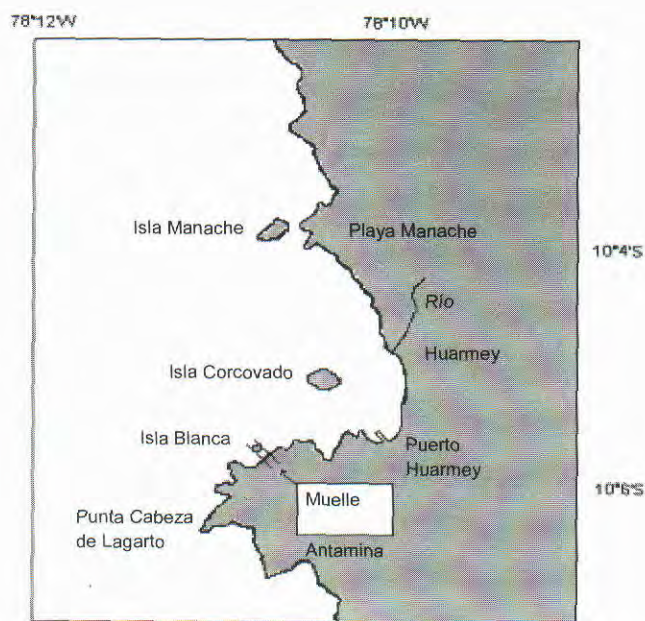


Figura 1.- Ubicación del muelle de la minera Antamina en Huarmey.

Tabla 1. Número de pescadores, embarcaciones y desembarques en la caleta.

Caleta	Pescadores	Embarcaciones	Toneladas
Culebras	256	55	240.324
Huarney	180	25	1.321.779
Puerto Grande	118	35	120.162
Supe	194	38	2.283.073
Végueta	148	92	1.802.426
Huacho	356	145	1.441.941
Chancay	252	78	4.806.470

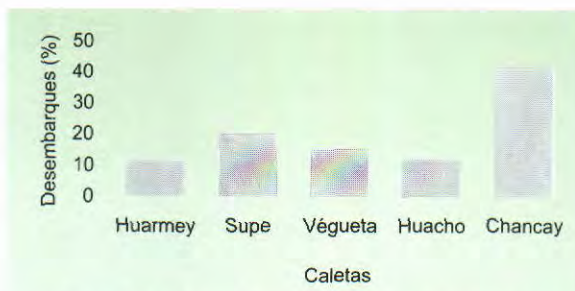


Figura 2.- Desembarque monitoreado por el Laboratorio Costero de IMARPE, Guacho, en 5 caletas de la Región Ancash.

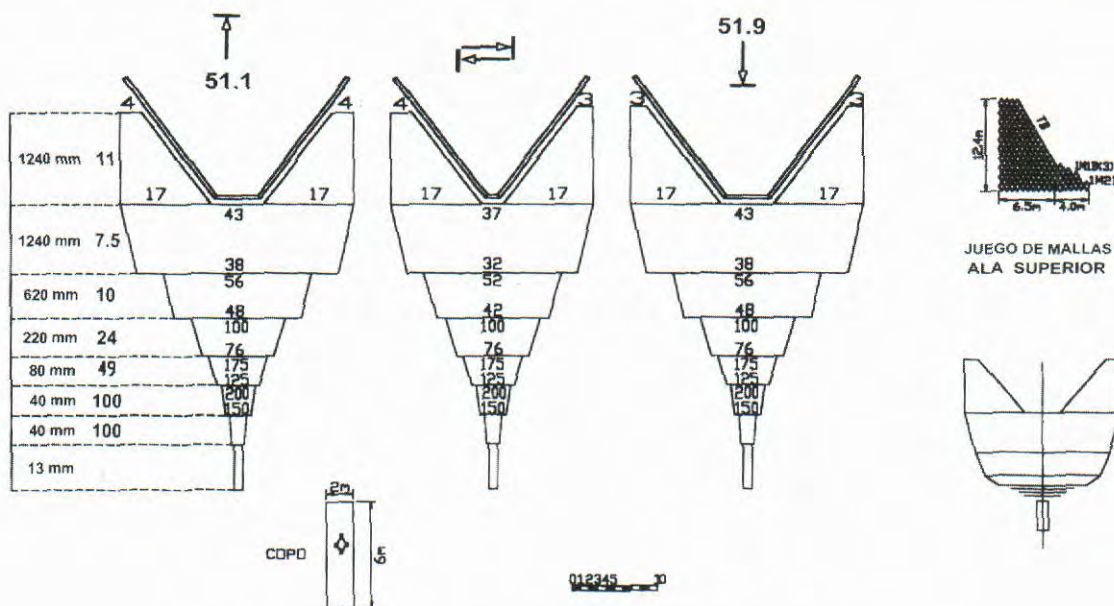


Figura 3.- Red de arrastre pelágica tipo Engel 160/1240.

nes (39% propias) y 118 pescadores (76% con familia), de los cuales el 98 % tiene un tiempo completo de pesca durante todo el año. Entre los problemas que presenta esta caleta, se menciona la interacción con lobos, construcción del muelle, interacción con pesca industrial dentro de las 5 mn, precios bajos de comercialización.

En la Tabla 1 se comparan los desembarques de Huarney con otras caletas cercanas. Chancay recibe los mayores desembarques (40%), luego Supe y Végueta (Figura 2) (ESCUADERO 1997, ESTRELLA et al. 2000).

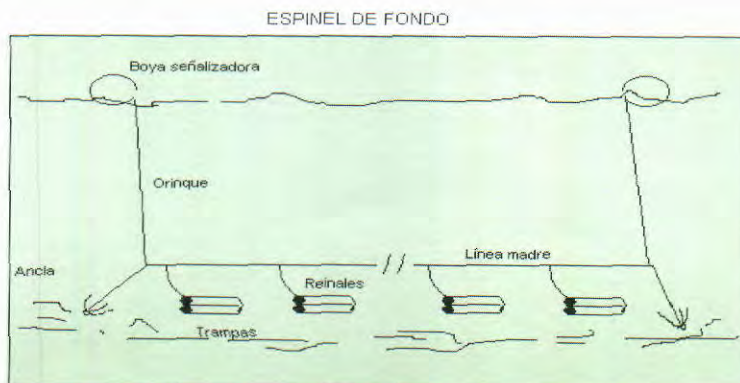


Figura 4.- Arreglo de espinel de nasas en el fondo.

En las caletas de Huarmey y Puerto Grande se reciben pequeños desembarques, e IMARPE recién ha empezado a monitorear esta caleta desde 1999 (M. HURTADO, com. pers. 2000). Sin embargo, existe una serie de tiempo más completa para la caleta de Culebras, la cual podría dar una idea de las tendencias generales recientes de las poblaciones de peces en la zona de Huarmey (ESTRELLA y GUEVARA 1998, ESTRELLA et al. 1998, 1999a, 1999b).

MATERIAL Y MÉTODOS

Material.- El trabajo se realizó entre el 12 y 14 de mayo 2000, en el área marítima adyacente al puerto Huarmey (Puerto Grande) (10°00'S y 10°08'S). Se efectuó un rastreo acústico por transectos de 5 mn, y operaciones de arrastre a bordo de la embarcación IMARPE IV que presenta las siguientes características:

- Eslora : 16,5 m
- Manga : 5,3 m
- Puntal : 2,5 m
- Capacidad de bodega : 20,0 t
- Potencia : 190 hp
- Velocidad : 8 nudos
- Ecosonda : Furuno FCV 663 de 50 y 200 kHz.
- Navegador por satélite : GPS Raytheon 398
- Red de arrastre : Pelágica 164/1240

Para pesca de comprobación se utilizó red de arrastre pelágica Engel modelo alemán 160/1240 de 160 mallas de 1240 mm en el perímetro de la boca. Tiene cuatro partes: superior, inferior y dos laterales, constituida por 2 alas de 1240 mm de malla, 6 paneles (1240, 620, 220, 80 y dos de 40 mm de malla), y un copo de 6 m de largo de 13 mm de malla (Figura 3). Longitud total 46,31 m, de nylon multifilamento torcido.

Para la captura de crustáceos, se utilizaron 3 tipos de trampas, las 2 primeras son pul-

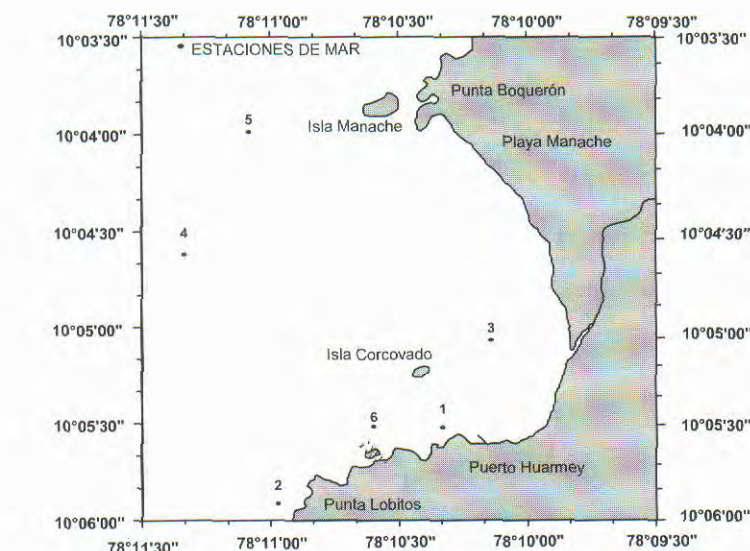


Figura 5.- Estaciones de muestreo en la bahía de Huarmey.

Tabla 2. Número total de muestras marinas colectadas en el monitoreo realizado en la bahía Huarmey. 13 y 14 mayo 2000

Nivel	Superficie	Fondo	Total
Oxígeno	6	6	12
Sulfuros	6	6	12
pH	6	6	12
SST	6	6	12
DBO ₅	6	-	6
Grasas	6	-	6
Salinidad	6	6	12
Nutrientes	6	6	12
Microbiología	6	-	6
Sedimentos	TM	2	2
	HCP	2	2
Organismos	-	1**	1
HCP	2*	-	2
Metales	6	-	6
Total	62	41	103

* a 1 m de superficie

** una bolsa

TM: Trazas de metales en agua

HCP: hidrocarburos de petróleo

SST: sólidos suspendidos totales

DBO: demanda bioquímica de oxígeno

peras de fibra de vidrio, caucho (llanta) y la última de tipo cangrejera (Figura 4). Las trampas están unidas por reinales a la línea madre de 100 metros de largo; en la línea madre van seis trampas de cada tipo que hacen un total por línea de 18 trampas. Cada trampa lleva en el interior con carnada en putrefacción,

para atraer cangrejos, caracoles, peces, etc.).

Para la filmación submarina realizada frente a la Isla Blanca, se utilizó un equipo de buceo SCUBA y cámara de video JVC. Se buceó y se colectaron caracoles, crustáceos y otros, hasta una 30 m de profundidad, con visibilidad de 1 m.

Tabla 3. Parámetros físico-químicos en la Bahía de Huarney. 13 - 14 mayo 2000.

Estación	Latitud	Longitud	Transp. (m)	Fondo (m)	Prof Muestreo (m)	Temp (C°)	pH	O ₂ disuelto (mL/L)	Sulfuros (µg-at H 2S-SL)	SST(mg/L)
1	10° 05' 31,9"	78° 10' 19,9°	3,0	8,0	0,0	15,5	7,70	1,74	0,41	113,46
					7,0	15,3	7,72	1,49	0,44	121,90
2	10° 05' 56,0"	78° 10' 58,4°	7,0	42,0	0,0	15,1	7,72	1,61	0,40	82,46
					15,0	14,7	7,71	1,37	0,66	61,97
3	10° 05' 03,8"	78° 10' 08,6°	5,0	12,0	0,0	15,5	7,73	2,24	0,40	119,61
					10,0	14,7	7,64	1,74	0,40	60,10
4	10° 04' 40,9"	78° 11' 20,2°	7,0	60,0	0,0	15,5	7,78	3,11	0,40	98,00
					10,0	15,4	7,63	2,61	0,40	74,15
5	10° 05' 57,8"	78° 11' 05,2°	5,0	54,0	0,0	15,5	7,69	2,36	0,38	104,37
					15,0	14,8	7,83	2,11	0,36	105,26
6	10° 05' 32,3"	78° 10' 36,1°	8,0	30,0	0,0	15,6	7,58	1,55	0,35	71,43
					10,0	15,8	7,76	1,74	0,36	116,11
Superficie				Mínimo		15,1	7,58	1,55	0,35	71,43
				Máximo		15,6	7,78	3,11	0,41	119,61
				Promedio		15,5	7,70	2,10	0,39	98,22
Promedio				Mínimo		14,7	7,63	1,37	0,36	60,10
				Máximo		15,8	7,83	2,61	0,66	121,90
				Promedio		15,1	7,72	1,84	0,44	89,92

RESULTADOS

Condiciones ambientales y evaluación de la calidad ambiental

Muestreo.- El muestreo hidrográfico se realizó el 13 y 14 de mayo, en la bahía de Huarney entre 10°03'50"S y 10°06'S hasta aproximadamente 2,0 mn de la costa (Figura 5). El rango batimétrico varió de 8 a 60 m. Se establecieron seis estaciones oceanográficas; y se tomaron muestras de agua en el fondo (7 a 15 m) y a nivel superficial, utilizando la metodología seguida por el IMARPE para la medición de parámetros hidrográficos y químicos (Tabla 2). Para determinar oxígeno disuelto del agua de mar, se empleó el método de Winkler modificado por Carrit y Carpenter (1966). Para sólidos suspendidos totales se utilizó el método de la APHA (1980). Para sulfuro de hidrógeno se utilizó el método colorimétrico de Fonselius (1962). Para grasas y aceites se utilizó el método gravimétrico del Environment Water Resources Service (1976). Para la medición de pH se utilizó un potenciómetro Hanna 9023C.

Se realizaron observaciones submarinas para ver el comportamiento del arte de pesca y la influencia de las corrientes marinas en la estabilidad de las trampas, así como la presencia de pequeños peces, moluscos y crustáceos, que buscan guarida para protegerse de sus depredadores.

Se realizaron observaciones y filmaciones submarinas a fin de coleccionar evidencia gráfica de los supuestos efectos de actividades industriales y otras en la zona.

La distribución de recursos costeros se determinó analizando los registros de ecosonda, en forma directa a través de una escala de valores de abundancia relativa que luego fueron interpolados. Para la abundancia se utilizó una red de arrastre pelágica.

Temperatura.- La TSM varió de 15,1 a 15,6 °C; valor medio 15,5 °C, característica de aguas costeras frías. Las anomalías térmicas superficiales (ATSM) llegaron a -0,4 °C, es decir, algo menor que lo usual. La distribución de la TSM (Figura 6, Tabla 3) muestra el incremento de temperaturas hacia la bahía que ingresan por punta San Antonio.

En el fondo rocoso de la zona estudiada (30 m de profundidad) los valores térmicos (14,7 a 15,8 °C), fueron semejantes a los de superficie.

La distribución de temperaturas en el fondo (Figura 6) mostró el ingreso de aguas frías, por el sur (Punta San Antonio) y por el norte (Punta Boquerón) que incrementaron su valor hacia el interior de la bahía, formando núcleos concéntricos frente a Puerto Huarney.

La carta del satélite NOAA 14, del 14 mayo 2000 a las 15:56 horas (Figura 7) muestra que en el área de estudio (9 a 11°S) se presentaron temperaturas de 15 a 21 °C. La zona costera está influenciada por aguas frías de 15 a 16 °C, asociadas con los procesos de afloramiento costero de la zona, mientras en la parte oceánica es notoria la presencia de un foco cálido (19 a 21 °C) a unas 30 mn entre Huarney y Punta Bermejo.

Oxígeno disuelto.- En superficie varió de 1,55 a 3,11 mL/L; valor medio 2,1 mL/L, (Figura 9), lo cual muestra escasa actividad fotosintética en el área, siendo ello un indicador de la relativa escasez de peces en la zona. El

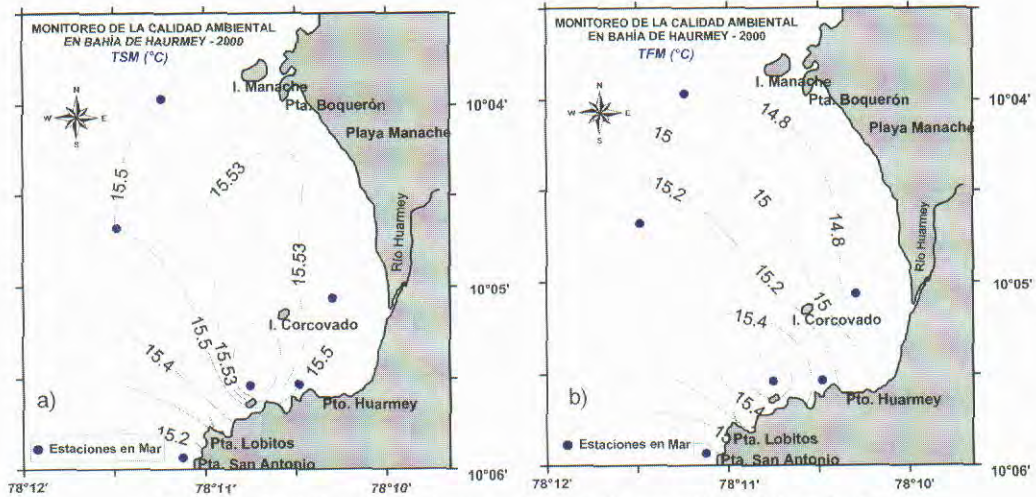


Figura 6.- Distribución de temperatura: a) de superficie y b) de fondo.

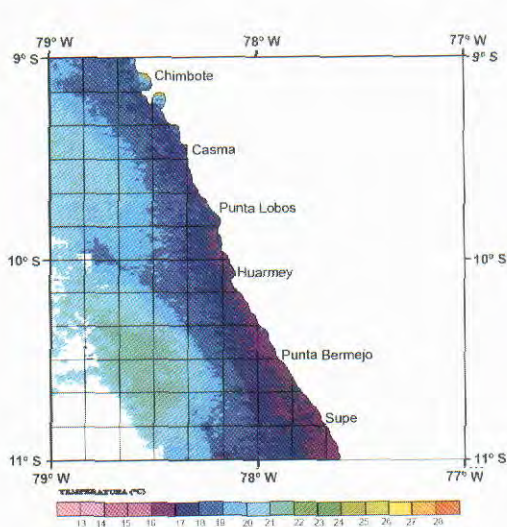


Figura 7.- Imagen satelital de TSM frente a Huarney del 14 de Mayo de 2000. TSM - NOAA 14 - 14/05/200 - 15:56

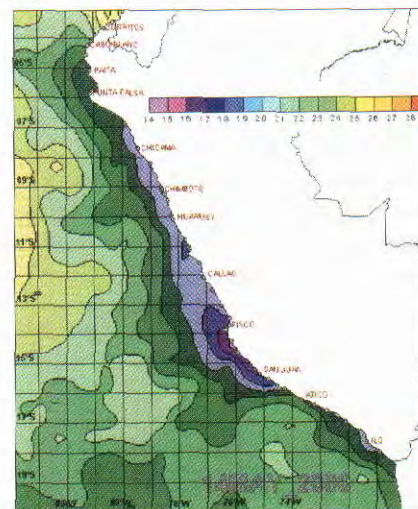


Figura 8.- Imagen de TSM frente a la costa peruana del 14 de mayo.

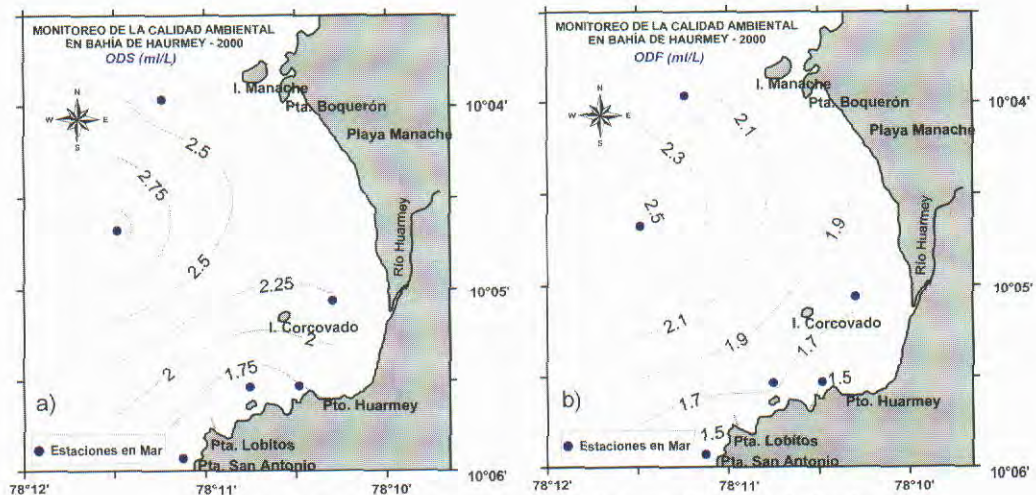


Figura 9.- Distribución del oxígeno: a) de superficie y b) de fondo.

Tabla 4. Nutrientes ($\mu\text{g-at/L}$) en la bahía de Huarney. 15 de mayo 2000.

Estación	PO_4	SiO_3	NO_3	NO_2
1				
s	1,69	10,97	5,49	0,92
f	2,01	13,50	5,72	1,01
2				
s	2,06	14,81	9,60	0,86
f	2,19	15,59	10,80	0,78
3				
s	1,83	16,81	10,34	0,82
f	2,06	16,90	11,68	0,70
4				
s	1,83	12,72	11,44	0,80
f	2,01	12,89	11,77	0,74
5				
s	1,83	17,68	12,43	0,82
f	2,06	18,12	13,67	0,84
6				
s	1,74	14,11	12,28	0,86
f	2,06	15,16	12,43	0,86

s=superficie; f=fondo

50% de los valores superaron los 2,1 mL/L (ó 3,0 mg/L) establecidos como límites en la Clase IV de la Ley General de Aguas. Las estaciones 1, 2 y 6 zona costera, mostraron valores bajos (< 1,80 mL/L).

A nivel de fondo, los valores fluctuaron entre 1,37 y 2,61 mL/L, valor medio 1,84 mL/L. El 67% de los valores no superó los 2,1 mL/L (ó 3,0 mg/L) establecidos como límites en la Clase IV de la Ley General de Aguas. Las estaciones 4 y 5 fuera de la bahía mostraron las mayores concentraciones y una predominancia de isóneas de 2 mL/L con tendencia hacia el interior de la bahía, lo que nos indica la presencia de masas de agua con bajos contenido de oxígeno. En general los valores bajos de oxígeno estuvieron asociados a los valores de temperatura.

Fosfatos. La distribución superficial de fosfatos, en términos generales, fue homogénea con valores dominantes de 1,82 $\mu\text{g-at/L}$, con ligero incremento frente a punta San Antonio y una ligera disminución (1,75 $\mu\text{g-at/L}$)

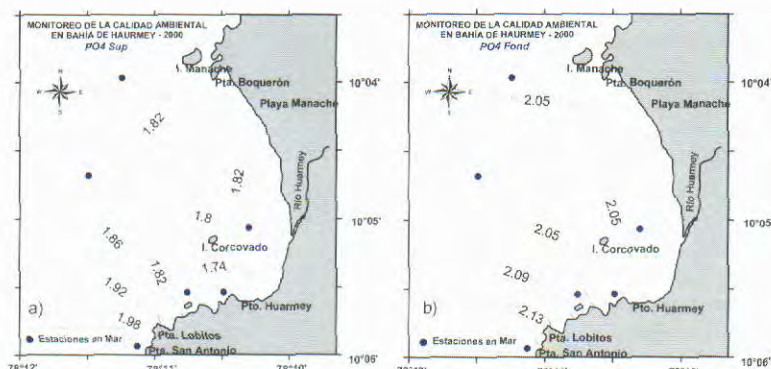


Figura 10. Distribución de fosfatos en: a) superficie y b) fondo.

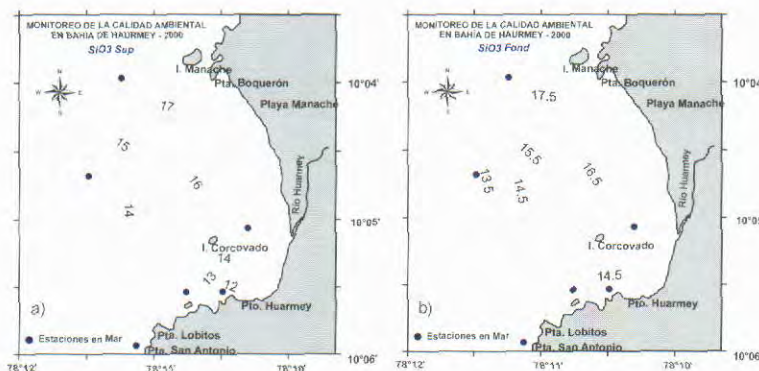


Figura 11. Distribución de silicatos en: a) superficie y b) fondo.

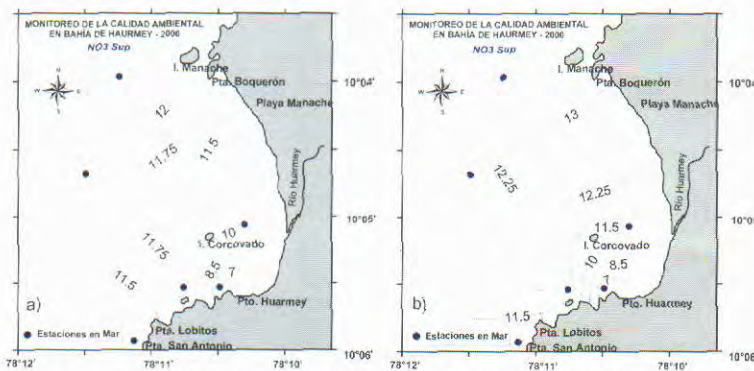


Figura 12. Distribución de nitratos en: a) superficie y b) fondo.

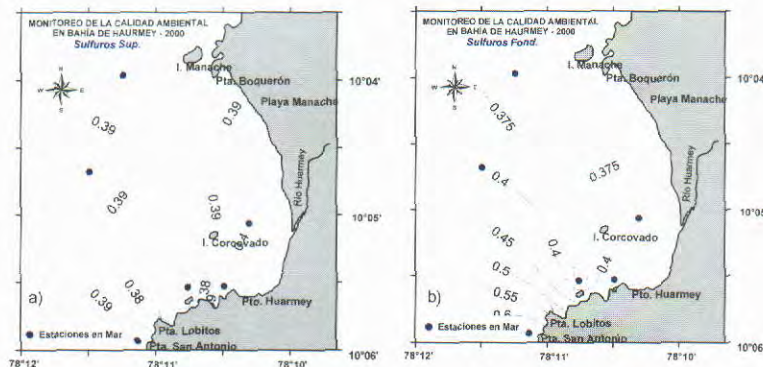


Figura 13. Distribución de sulfuros en: a) superficie y b) fondo.

at/L) frente a punta Huarmey, en el fondo la tendencia fue la misma con valores ligeramente superiores (Figura 10, Tabla 4).

Silicatos.- Superficialmente se presentaron en el rango de 12,5 a 17,5 $\mu\text{g-at/L}$ con predominio de un valor intermedio de 15,0 $\mu\text{g-at/L}$, en el fondo no se aprecia mayor variación a excepción del área entre punta Lobitos y punta Huarmey donde se puede observar en el fondo un ligero incremento (Figura 11).

Nitratos.- La concentración superficial de nitratos se encontró en el intervalo de 7,5 a 12,0 $\mu\text{g-at/L}$, las menores concentraciones se hallaron frente a Punta Huarmey, la distribución en el fondo no presentó variación significativa (Figura 12).

Sulfuros.- A nivel superficial (Figura 13), los sulfuros fluctuaron de 0,35 a 0,41 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$. El valor medio de la bahía fue de 0,39 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$ y el mayor (0,41 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$), se registró en la Estación 1, (Figura 5). La distribución de isolíneas mostró una tendencia a formar núcleos frente al puerto Huarmey.

A nivel de fondo, fluctuaron de 0,36 a 0,66 $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S/L}$, con valor medio representativo de 0,44. La distribución de isolíneas indica que las concentraciones aumentan a medida que salen de la bahía por Punta San Antonio. En general, los valores de sulfuros fueron bajos y muy homogéneos en ambos niveles de la bahía Huarmey. Los valores registrados indican procesos lentos de óxido-reducción debido a una presencia no significativa de material orgánico en el área evaluada.

Potencial de iones Hidronio.- Los valores superficiales de pH variaron de 7,58 a 7,78 (Tabla 3). La distribución de isolíneas se concentran formando núcleos en el Puerto Huarmey, los

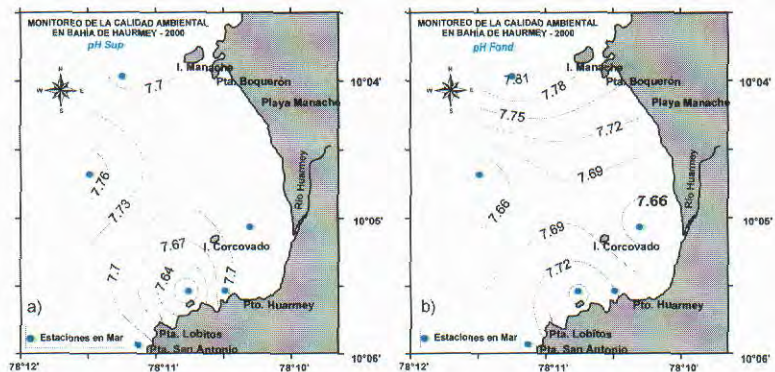


Figura 14. Distribución de pH en: a) superficie y b) fondo.

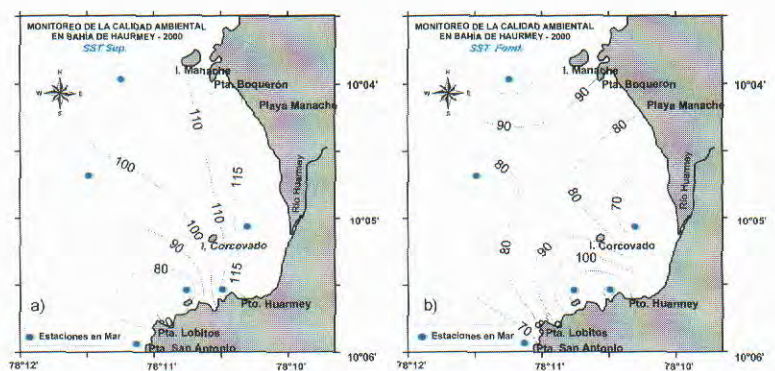


Figura 15. Distribución de sólidos suspendidos totales en: a) superficie y b) fondo.

Tabla. 5. Coliformes termotolerantes y demanda bioquímica de oxígeno en agua marina superficial. Bahía de Huarmey. 15 mayo 2000.

Estación	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	DBO5 (mg/L)
1S	7,0x10	1,10
2S	4,0x10	1,39
3S	1,5x10 ²	0,37
4S	7,0x10	1,31
5S	9,0x10	0,53
6S	<30	0,71

cuales representan valores normales, es decir, que no existen efluentes que alteren el grado de acidez de las aguas en el área estudiada (Figura 14).

En el fondo, los valores variaron de 7,63 a 7,83. En general los valores de pH se ajustaron a los requisitos de calidad vigentes de 6,0 a 8,5 (LGA).

Sólidos suspendidos totales.-

A nivel superficial (Figura 15) el rango de sólidos suspendidos totales varió de 71,43 a 119,61 mg/L, con un valor promedio para la bahía de 98,22 mg/L; la mayor concentración se registró en la estación 3 (a 1000 m de la boca del río Huarmey). El 50% de los valores se ajustaron a los requisitos de calidad (<100 mg/L) establecidos en la LGA.

A nivel de fondo el rango

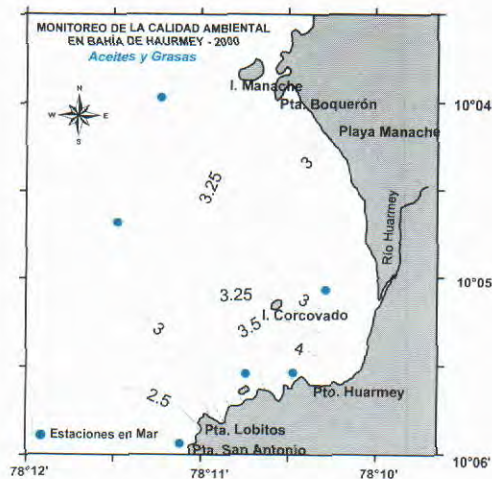


Figura 16. Distribución de aceites y grasas.

de concentración varió de 60,10 a 121,90 mg/L, con un valor medio de 89,92 mg/L. El valor más elevado se registró en la estación 1 (frente a Puerto Huarney). Los promedios registrados en ambos niveles de muestreo (98,22 y 89,92 mg/L), fueron ligeramente menores que el estipulado por la LGA en sus clases IV y V (100 mg/L).

Aceites y grasas.- A nivel superficial (Figura 16) los valores de aceites y grasas variaron de 2,00 a 4,60 mg/L; la concentración más elevada se registró en el Puerto Huarney. La distribución de isótopos indica como las mayores concentraciones se ubican frente al Puerto Huarney. En la zona costera se observó una considerable cantidad de embarcaciones artesanales e industriales.

Microorganismos.- En los análisis microbiológicos, se obtuvieron concentraciones de coliformes termotolerantes (bacterias indicadoras de contaminación fecal) que fluctuaron entre 30 a $1,5 \times 10^2$ NMP/100 mL obteniéndose el mínimo valor en la estación 6S y el mayor en la estación 3S (Tabla 5).

Demanda bioquímica de oxígeno.- Los valores obtenidos para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) fluctuaron

entre 0,53 a 1,39 mg/L (Tabla 5). Ninguno de los valores obtenidos para la concentración de coliformes termotolerantes y para la DBO_5 sobrepasó el límite permitido fijado por la L.G.A. vigente para nuestro país.

Prospección pesquera y observaciones submarinas

Rastreo acústico.- Consistió en un barrido de 8 perfiles sistemáticos paralelos hasta las 5 mn de la costa, separados 1,0 mn entre sí; se analizaron 44 unidades básicas de muestreo, y se realizaron cuatro lances de comprobación

de cardúmenes (Figura 17).

Los ecotrazos de recursos costeros se presentaron dispersos casi en la zona estudiada; las mejores concentraciones se localizaron en la franja costera a 0,3 mn de distancia frente a playa Tuquillo (Figura 18). La escasa presencia de recursos en el área guarda relación con las condiciones ambientales (temperatura, oxígeno). Verticalmente, los cardúmenes de recursos costeros pelágicos se ubicaron desde los 3 a 21 m.

La batimetría realizada en el área prospectada de Huarney estuvo entre los 8 a los 120 m,

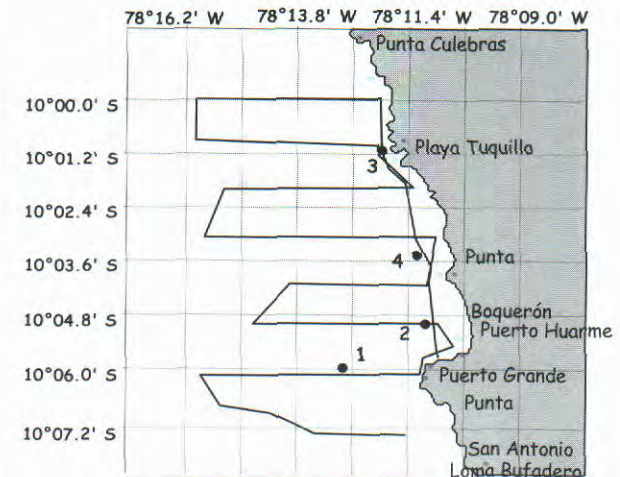


Figura 17. Trayectos de las operaciones de pesca y lances de comprobación.

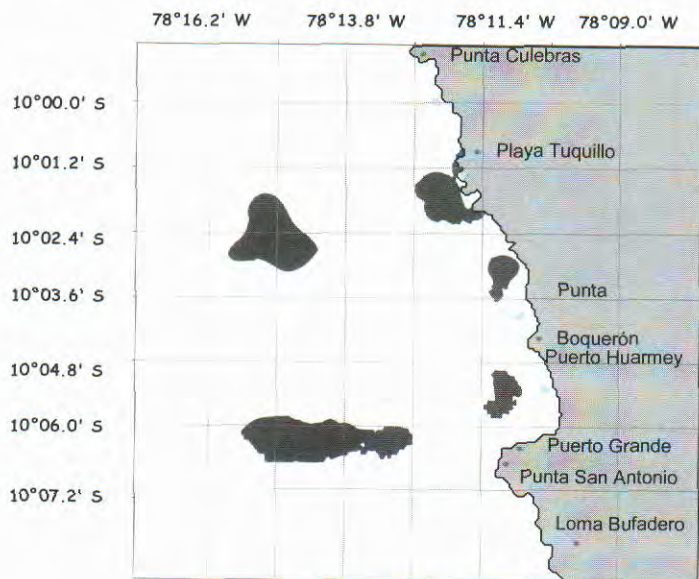


Figura 18. Distribución de recursos costeros.

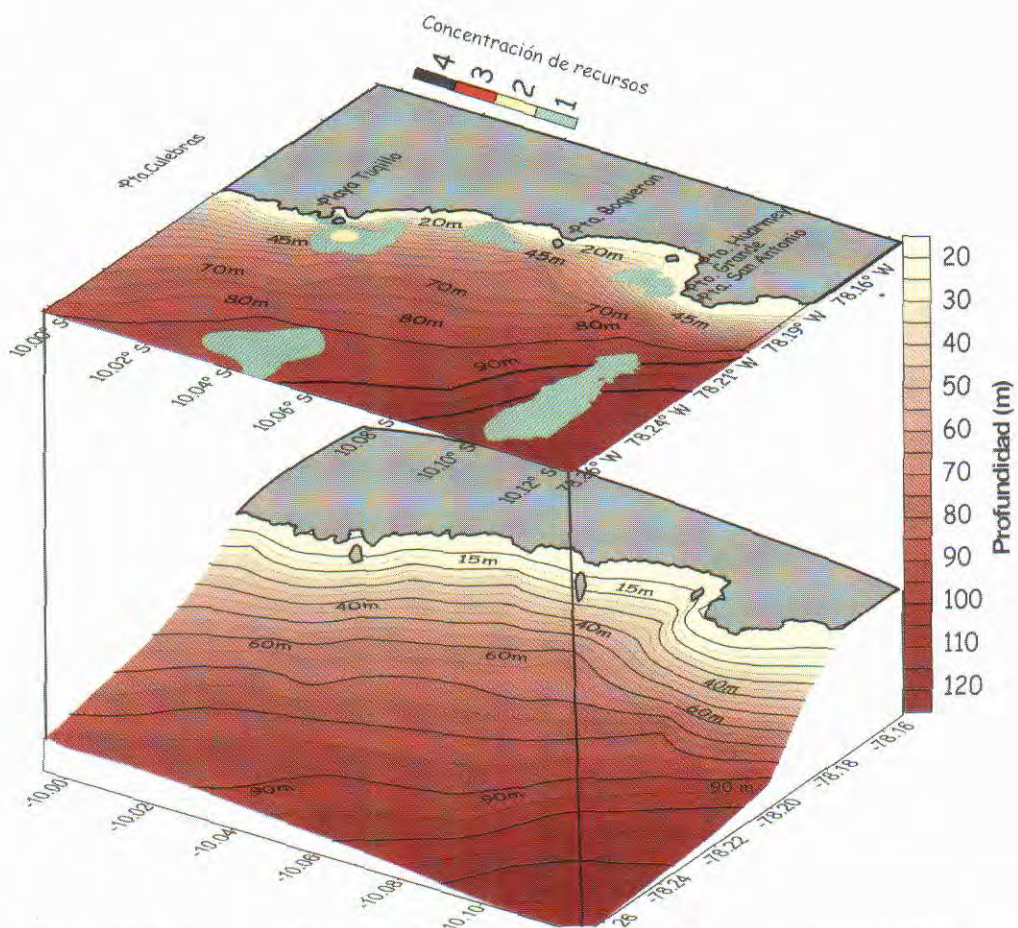


Figura 19. Batimetría en Huarvey. Escala de concentración de recursos en la superficie: 1) muy disperso, 2) disperso, 3) denso y 4) muy denso.

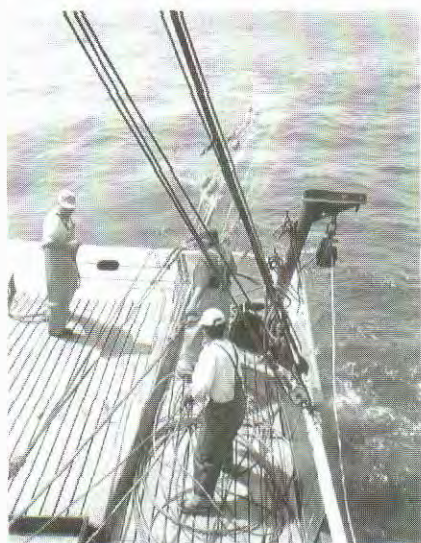


Figura 20. Operación con red de arrastre.



Figura 21. Nasa cangrejera

desde la costa hasta las 5 mn; en el área cerca de la costa (a 1mn) se halló un fondo accidentado y rocoso que es peligroso para embarcaciones con calado grande y para operar con artes de pesca de arrastre y cerco; generalmente este tipo de fondo sirven de refugio a los peces (Figura 19).

Observaciones submarinas. Durante la inmersión submarina, se observó que las condiciones de visibilidad variaron de 0,5 a 1,0 m, entre 30 a 33 m de profundidad. El relieve submarino se caracterizó por presentar un fondo rocoso pegado a la costa y fangoso a mayor distancia de ella.

El fondo rocoso está constituido por rocas antiguas, con micro y macro fauna sobre ellas; el macrobentos fue representativo, conformado principalmente por caracoles, barquillos, chitones, cangrejos ermitaños y cangrejos jaivas. No se observaron cardúmenes desplazándose; por el contrario los peces se caracterizaron por su baja locomoción como el pez fraile *Aphos porosus*.

No se observaron restos ni recursos muertos; así mismo, la presencia de material detrítico fue sumamente baja representada por valvas de algunas conchas. El fondo fangoso probablemente esté constituido por material con baja concentración de oxígeno y alta en sulfuros lo que se evidencia por el olor del mismo cuando fue recolectado como muestra de superficie. No se observaron rocas nuevas como productos de relleno o inmersión de materia rocosa de tierra.

Operaciones de pesca. Se desarrollaron cuatro lances de comprobación con la red de arrastre pelágica (Figura 20, Tabla 6) para corroborar los ecotrazos registradas por la ecosonda. La captura estuvo compuesta de predominantemente de lorna (*Sciaena deliciosa*).

Se realizó una operación de

Tabla 6. Lista de especies encontradas en las operaciones de pesca en Huarney.

	Nombre científico	Nombre común
Peces	<i>Sciaena deliciosa</i>	Lorna
	<i>Etropus ectenes</i>	Lenguado de boca chica
	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	Pintadilla
Crustáceos	<i>Cancer porteri</i>	Cangrejo jaiva
	<i>Pagurus</i> sp.	Cangrejo ermitaño
Moluscos	<i>Tegula euryomphalus</i>	Caracol negro
	<i>Acanthochitona</i> sp.	Chitón o barquillo
	<i>Nassarius gayi</i>	Caracolito
	<i>Nassarius wilsoni</i>	Caracolito

captura con nasas del tipo cangrejeras (Figura 21). Se colocaron frente a la isla Blanca a 25 m de profundidad, con pescado en descomposición como carnada. Ello dio como resultado la captura de cangrejos jaiva, e incidentalmente, de una pintadilla de 7,5 cm y un lenguado de 13 cm.

Asimismo, el buceo permitió la colección de los siguientes moluscos: "caracol negro" (*Regula euryomphalus*), "chiton" o "barquillo" (*Acanthochitona hirudiniformis*), "caracolito" (*Nassarius gayi*, *Nassarius wilsoni*), "caracol ermitaño" (*Pagurus* sp.) y el crustáceo "jaiva" (*Cancer porteri*).

DISCUSIÓN

Condiciones ambientales y calidad acuática

La temperatura del fondo frente a Puerto Grande varió entre 14,7 y 15,8 °C, por ser una zona de afloramientos (Figura 6). El rango de temperaturas es característico de aguas frías. Este rango es comparable con el evaluado en San Juan en marzo 1997 (14,20 a 15,20 °C). El rango de temperatura de fondo es superior al registrado en San Juan (13,80 a 14,40 °C), lo cual estaría indicando que las aguas de Huarney tendrían un afloramiento de intensidad intermedia entre Paracas y San Juan.



Figura 22.- Zonas de pesca de embarcaciones provenientes de Culebras.

Los bajos valores de oxígeno disuelto en el fondo (Figura 9) estuvieron asociados a temperaturas bajas, y se encuentran dentro del rango evaluado en el área de afloramiento de San Juan en marzo de 1997 (0,24 a 2,68 mL/L).

Los valores de sulfuros a nivel superficial (0,35 a 0,41 µg-at H₂S-S/L) (Figura 13) fueron inferiores a los detectados en San Juan en marzo 1997 (0,65 a 1,10 µg-at H₂S-S/L). A nivel de fondo (0,36 a 0,66 µg-at H₂S-S/L) también fueron inferiores a los de San Juan (0,77 a 1,04 µg-at H₂S-S/L).

La concentración de sólidos suspendidos (Figura 15) fue más elevada que la registra-

da a nivel superficial en Pisco en marzo 1999 (24,03 a 55,49 mg/L); en San Juan en marzo 1997 (1,20 a 48,80 mg/L) y Chimbote en marzo 2000 (10,55 a 88,24 mg/L) en plena actividad industrial. Esto estaría relacionado por el incremento de material terrígeno proveniente de la zona costera y a una remoción de fondo, tal es así que las isolíneas de distribución aumentan en dirección al puerto a nivel de fondo.

El valor medio representativo del área evaluada fue de 3,29 mg/L, el cual supera el valor promedio de 1,5 mg/L registrado en los periodos de veda de áreas con industrias pesqueras, los cuales alcanzan los rangos detectados en áreas con período de inoperatividad pesquera como: Paita 9609 (0,00 a 3,60 mg/L), Chimbote 9909 (0,20 a 6,25 mg/L) y Chancay 9909 (0,11 a 3,16 mg/L).

Cabe señalar que en un monitoreo ambiental posterior realizado en diciembre 2000 (JACINTO et al. 2001), los parámetros de calidad acuática se ajustaron a los estándares de la Ley General de Aguas, y a excepción de los valores máximos de aceites y grasas de carácter puntual, los parámetros de calidad acuática no indicaron problemas de contaminación.

Estado de los recursos costeros

Los peces capturados fueron de talla pequeña, pues las áreas costeras normalmente son las zonas más apropiadas para el hábitat de juveniles.

Los desembarques de la pesca artesanal en el puerto Huarney entre enero y abril del 2000, mostraron una disminución de 65% con respecto a 1999. Esto fue debido a bajas temperaturas y bajos tenores de oxígeno, que condicionan la abundancia debido a la relativa escasez de alimento. Esto ha motivado que las especies sardina, jurel y caballa no estén presentes en la zona,

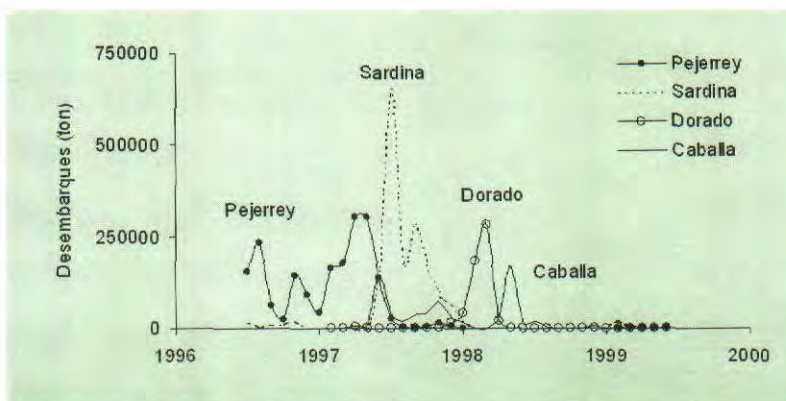


Figura 23.- Variación temporal de desembarques en Culebras.

tal como sucede actualmente a lo largo de todo el litoral.

Las especies desembarcadas en Puerto Huarney en los meses recientes son: cabinza, cabrilla, cachema, cherlo, chita, cojinoba, congrio, corvina, guitarra, jurel, lenguado, lisa, lorna, loro, machete, mismis, ojo de uva, palmera, pámpano, pejegallo, pintadilla, sardina, tollo, tramboyo, etc. (Laboratorio Costero de Huacho, com. pers. 2000).

En el área de Culebras (9°30'S y 10°10'S) (Figura 22), se concentran los cardúmenes de peces; ni frente a Huarney ni en Puerto Grande, se ubican zonas de pesca importantes (W. ÁVILA com. pers. 2000).

Las variaciones temporales de los desembarques en Culebras (Figura 23), muestran que los cambios poblacionales se deben principalmente al reemplazo de especies por las condiciones ambientales. El pejerrey predominó en las capturas de 1996, la sardina en 1997 y el dorado seguido de la caballa en 1998. En 1999 se observó una disminución general de los desembarques.

La composición por especies de los desembarques en Huarney mostrarán también un reemplazo de especies, y una reducción de los desembarques a

partir de abril de 1999, antes del inicio de las explosiones que se realizaron en tierra a partir de febrero de 2000, por lo que se descarta un impacto de largo plazo sobre la pesca por el uso de explosivos.

Una reducción en la pesca artesanal podría deberse al efecto de factores ambientales, como la temperatura. ESPINO (1999) resume que en años El Niño ocurre una concentración de recursos pelágicos con alta capturabilidad, y un aumento poblacional de algunos recursos litorales (concha de abanico, langostinos). En contraste, también ocurre una dispersión de recursos demersales con baja capturabilidad, y una disminución poblacional de algunos recursos litorales (machas, choros, cangrejos).

Años El Niño han sido: 1982-83 (muy fuerte), 1987 (moderado), 1991-93 (moderado) y 1997-98 (muy fuerte), eventos fríos se presentaron en 1996 (TAMAYO 1999) y en 1999 (MORÓN, com. pers. 2000). En general, el evento El Niño 1997-98 podría haber favorecido la captura de especies de aguas cálidas, pero desfavorecido a las especies de aguas frías, las cuales estarían en una etapa de recuperación en el período 1999-2000.

Efectos del uso de explosivos

Durante el reconocimiento del área se apreció que, para las instalaciones terrestres se han efectuado voladuras en 40 fechas entre febrero y mayo 2000, usando un promedio de 2554 kg de ANFO en cada voladura (M. CARVAJAL, com. pers. 2000). Del

total e voladuras, seis explosiones se efectuaron en la Isla Blanca, la cual actualmente está conectada al continente por desmonte.

El ruido que acompaña a estas explosiones causa un impacto negativo sobre mamíferos marinos que se encuentren cerca de

las voladuras, y altera el comportamiento de aves guaneras (EMA 1995). De lo anteriormente mencionado se deduce que el efecto el uso de explosivos tendría impactos negativos pero de corta duración y en áreas localizadas.

CONCLUSIONES

1. La temperatura varió de 15,1 a 15,6 °C en superficie y de 14,7 a 15,8 °C en el fondo. El rango de temperaturas es característico de aguas frías asociadas a un proceso de afloramiento costero; las aguas más productivas se presentan con valores de transparencia menores de 10 m. Los valores térmicos determinados muestran una anomalía ligeramente inferior a la normal, tanto a nivel superficial como subsuperficial.

2. Los valores relativamente bajos de concentración de oxígeno determinados en toda la columna de agua configuran un ambiente con escasa actividad fotosintética, indicador directo de la abundancia de plancton.

3. Los valores de pH y sulfuros son normales, es decir que no existen efluentes que alteren el contenido de acidez de las aguas de la zona.

4. Los valores registrados de sólidos totales suspendidos en ambos niveles de muestreo son elevados, que se explicaría por

el incremento de material terrígeno proveniente de la zona costera y a una remoción de fondo.

5. El valor medio representativo de aceites y grasas a nivel de superficie fue de 3,29 mg/L, valor que es superior a los 1,5 mg/L (promedio) alcanzado en áreas con período de inoperatividad pesquera, como una característica química a lo largo del tiempo.

6. Según los resultados de las pruebas microbiológicas y de la DBO₅, la zona evaluada se encuentra exenta de contaminantes de tipo orgánico y microbiológico.

7. La reducción en la abundancia de peces en 1999-2000, se debería al estado de recuperación de las poblaciones de aguas frías luego del evento El Niño 1997-98.

8. La distribución de los recursos costeros fue dispersa casi en toda el área prospectada; las mejores concentraciones se registraron replegadas a la franja costera,

verticalmente los cardúmenes se ubicaron entre 3 a 21 m.

9. Se ha determinado la presencia de nueve especies marinas: 3 peces, 5 moluscos y un crustáceo. Asimismo, se observó muy cerca de la línea de costa la presencia de aves marinas.

10. Observaciones submarinas permiten concluir que no se han producido alteraciones en el sustrato rocoso, y que tampoco existe la presencia de detritos o materia orgánica en general, de origen reciente.

11. No existen evidencias en el presente caso de impacto negativo a largo plazo en los recursos, como consecuencias de las explosiones realizadas en tierra.

12. Los cambios estacionales, enfriamiento generalizado y la escasa disponibilidad de alimento en el área, explica la relativa ausencia de recursos en toda el área estudiada, especialmente los pelágicos sardina, jurel y caballa.

RECOMENDACIONES

1. La autoridad competente debe controlar la implementación de un Programa de Monitoreo Ambiental Marino, para evaluar el nivel de contaminantes antes, durante y después del vertido de los efluentes mineros tratados y usados como "agua de regadío", verificando la ausencia de infiltración de metales por aguas subterráneas hacia el mar. Para este programa

será necesario disponer de un estudio de Línea de Base de los componentes abióticos y bióticos del ecosistema.

2. En el Programa de Monitoreo Ambiental Marino, contemplado en el ESIA (KC-SVS 1998) se recomienda incluir pruebas ecotoxicológicas para garantizar su inocuidad en el ambiente marino.

3. Se sugiere una fluida coordinación entre la Gerencia de Medio Ambiente de la Compañía Minera Antamina (CMA) y los científicos encargados de la detección temprana de situaciones de riesgo ambiental. Es recomendable capacitar al personal de la minera sobre el riesgo y cuidado ambiental durante las operaciones mineras y portuarias.

AGRADECIMIENTOS.- Al Ing. CÉSAR VARGAS por su participación en la coordinación y reconocimiento del área de estudio. A la Ing. HELI GARCÍA del Laboratorio Costero de Huacho, a la Blga. CARLOTA ESTRELLA

y al Blgo. WILFRER ÁVILA por la información estadística sobre pesca artesanal. La Compañía Minera Antamina proporcionó valiosos documentos sobre la construcción y operación de las instalaciones portuarias. Parti-

ciparon en el trabajo de campo: ingenieros LUIS VÁSQUEZ, IVÁN VELAZCO, JULIO ALARCÓN, ALEX GUARDIA; en el Trabajo químico analítico: MANUEL GUZMÁN.

REFERENCIAS

- ALPHA-AWWA-WPCF. 1980. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 15th Edition.
- DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN (DHN). 1993. Atlas Hidrográfico del Perú.
- ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE SRL. (EMA). 1995. Estudio de impacto ambiental de sismica marina. 147 pp.
- ENVIRONMENTAL LABORATORY BRITISH COLUMBIA. 1976. Water Resources Service. Department of environment. 2nd edition.
- ESCUDERO L. 1997. Encuesta estructural de la pesquería artesanal del litoral peruano. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 59:3-87.
- ESUINO M. 1999. El Niño 1997-1998: su impacto sobre los recursos pesqueros y sus pesquerías. p. 112-129. En: IMARPE/MP/PNUMA. Informe Final. Fórum El Fenómeno El Niño 1997-1998. Evolución, pronóstico y mitigación. 150 pp.
- ESTRELLA C, GUEVARA-CARRASCO R. 1998. Informe estadístico anual de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal por especies, caletas y meses durante 1997. Informe Inst. Mar Perú 132:3-422.
- ESTRELLA C, GUEVARA-CARRASCO R, PALACIOS J. 1998. Informe estadístico de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal por especies, artes, caletas y meses durante el primer semestre de 1998. Inf. Inst. Mar Perú 139. 229 pp.
- ESTRELLA C, GUEVARA-CARRASCO R, MEDINA A, PALACIOS J, ÁVILA W. 1999a. Informe estadístico de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal por especies, artes, caletas y meses durante el segundo semestre de 1998. Informe Inst. Mar Perú 143. 226 pp.
- ESTRELLA C, GUEVARA-CARRASCO R, PALACIOS J, ÁVILA W, MEDINA A. 1999b. Informe estadístico de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal por especies, artes, meses y caletas durante el primer semestre de 1999. Informe Inst. Mar Perú 148. 214 pp.
- ESTRELLA C, PALACIOS J, ÁVILA W, MEDINA A, GUEVARA-CARRASCO R. 2000. Informe estadístico de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal marina por especies, artes, meses y lugares de desembarque durante el primer semestre 2000. Inf. Inst. Mar Perú. 158. 157 pp.
- GRASSHOFF K. 1976. Methods of seawater Analysis. Verlag Chemic. Weinheim. New York.
- GUZMÁN M, CHÁVEZ J, MORÓN O, SÁNCHEZ S, FLORES G. 1997. Evaluación de la calidad del medio ambiente marino en la bahía de Pisco, Paracas, 22 a 24 mayo 1996. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 54: 01-29.
- IMARPE. 2000. Base de datos del Área de Evaluación de la Contaminación Marina. Parámetros físicos y químicos de calidad acuática a lo largo de la costa peruana: 1994-2000.
- JACINTO M, MORÓN O, VILLANUEVA P, CABELLO R, GUZMÁN M. 1995. Evaluación de la calidad del medio marino en Bahía Pisco-Paracas, 22 a 24 febrero 1995. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 26: 01-33.
- JACINTO M, SALAZAR C, VELAZCO I, PIZARRO L. 2001. Condiciones ambientales y biológico-pesqueras en la bahía de Huarmoy, diciembre 2000. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 148: 3-24.
- KLOHN CRIPPEK - SVS S.A. (KC-SVS). 1998. Proyecto Antamina. Estudio de Impacto Ambiental. Informe.
- SÁNCHEZ G, CÓRDOVA J, LEDESMA J. 1997. Informe ambiental en la zona ambiental pesquera de la bahía de Paracas, Pisco, Perú. 25 al 27 de Abril 1997. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 67(1):1-19.
- TAMAYO M. 1999. Diagnóstico de las condiciones oceanográficas en el mar peruano 1997-1998. En: Fórum El Fenómeno El Niño 1997-1998. Evolución, pronóstico y mitigación. Lima, Perú, 22 y 23 de enero 1998. Publicación especial IMARPE. 77-80.