

CALIDAD AMBIENTAL DE LAS BAHÍAS DE COISHCO Y CASMA, REGIÓN ÁNCASH, PERÚ. 2013 - 2017

ENVIRONMENTAL QUALITY OF THE COISHCO AND CASMA BAYS, ANCASH REGION, PERU (2013 – 2017)

Víctor García Nolzaco¹
Rita Orozco Moreyra¹

Ángel Perea de la Matta¹
Joel Samanez Sarmiento¹

RESUMEN

GARCÍA V, PEREA A, OROZCO R, SAMANEZ J. 2020. *Calidad ambiental de las bahías de Coishco y Casma, Región Áncash, Perú. 2013 – 2017. Bol Inst Mar Perú. 35(1): 151-169.* - En la bahía de Coishco se desarrolla la actividad industrial pesquera, orientada a la producción de harina, aceite y conserva de pescado; en Casma se desarrolla pesquería artesanal y maricultura, actividades que están produciendo cambios y variaciones significativas en las características hidroquímicas del ecosistema marino. Coishco presenta fuerte impacto en el medio marino y en la comunidad bentónica por el continuo vertido de aguas de uso doméstico, residuales de la industria pesquera y maricultura. El objetivo del trabajo fue determinar los efectos de contaminación en esas bahías del 2013 al 2017. La determinación de los parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos se efectuó con protocolos y metodologías de uso nacional e internacional (IMARPE, USEPA, FAO, APHA). Los resultados mostraron para el período estudiado, que los valores fueron menores al mínimo, acorde a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA). Sin embargo, se observó mayor cantidad de fango marino en Coishco que en Casma.

PALABRAS CLAVE: calidad ambiental, bahías de Coishco y Casma

ABSTRACT

GARCÍA V, PEREA A, OROZCO R, SAMANEZ J. 2020. *Environmental quality of the Coishco and Casma Bays, Ancash Region, Peru (2013 – 2017). Bol Inst Mar Peru. 35(1): 151-169.* Industrial fishing activity for the production of fishmeal, fish oil, and fish preserves is developed in Coishco Bay. Artisanal fisheries and mariculture are developed in Casma, thus producing significant changes, and variations in the hydrochemical characteristics of the marine ecosystem. The continuous discharge of domestic wastewater and waste from the fishing industry and mariculture strongly affect the marine environment and the benthic community in Coishco. This work aims to determine the effects of pollution on these bays from 2013 to 2017. The determination of the physical, chemical, biological, and microbiological parameters was carried out with protocols and methodologies of national and international use (IMARPE, USEPA, FAO, APHA). The results showed that the values were below the minimum established by the National Environmental Quality Standards for Water (EQS) for the period studied. Nonetheless, more sea mud was observed in Coishco than in Casma.

KEYWORDS: environmental quality, Coishco and Casma bays

1. INTRODUCCIÓN

En la Región Áncash la actividad industrial pesquera, orientada a la producción de harina y aceite de pescado, y la maricultura están produciendo variaciones en las características hidroquímicas del ecosistema marino, presentando indicios de materia orgánica generadas por la industria pesquera, de acuerdo a los monitoreos efectuados desde el 2004 en el litoral de Áncash (GARCÍA *et al.*, 2015).

La zona marino-costera de la bahía de Coishco presenta diversidad biológica productiva, con recursos marinos de importancia ecológica y socio-económica, permitiendo el desarrollo de la pesca industrial, artesanal y actividades de maricultura por inmediaciones de la isla Santa, generando intensa actividad en esta localidad al norte de la Provincia del Santa.

1. INTRODUCTION

The industrial fishing activity in the Ancash Region, dedicated to the production of fishmeal, fish oil, and mariculture, is generating variations in the hydrochemical characteristics of the marine ecosystem, with evidence of organic matter produced by the fishing industry, based on monitoring carried out since 2004 on the Ancash coast (GARCÍA *et al.*, 2015).

The marine resources of ecological and socio-economic importance in the Coishco Bay, located in the north of the Santa province, allow the development of industrial and artisanal fisheries as well as mariculture.

¹ IMARPE, Laboratorio Costero de Chimbote. vgarcia@imarpe.gob.pe

En la bahía de Casma hasta finales del 2008 funcionaron las fábricas de harina de pescado, al cesar las actividades pesqueras, quedó un pasivo ambiental debido a que las fabricas evacuaban sus residuos orgánicos directamente al medio marino; en las evaluaciones ambientales de ese año se demostró que las condiciones de estrés ambiental fueron severas, siendo las aguas de uso doméstico y las aguas residuales de la industria pesquera las principales fuentes de contaminación de la bahía (GARCÍA *et al.*, 2008).

Las aguas y su dinámica en bahías abiertas, como lo son Coishco y Casma, obedecen a su caracterización geomorfológica, como perfil de costa, batimetría y vientos, aunado a las corrientes marinas superficiales y sub-superficiales. Los movimientos de transporte vertical y horizontal dan origen al proceso continuo de afloramiento costero, principalmente al sur e interior de la bahía de Casma, donde se localizan aguas ricas en nutrientes con características propias de Aguas Costeras Frías (ACF). Al interior de Coishco las aguas presentan un comportamiento termo-halino ligeramente por encima de lo normal, debido a la poca remoción de agua.

Los procesos oceanográficos son afectados y alterados ante la presencia de muelles e instalación de chatas² o lanchones, que se oponen a la circulación normal de las corrientes marinas.

El presente trabajo tiene por objetivo obtener información sistemática sobre el estado de afectación ambiental del litoral marino costero de las bahías de Coishco y Casma en el periodo 2013-2017.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio comprende un sistema de bahías abiertas, con zonas protegidas por la isla Santa en Coishco y por los acantilados rocosos que se extienden por la zona norte en Casma; áreas que fueron monitoreadas entre abril y diciembre de cada año.

En cada una de las bahías se evaluaron ocho estaciones (Tabla 1); en esas áreas se levantan cordones litorales en el borde de la unidad morfológica que no permiten la acción directa de

GARCÍA *et al.* (2008) indicate that fishmeal factories operated in Casma Bay until late 2008. The environmental assessment of that year showed that the environmental stress conditions were severe, because of the discharge of domestic wastewater and waste from the fishing industry, which the main pollutants in the bay were.

Coishco and Casma are open bays, whose morphological characteristics (coast profile, bathymetry, winds, and marine currents) give them a special dynamic. Nevertheless, coastal upwellings that generate nutrient-rich waters with characteristics of Cold Coastal Waters (CCW) are produced in Casma Bay, mainly to the south; while, the thermo-haline behavior is slightly above normal in the interior of Coishco Bay, given the low water removal.

Oceanographic processes are affected and altered by the presence of piers and the installation of barges which impede the normal circulation of marine currents.

This work aims to obtain systematic information on the state of the environmental impact of the coast of Coishco and Casma Bays between 2013-2017.

2. MATERIAL AND METHODS

The study area comprises a system of open bays, with protected areas on Santa Island in Coishco and on the rocky cliffs that extend into the northern zone in Casma; these areas were monitored between April and December each year.

Eight stations were evaluated in each of the bays (Table 1). The coastal ridges rise does not allow the direct action of the predominant winds on the aquatic environment; the area evaluated includes Coishco Bay, whose coastline is determined by latitudes 9°00'10.1" to 9°02'37.9"S and Casma Bay from 9°25'35.5" to 9°27'58.6"S (Fig. 1).

Determinations of physical, chemical, and microbiological parameters of aquatic quality were based on methods from IMARPE, USEPA, APHA, and FAO protocols.

- Winkler titration method, determination of oxygen.

2 La chata o lanchón es un tipo de embarcación de fondo llano, de poco calado y capaz de admitir mucha carga.

los vientos predominantes al medio acuático; el área evaluada comprende la bahía de Coishco, cuyo litoral costero está determinada por las latitudes 9°00'10,1" a 9°02'37,9"S y la de Casma de 9°25'35,5" a 9°27'58,6"S (Fig. 1).

Las determinaciones de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de calidad acuática se basaron en métodos de los protocolos de IMARPE, USEPA, APHA y FAO.

- Método titulométrico de Winkler, determinación de oxígeno.
- Método de inducción usando el Portasal Guildline 8410A, determinación de salinidad.
- Método colorimétrico de STRICKLAND y PARSON (1972), determinación de nutrientes.
- Método colorimétrico, determinación de sulfuro de hidrógeno (GRASSHOFF, 1976).
- Método potenciométrico, usando equipo portátil para determinación del pH.
- Método gravimétrico de la US EPA 1986, determinación de sólidos suspendidos totales.
- Dirección y velocidad de las corrientes marinas con correntómetro AAnderra RSW.
- Método gravimétrico 209-D, APHA-AWWAWPCF para determinación de sólidos suspendidos totales (Standard Methods, 1980).
- Método de extracción directa PEO-AG/ED-001 según el Standard Methods APHA-AWWAWPCF 1992, para determinación de aceites y grasas.
- Método ISO 5815 (1983) para determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).
- Método de Tubos Múltiples (Número Más Probable) para cuantificación de coliformes, según el Standard Methods for Examination (1995).
- Método de pérdida por ignición, determinación de carbonatos y materia orgánica en sedimento (DEAN, 1974).

3. RESULTADOS

En la bahía de Coishco se encontraron profundidades de 11 a 19 m; en Casma las profundidades fueron de 7 a 27 m (Tabla 1); al igual que en Coishco las más bajas estuvieron cerca al área continental y las más altas desde el centro hacia fuera de la bahía.



Figura 1.- Ubicación de las bahías evaluadas en la Región Áncash
Figure 1. Location of the evaluated bays in the Ancash Region

- Induction method using Guildline 8410A Portasal, determination of salinity.
- Colorimetric method by STRICKLAND & PARSON (1972), determination of nutrients.
- Colorimetric method, determination of hydrogen sulfide (GRASSHOFF, 1976).
- Potentiometric method, using portable equipment for pH determination.
- USEPA 1986 gravimetric method, determination of total suspended solids.
- Direction and speed of sea currents with AAnderra RSW current meter.
- Gravimetric method 209-D, APHA-AWWAWPCF for the determination of total suspended solids (Standard Methods, 1980).
- Direct extraction method PEO-AG/ED-001 according to the Standard Methods APHA-AWWAWPCF 1992, for the determination of oils & fats.
- Method ISO 5815 (1983) for the determination of the Biochemical Oxygen Demand (BOD5).
- Multiple-tube method (Most Probable Number) for quantifying coliforms, according to the Standard Methods for Examination (1995).
- Loss-on-ignition method, determination of carbonates and organic matter in sediment (DEAN, 1974).

Tabla 1.- Estaciones de muestreo, bahías de Coishco y Casma, 2013-2017

Table 1. Sampling stations, Coishco and Casma Bays, 2013-2017

Estación Stations	Coishco		Casma	
	Posición geográfica Geographic position	Prof. Depth (m)	Posición geográfica Geographic position	Prof. Depth (m)
1	9°00'10,1"S, 78°39'10,6"W	11,0	9°25'55,5"S, 78°25'03,2"W	27,0
2	9°00'39,9"S, 78°38'24,2"W	13,0	9°26'37,5"S, 78°24'51,4"W	24,0
3	9°01'16,6"S, 78°39'26,8"W	17,0	9°26'15,9"S, 78°23'55,7"W	13,0
4	9°00'56,6"S, 78°40'22,8"W	15,0	9°27'10,4"S, 78°23'15,8"W	7,0
5	9°02'14,5"S, 78°40'10,3"W	14,0	9°26'21,1"S, 78°24'13,7"W	17,0
6	9°01'11,4"S, 78°37'42,9"W	10,3	9°27'08,4"S, 78°24'53,0"W	26,0
7	9°01'47,1"S, 78°38'17,6"W	16,0	9°27'15,2"S, 78°23'48,1"W	20,0
8	9°02'37,9"S, 78°38'28,0"W	19,0	9°27'58,6"S, 78°24'37,3"W	27,0

Batimetría (m)

En Coishco se observaron las menores profundidades cerca del borde costero, por inmediaciones de la caleta las mayores profundidades se localizaron desde la zona central hacia el sur de la bahía; mientras que por inmediaciones de la isla Santa se encontraron profundidades de 15 m. En Casma también se localizaron las menores profundidades por la zona costera y las mayores por el frente oceánico, fuera de la bahía (Fig. 2).

Temperatura (°C)

En los meses evaluados del 2013 al 2017, según se detalla en la Tabla 2, el registro superficial promedio de temperatura osciló entre 15,2 y 19,3 °C y en el fondo de 14,4 a 17,6 °C. En Coishco se observó que la distribución térmica, desde el extremo sur de la bahía hacia

3. RESULTS

Depths ranging from 11 to 19 m were found in Coishco Bay; regarding Casma, the depths were from 7 to 27 m (Table 1); as in Coishco, the lowest depths were in the inland area and the highest ones from the center to the outside of the bay.

Bathymetry (m)

The shallowest depths were observed at Coishco near the coastal edge, while around the cove, the deepest depths were located from the central zone towards the south of the bay; whereas depths of 15 m were found in the surroundings of Santa Island. In Casma, the shallowest depths were located in the coastal zone and the deepest ones in the oceanfront, outside the bay (Fig. 2).

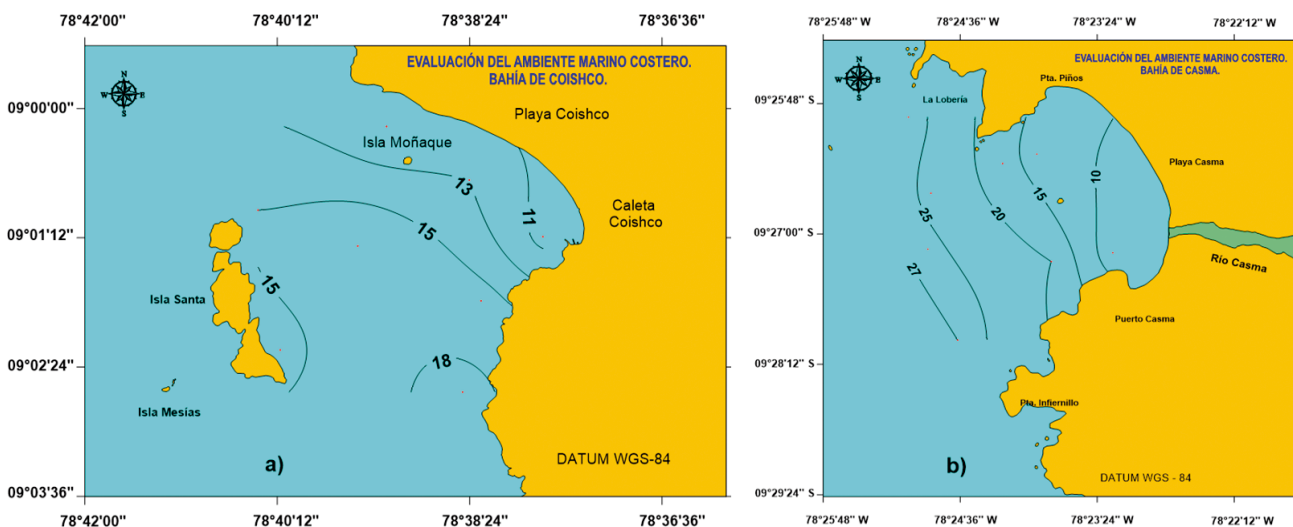


Figura 2.- Distribución batimétrica en las bahías, a) Coishco, b) Casma

Figure 2. Bathymetric distribution in the bays, a) Coishco, b) Casma

el centro de la caleta y parte norte incrementa gradualmente; la temperatura presentó similar tendencia a lo observado en superficie. Casma en superficie registró 15,4 a 18,5 °C y en fondo varió de 13,9 a 17,1 °C.

Transparencia (m)

La transparencia en Coishco varió de 1,4 a 4,1 m de profundidad y en Casma de 3,1 a 5,8 m (Tabla 2). En ambas bahías se observaron por la zona costera las menores visibilidades en el ambiente marino. En Coishco las mejores visibilidades se observaron en la parte central de la bahía y en Casma se encontraron por el frente oceánico fuera de la bahía.

Temperature (°C)

As detailed in Table 2, the mean surface temperature record ranged from 15.2 to 19.3 °C and at the bottom from 14.4 to 17.6 °C throughout the months evaluated from 2013 to 2017. The thermal distribution from the southern end of the bay towards the center of the cove and the northern part of Coishco was observed to be gradually increasing; the temperature showed a similar pattern to the one observed at the surface. Surface temperature in Casma was between 15.4 and 18.5 °C, and at the bottom, it ranged from 13.9 to 17.1 °C.

Tabla 2.- Parámetros físicos promedio. Evaluación de la calidad del ambiente marino y costero, bahías de Coishco y Casma. 2013 – 2017

Table 2. Mean physical parameters. Quality assessment of the marine and coastal environment, Coishco and Casma Bays. 2013 – 2017

Año Lugar	Mes	Nivel S=superficie F=fondo	Transparencia (m)	Temperatura (°C)	Salinidad (ups)	Corrientes marinas Velocidad (cm/s) Dirección (°)	
2013							
Coishco	Abril	s	1,4	15,6	34,581	...	...
		f		14,9	35,032	...	...
Casma	Abril	s	3,1	17,3	35,051	...	...
		f		15,8	35,040	...	...
2014							
Coishco	Abril	s	4,1	16,1	34,990	17,12	96
		f		15,4	35,027	17,19	179
Casma	Abril	s	5,6	16,9	33,272	8,25	190
		f		15,4	34,951	12,26	181
Coishco	Setiembre	s	2,3	15,2	34,936	15,60	168
		f		14,4	34,994	19,00	256
Casma	Setiembre	s	4,2	15,4	34,994	9,11	168
		f		13,9	34,970	4,30	136
Coishco	Diciembre	s	2,6	16,4	34,759	13,37	107
		f		15,4	35,070	9,05	200
Casma	Diciembre	s	4,6	16,5	35,058	7,06	126
		f		15,5	35,045	9,92	187
2015							
Coishco	Abril	s	2,1	19,3	34,848	11,00	266
		f		17,6	35,086	6,77	164
Casma	Abril	s	3,7	18,5	34,089	18,75	199
		f		17,1	35,055	21,51	173
Coishco	Noviembre	s	2,9	17,9	34,642	9,46	128
		f		16,8	35,101	11,32	150
Casma	Noviembre	s	5,4	17,4	35,227	9,28	164
		f		16,9	35,224	9,76	234
2016							
Coishco	Abr-May	s	4,0	18,4	35,085	16,10	61
		f		17,5	35,127	9,17	212
Casma	Abr-May	s	4,3	17,7	35,216	6,27	158
		f		16,8	35,212	5,33	223
Coishco	Noviembre	s	2,1	15,9	34,827	9,03	172
		f		14,8	34,986	6,65	162
Casma	Noviembre	s	5,8	16,2	35,020	11,68	155
		f		15,2	34,998	8,31	144
2017							
Coishco	Diciembre	s	2,5	15,5	34,822	11,38	43
		f		14,4	34,988	6,36	224
Casma	Diciembre	s	5,8	15,8	34,914	13,46	136
		f		14,2	34,932	16,38	139

Salinidad (ups)

En la bahía de Coishco la salinidad superficial varió de 34,581 a 35,085 ups (Tabla 2). Concentraciones menores a 34,800 ups se registraron en las inmediaciones de caleta Coishco mientras que al sur y centro de la bahía se localizaron concentraciones más altas. En fondo la salinidad varió de 34,986 a 35,127 ups, incrementándose de sur a norte. En Casma la salinidad superficial varió de 33,272 a 35,227 ups y en el fondo de 34,932 a 35,224 ups. En ambos niveles la distribución disminuye su concentración desde el frente oceánico central y sur hacia el interior de la bahía y muy cerca del borde costero (Fig. 3).

Transparency (m)

Transparency in Coishco ranged from 1.4 to 4.1 m in depth and in Casma from 3.1 to 5.8 m (Table 2). In both bays, the least visibility in the marine environment was observed in the coastal area. The best visibility in Coishco was observed in the central part of the bay and in Casma, it was found on the oceanfront outside the bay.

Salinity (psu)

Surface salinity in Coishco Bay ranged from 34.581 to 35.085 psu (Table 2). The lowest concentrations, 34.800 psu, were in the vicinity of Coishco Cove,

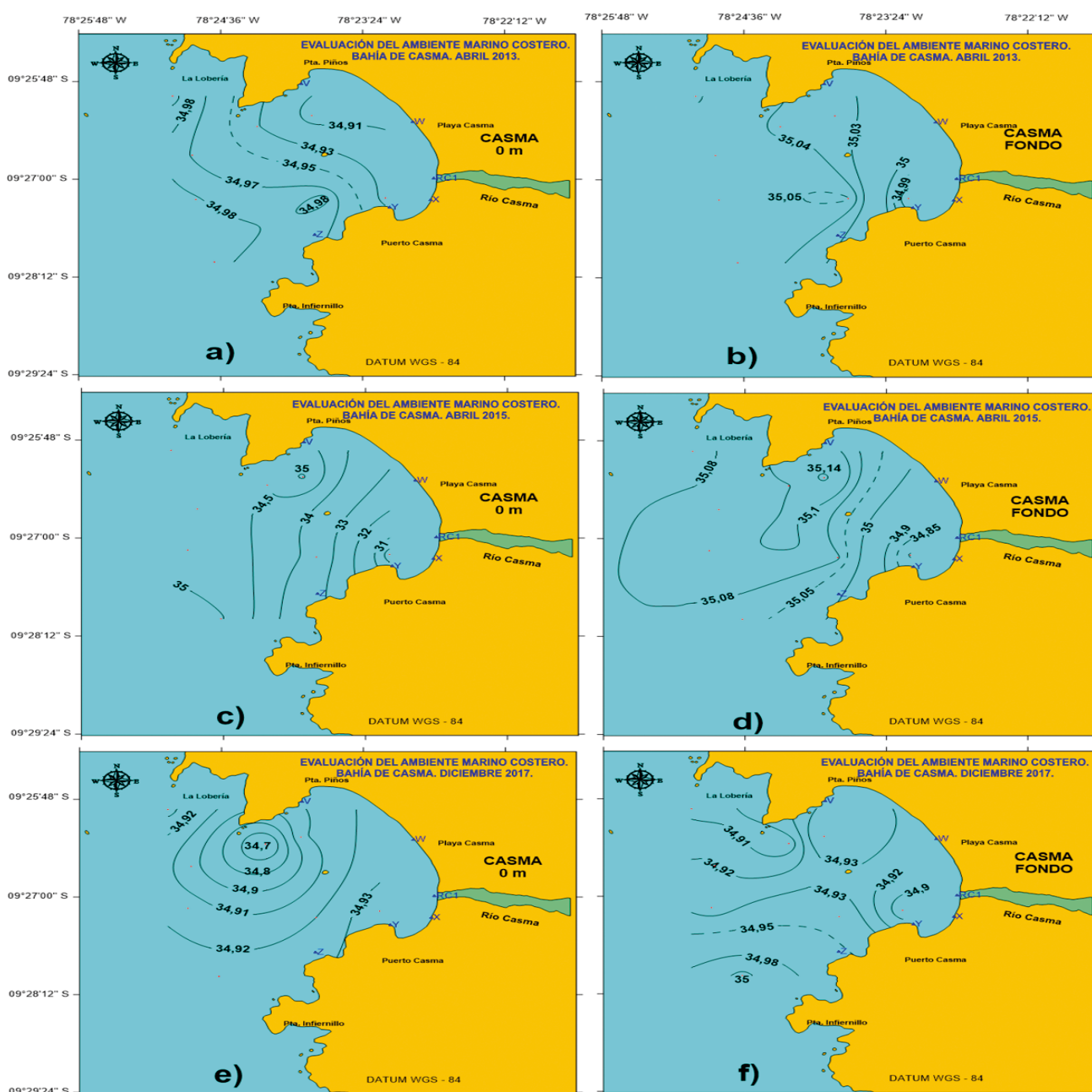


Figura 3.- Distribución de salinidad (ups), bahía de Casma 2013 – 2017

Figure 3. Salinity distribution (psu), Casma Bay 2013 – 2017

Corrientes marinas (cm/s)

En la bahía de Coishco las corrientes se desplazan de sur a norte y al interior de la bahía, muy cerca del borde costero de la caleta se redireccionan hacia el centro de la bahía (Fig. 4). En Casma las masas de agua se dirigen de norte a sur y luego de impactar en el borde costero se re-direcciona al sur (Fig. 5).

while the highest ones were located in the southern and central zone of the bay. The concentrations at the bottom varied from 34.986 to 35.127 psu, increasing from the south to the north. Surface salinity in Casma ranged from 33.272 to 35.227 psu and from 34.932 to 35.224 psu at the bottom. At both levels, the distribution decreases from the central and southern oceanfront towards the interior of the bay and very close to the coastal edge (Fig. 3).

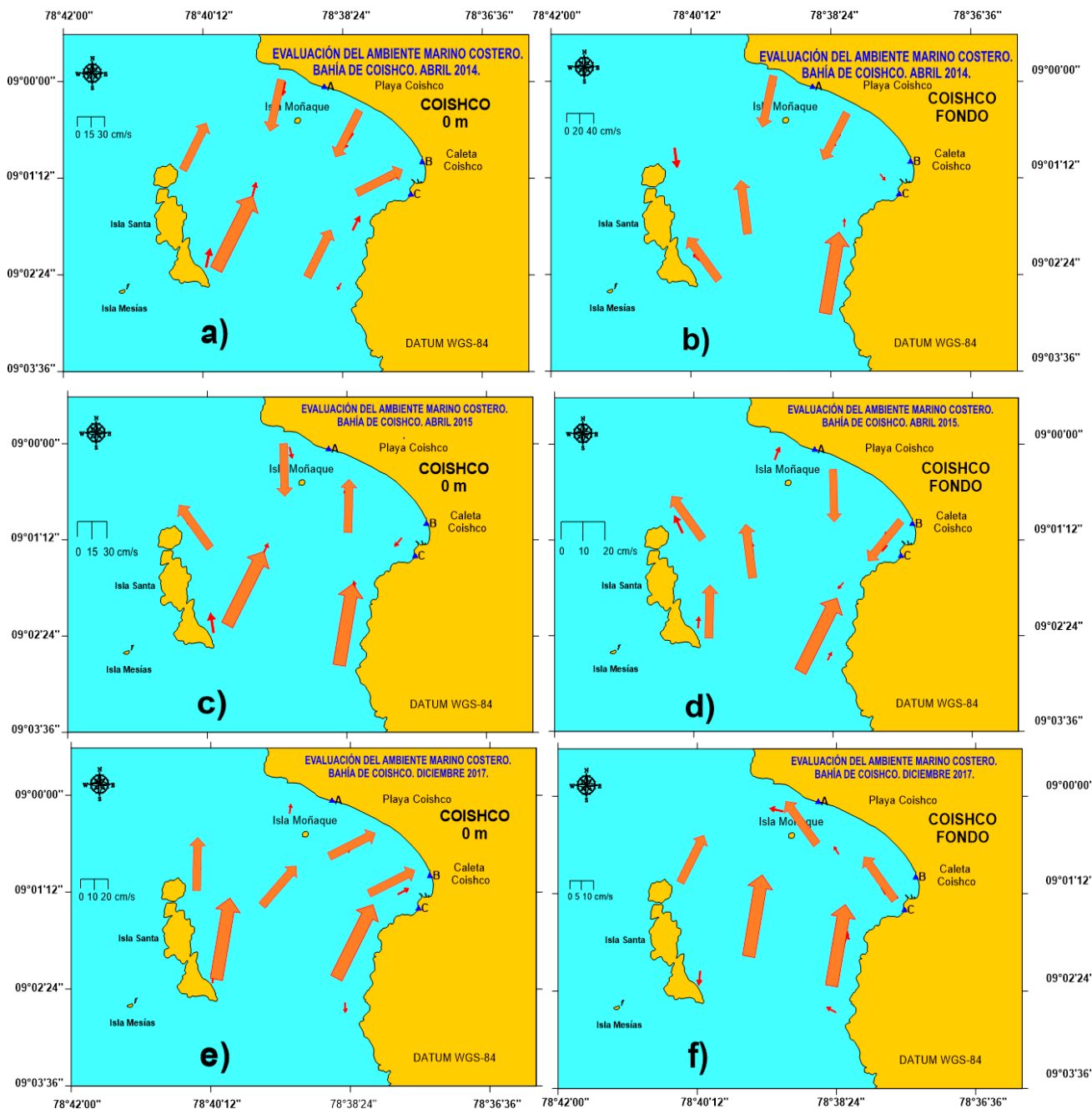


Figura 4.- Corrientes marinas (cm/s), bahía de Coishco. (2013 – 2017)

Figure 4. Marine currents (cm/s), Coishco Bay (2013 - 2017)

Oxígeno disuelto (mg/L) y pH (unidad)

En Coishco el oxígeno en superficie fluctuó entre 3,44 y 5,87 mg/L y en fondo de 0,56 a 3,65 mg/L (Tabla 3), incrementando su concentración muy cerca del borde costero (Fig. 6). En Casma las concentraciones superficiales variaron de 4,85 a 6,88 mg/L y en fondo de 0,75 a 3,43 mg/L, en ambos

Marine currents (cm/s)

The currents in Coishco Bay move from south to north and to the interior of the bay, but very close to the coastal edge of the cove, they are redirected towards the center of the bay (Fig. 4). The water masses in Casma are directed from north to south and after impacting the coastal edge they are redirected to the south (Fig. 5).

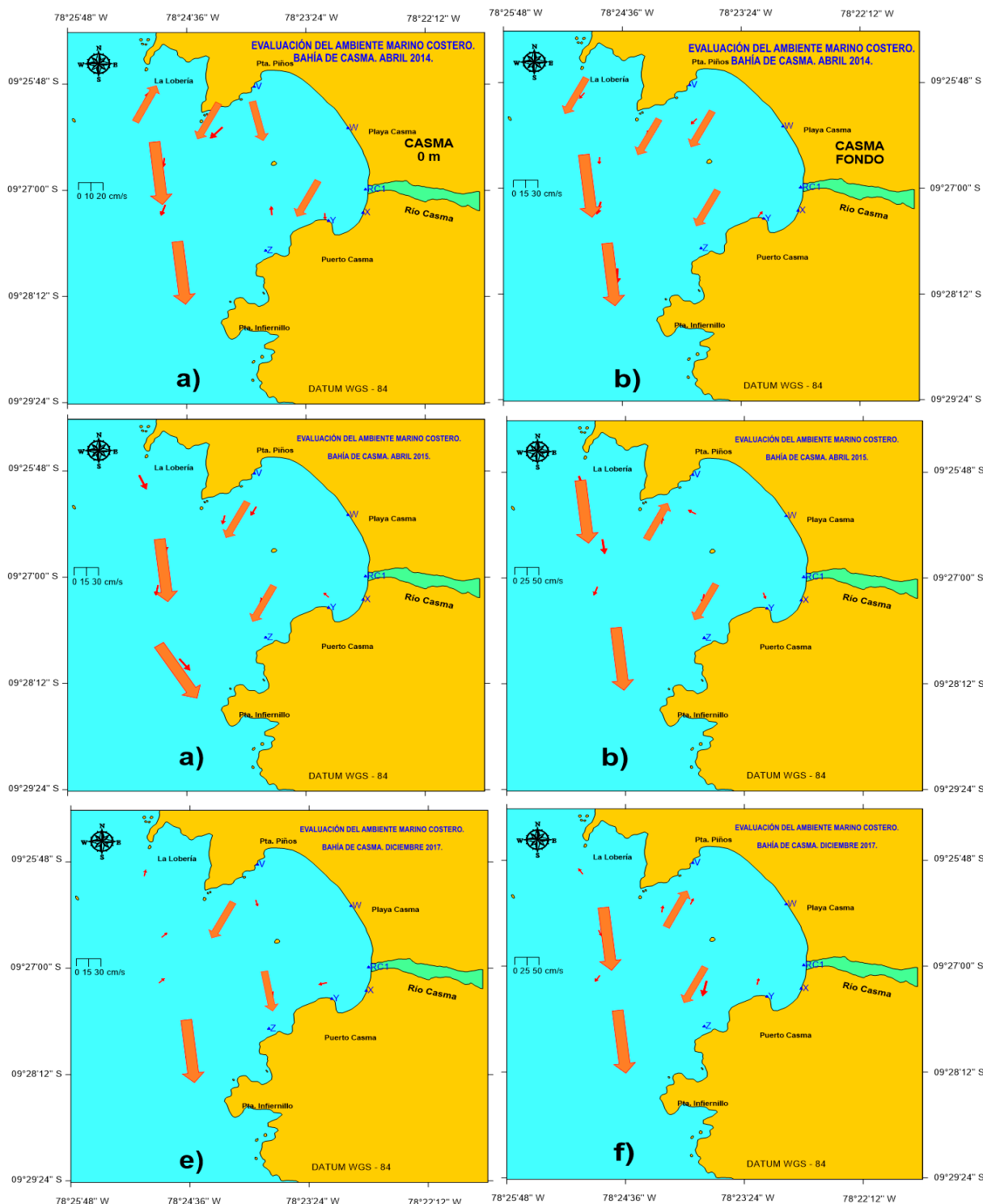


Figura 5.- Corrientes marinas (cm/s), bahía de Casma. (2013 – 2017)

Figure 5. Marine currents (cm/s), Casma Bay (2013 - 2017)

niveles su distribución incrementa desde el frente oceánico al interior de la bahía y muy cerca de la zona continental (Fig. 7).

En Coishco el pH en superficie varió de 7,74 a 8,75 unidades y en el fondo de 7,73 a 8,72 unidades. En Casma se presentaron concentraciones superficiales de 7,98 a 8,56 unidades y en el fondo de 7,88 a 8,63 unidades (Tabla 3).

Tanto en Coishco como en Casma en ambos niveles las concentraciones más altas se localizaron por la zona costera y las más bajas por la zona central en Coishco y frente oceánico en Casma.

Dissolved oxygen (mg/L) and pH (unit)

Coishco's surface oxygen ranged from 3.44 to 5.87 mg/L and from 0.56 to 3.65 mg/L at the bottom (Table 3), increasing its concentration very close to the coastal edge (Fig. 6). Casma's surface concentrations varied from 4.85 to 6.88 mg/L and from 0.75 to 3.43 mg/L at the bottom. At both levels, the oxygen distribution increases from the oceanfront to the interior of the bay and very close to the inland area (Fig. 7).

In Coishco, surface pH varied from 7.74 to 8.75 units and from 7.73 to 8.72 units at the bottom. In

Tabla 3.- Parámetros químicos promedio. Evaluación de la calidad del ambiente marino y costero. Bahías de Coishco y Casma. 2013 – 2017

Table 3. Mean chemical parameters. Quality assessment of the marine and coastal environment, Coishco and Casma Bays (2013 – 2017)

Año Lugar	Mes	Nivel S=superficie F=fondo	pH		Oxígeno (mg/L)	Fosfatos (µM)	Silicatos (µM)	Nitratos (µM)	Nitritos (µM)
			Mín (unidad)	Máx (unidad)					
2013									
Coishco	Abril	s	8,33	8,41	3,90	3,91	40,99	7,71	1,35
		f	8,26	8,34	3,65	5,15	38,05	4,45	0,99
Casma	Abril	s	8,44	8,50	6,49	2,74	26,24	1,24	0,56
		f	8,27	8,38	3,43	3,10	28,25	1,83	0,87
2014									
Coishco	Abril	s	8,19	8,29	3,44	1,80	18,19	7,41	1,58
		f	8,18	8,25	0,56	2,02	15,49	6,08	1,78
Casma	Abril	s	8,10	8,31	6,88	1,58	36,58	2,00	2,52
		f	8,05	8,16	1,54	1,96	27,73	1,51	1,95
Coishco	Setiembre	s	7,74	8,05	4,11	1,98	17,22	9,78	1,00
		f	7,73	8,02	0,99	1,83	19,34	14,22	1,08
Casma	Setiembre	s	7,98	8,06	4,85	2,61	21,60	16,15	1,94
		f	7,88	8,00	1,08	2,80	23,50	17,58	2,28
Coishco	Diciembre	s	8,26	8,42	5,48	2,79	24,39	25,04	1,19
		f	8,23	8,33	0,72	4,90	22,98	7,33	1,73
Casma	Diciembre	s	8,28	8,60	5,85	2,68	19,78	4,56	1,78
		f	8,24	8,42	1,33	3,18	26,95	6,12	2,71
2015									
Coishco	Abril	s	8,58	8,75	5,87	2,30	11,76	9,12	1,10
		f	8,53	8,72	2,29	2,64	14,81	10,74	0,99
Casma	Abril	s	8,56	8,77	6,07	9,06	18,82	10,02	1,10
		f	8,48	8,63	1,25	8,32	18,19	12,21	1,46
Coishco	Noviembre	s	8,12	8,60	4,16	5,18	23,73	22,60	1,38
		f	8,10	8,45	0,62	4,94	22,87	19,85	1,18
Casma	Noviembre	s	8,48	8,69	5,27	2,09	16,56	17,08	0,78
		f	8,44	8,62	2,99	2,46	23,80	19,04	0,71
2016									
Coishco	Abr-May	s	8,44	8,62	4,27	...	...	...	...
		f	8,42	8,49	1,00	...	...	...	...
Casma	Abr-May	s	8,34	8,58	6,41	...	...	...	...
		f	8,31	8,48	1,37	...	...	...	...
Coishco	Noviembre	s	8,21	8,42	4,46	1,21	21,84	7,24	6,30
		f	8,20	8,28	2,01	1,89	23,05	6,15	8,90
Casma	Noviembre	s	8,29	8,42	5,37	2,50	12,75	9,58	2,78
		f	8,19	8,27	1,71	2,56	12,96	9,96	3,00
2017									
Coishco	Diciembre	s	8,60	8,75	4,86	2,84	22,38	5,04	4,09
		f	8,37	8,66	1,74	2,95	25,67	4,38	3,81
Casma	Diciembre	s	8,33	8,48	5,73	3,42	16,72	6,92	3,15
		f	8,28	8,42	0,75	4,18	26,73	6,13	4,34

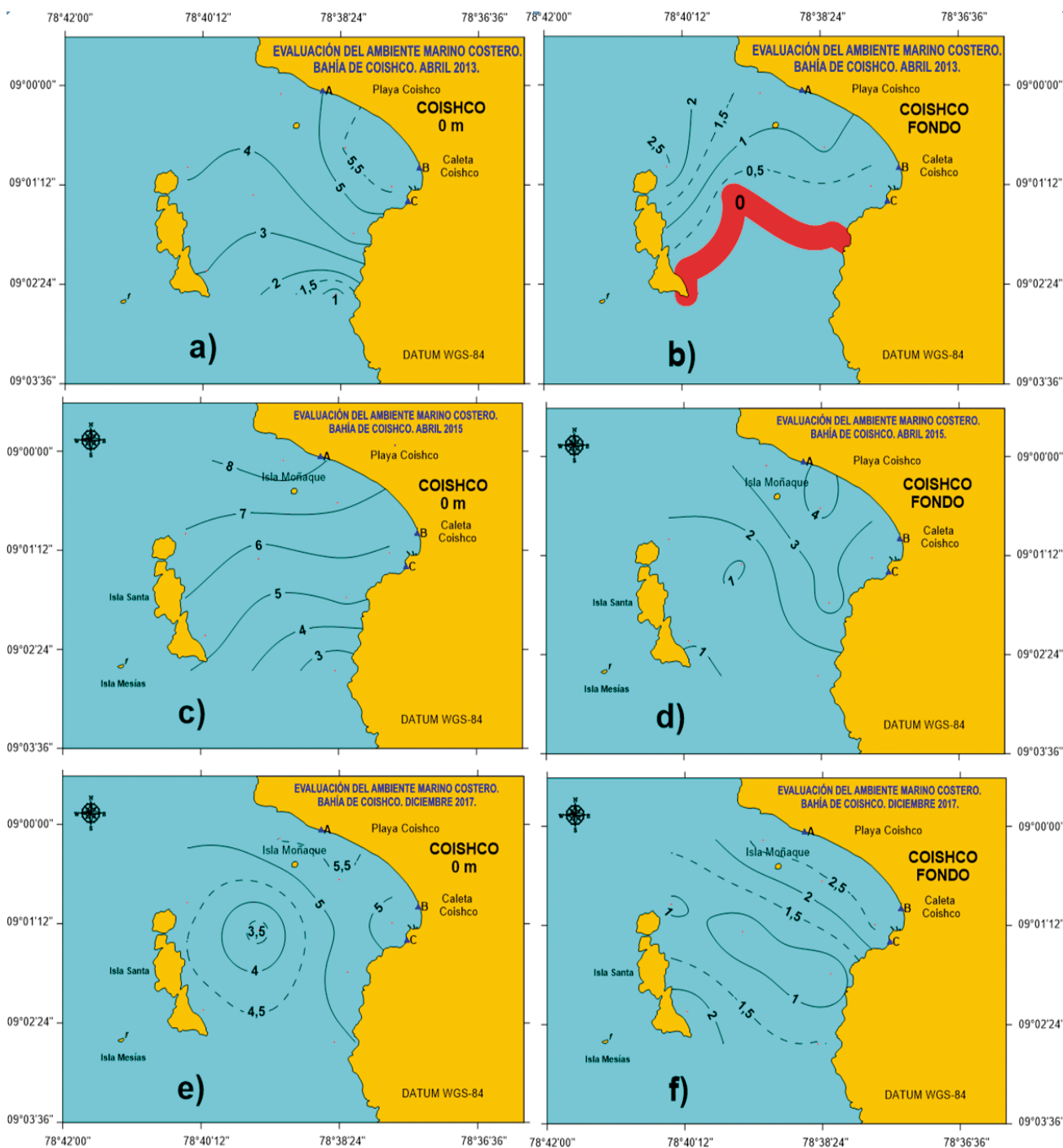


Figura 6.- Distribución de oxígeno (mg/L), bahía de Coishco. 2013 – 2017

Figure 6.- Oxygen distribution (mg/L), Coishco Bay (2013 - 2017)

Nutrientes (µM)

En Coishco los **fosfatos** superficiales presentaron concentraciones más altas (5,18 µM) en noviembre 2015 y más bajas (1,21 µ) en noviembre 2016, en fondo varió de 1,83 a 5,15 µM. En fondo la concentración varió de sur a norte incrementándose muy cerca del borde costero. En Casma fluctuaron entre 1,58 y 9,06 µM en superficie y en fondo de 1,96 a 8,32 µM, incrementándose de norte a sur (Tabla 3).

Casma, surface concentrations ranged from 7.98 to 8.56 units and from 7.88 to 8.63 units at the bottom (Table 3).

In Coishco and Casma, the highest concentrations, at both levels, were located in the coastal area and the lowest ones in the central area for Coishco and in the oceanfront for Casma.

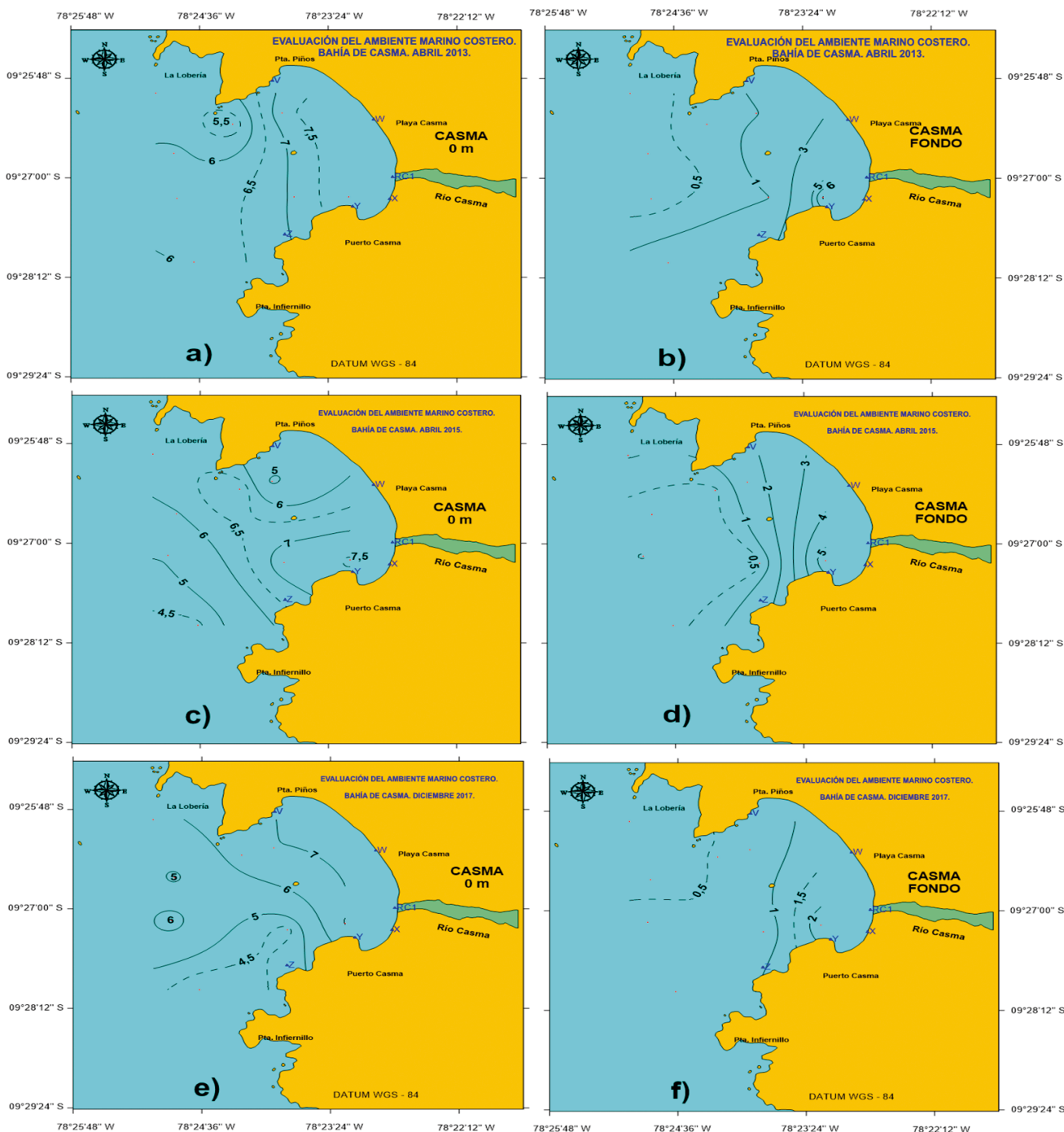


Figura 7.- Distribución de oxígeno (mg/L), bahía de Casma. (2013 – 2017)

Figure 7. Oxygen distribution (mg/L), Casma Bay (2013 - 2017)

En Coishco los **silicatos** superficiales presentaron concentraciones más altas en el 2013; y en fondo fueron más bajas y se registraron en el 2015. En Casma las concentraciones superficiales más altas se encontraron en el 2014, pero en fondo las más bajas se encontraron en el 2016 (Tabla 3).

Los **nitratos** superficiales en Coishco variaron de 5,04 a 25,04 μM y en fondo fluctuaron entre 4,38 y 19,85 μM . En el 2013 en superficie las concentraciones más

Nutrients (μM)

Coishco's surface **phosphates** had higher concentrations (5.18 μM) in November 2015 and lower concentrations (1.21 μM) in November 2016, ranging from 1.83 to 5.15 μM at the bottom. The concentration at the bottom varied from south to north and increased in the near-shore area. Casma's surface phosphates ranged from 1.58 to 9.06 μM and from 1.96 to 8.32 μM at the bottom, increasing from north to south (Table 3).

altas se localizaron por la parte norte de isla Santa y en el 2017 se encontraron núcleos concéntricos por la zona central de la bahía de 7,50 a 10,00 μM ; en tanto que, en el fondo la distribución de nitratos presentó las concentraciones más bajas en el extremo sur de la bahía. En Casma esas concentraciones en superficie fluctuaron entre 1,24 y 17,08 μM y en fondo de 1,51 a 19,04 μM (Tabla 3).

Los nitritos superficiales en Coishco presentaron concentraciones más altas en el 2016; en fondo las más bajas se localizaron en el 2013 y 2015. En superficie en Casma se presentaron concentraciones más altas en el 2017, en fondo las más bajas se registraron en el 2015 (Tabla 3).

Sólidos suspendidos totales (mg/L)

En Coishco en superficie y fondo presentaron concentraciones más altas en setiembre y diciembre del 2014, en el resto del tiempo evaluado fueron menores a 60,00 mg/L (Fig. 8). En Casma, en superficie y fondo presentaron tendencia creciente desde abril 2013 hasta diciembre 2014 (Fig. 9).

Coishco’s surface **silicates** had the highest concentrations in 2013, while the lowest ones were found in 2015 at the bottom. In Casma, the highest surface concentrations were found in 2014, but the lowest were found in 2016 (Table 3).

Coishco’s surface **nitrites** varied from 5.04 to 25.04 μM and between 4.38 and 19.85 μM at the bottom. The highest surface concentrations in 2013 were located in the northern part of the Santa Island and concentric nuclei were found in the central area of the bay from 7.50 to 10.00 μM in 2017; whereas, at the bottom, the distribution of nitrates showed the lowest concentrations in the southern end of the bay. These concentrations in Casma ranged from 1.24 to 17.08 μM at the surface and from 1.51 to 19.04 μM at the bottom (Table 3).

Coishco’s surface **nitrites** showed higher concentrations in 2016; the lowest ones were found in 2013 and 2015. Casma’s surface concentrations were highest in 2017, whereas the lowest were recorded at the bottom in 2015 (Table 3).

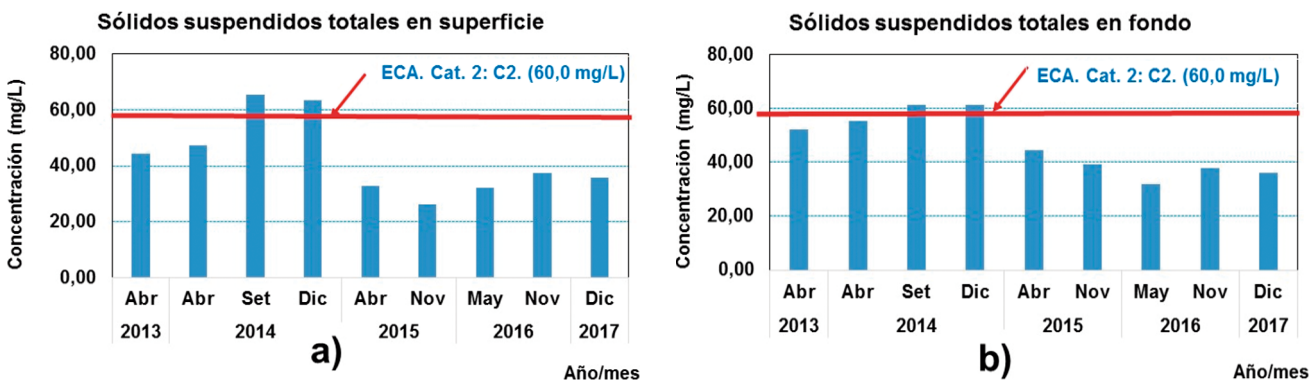


Figura 8.- Sólidos suspendidos (mg/L), a) superficie, b) fondo. Bahía de Coishco. (2013 – 2017)

Figure 8. Suspended solids (mg/L), (a) surface, (b) bottom. Coishco Bay (2013 - 2017)

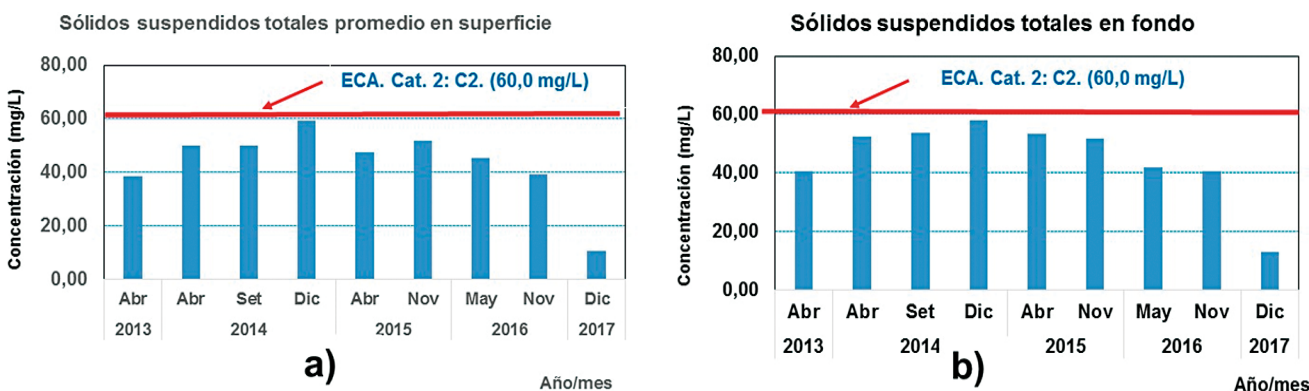


Figura 9.- Sólidos suspendidos totales (mg/L), a) superficie, b) fondo. Bahía de Casma. (2013 – 2017)

Figure 9. Total suspended solids (mg/L), (a) surface, (b) bottom. Casma Bay (2013 - 2017)

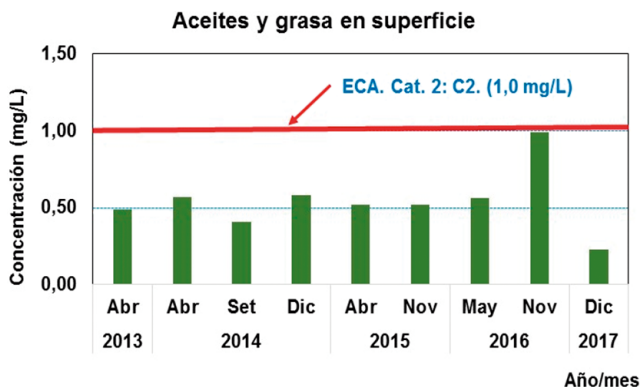


Figura 10.- Aceites y grasa (mg/L). Bahía de Coishco. 2013 – 2017

Figure 10. Variation in oils and fats (mg/L). Coishco Bay (2013 - 2017)

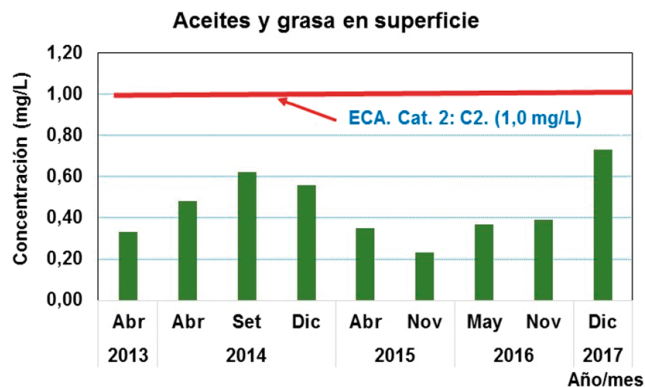


Figura 11.- Variación de aceites y grasa (mg/L). Bahía de Casma.

(2013 – 2017)

Figure 11. Variation in oils and fats (mg/L). Casma Bay (2013 - 2017)

Aceites y grasas

Superficialmente en Coishco la concentración promedio más alta ocurrió en noviembre del 2016; en el resto de las evaluaciones fueron menores a 0,80 mg/L (Fig. 10). Para Casma los promedios menores a 0,80 mg/L se registraron en todo el periodo estudiado (Fig. 11).

Sulfuro de Hidrógeno y Materia Orgánica Total (MOT)

En la Tabla 4 se dan los resultados de las evaluaciones efectuadas en la bahía de Coishco y en Casma. En toda el área evaluada de Casma se determinaron concentraciones menores a 0,0500 mg/L.

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO₅ (mg/L)

Durante el periodo evaluado, las concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno en ambas bahías fueron <6,00 mg/L. En Coishco las concentraciones promedio variaron de 1,12 mg/L en diciembre 2017 a 5,12 mg/L en setiembre 2014 (Fig. 12). En Casma las concentraciones promedio fluctuaron entre 1,00 mg/L en mayo 2016 y 3,92 mg/L en abril 2014 (Fig. 13). En ambas localidades se determinaron concentraciones menores de 4,00 mg/L.

Coliformes totales.- En Coishco las concentraciones promedio en el periodo estudiado presentaron valores elevados en el 2013 y el 2015; en los otros años fueron menores a 40,00 NMP/100 mL (Fig. 14). En Casma la concentración más alta se encontró en el 2016 y en el resto de los años fueron menores a 20,00 NMP/100 mL (Fig. 15).

Total suspended solids (mg/L)

In Coishco, surface and bottom concentrations were higher in September and December 2014, and in the rest of the time, they were less than 60.00 mg/L (Fig. 8). In Casma, surface and bottom concentrations showed an increasing pattern from April 2013 to December 2014 (Fig. 9).

Oils & fats

On the surface, the highest mean concentration in Coishco occurred in November 2016; it was less than 0.80 mg/L in all other evaluations (Fig. 10). For Casma, averages of less than 0.80 mg/L were recorded throughout the period studied (Fig. 11).

Hydrogen Sulfide and Total Organic Matter (TOM)

Table 4 shows the results of the evaluations carried out in Coishco Bay and Casma. Concentrations of less than 0.0500 mg/L were determined throughout the Casma assessment area.

Biochemical oxygen demand, BOD₅ (mg/L)

The BOD₅ concentrations in both bays were <6.00 mg/L throughout the evaluation period. The mean concentrations in Coishco ranged from 1.12 mg/L in December 2017 to 5.12 mg/L in September 2014 (Fig. 12). The mean concentrations in Casma varied between 1.00 mg/L in May 2016 and 3.92 mg/L in April 2014 (Fig. 13). Concentrations of less than 4.00 mg/L were determined in both locations.

Total coliforms.- The mean concentrations in Coishco during the period studied showed high values in 2013 and 2015; while they were less than 40.00 NMP/100 mL in the remaining years (Fig. 14). The highest concentration in Casma was found in 2016 and it was less than 20.00 NMP/100 mL in the other years (Fig. 15).

Tabla 4.- Resultados de sulfuro de hidrógeno en agua de mar y materia orgánica total (MOT) promedio. Evaluación de la calidad del ambiente marino y costero. Bahías de Coishco y Casma. 2013 – 2017

Table 4. Results of hydrogen sulfide in seawater and mean total organic matter (TOM). Quality assessment of the marine and coastal environment, Coishco and Casma Bays (2013 – 2017)

Año	Lugar	Mes	Nivel S=superficie F=fondo	Sulfuro de hidrógeno		MOT
				Mín (mg/L)	Máx (mg/L)	(%)
2013						
	Coishco	Abril	f	0,0128	0,3615	5,49
	Casma	Abril	f	0,0055	0,0216	1,56
2014						
	Coishco	Abril	f	ND	0,0246	4,5
	Casma	Abril	f	ND	0,0117	1,13
	Coishco	Setiembre	f	ND	ND	3,69
	Casma	Setiembre	f	ND	ND	1,02
	Coishco	Diciembre	f	...	....	4,07
	Casma	Diciembre	f	...	...	1,6
2015						
	Coishco	Abril	f	0,0083	0,0096	6,3
	Casma	Abril	f	ND	0,0074	2,33
	Coishco	Noviembre	f	ND	0,0089	4,24
	Casma	Noviembre	f	ND	ND	1,57
2016						
	Coishco	Abr-May	f	< 0,01	< 0,01	4,69
	Casma	Abr-May	f	< 0,01	< 0,01	1,62
	Coishco	Noviembre	f	< 0,01	< 0,01	6,47
	Casma	Noviembre	f	< 0,01	< 0,01	1,86
2017						
	Coishco	Diciembre	f	< 0,01	< 0,01	6,63
	Casma	Diciembre	f	< 0,01	< 0,01	2,65

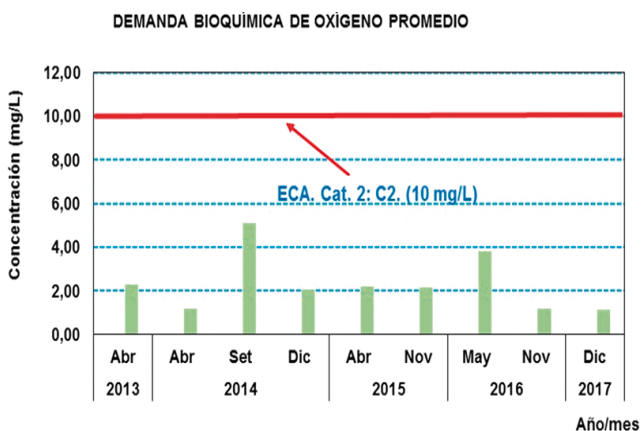


Figura 12.- Variación de la demanda bioquímica de oxígeno (mg/L). Bahía de Coishco (2013 - 2017)

Table 12. Variation in BOD5 (mg/L), Coishco Bay (2013 - 2017)

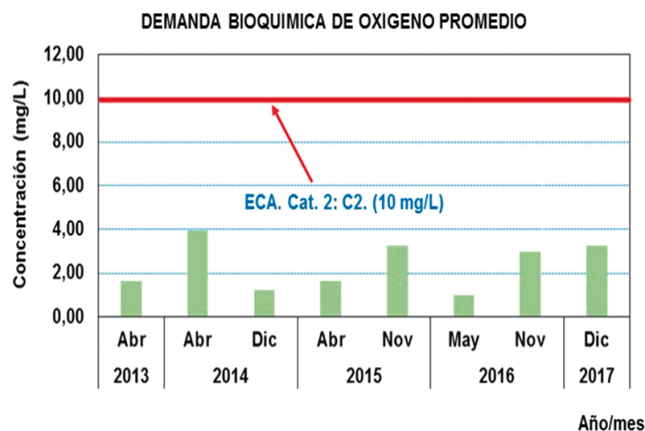


Figura 13.- Variación de la demanda bioquímica de oxígeno (mg/L). Bahía de Casma (2013 - 2017)

Figure 13. Variation in BOD5 (mg/L), Casma Bay (2013 - 2017)

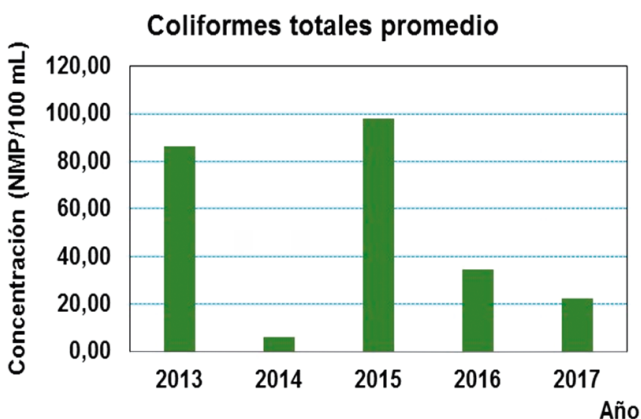


Figura 14.- Coliformes totales (NMP/100 mL). Bahía de Coishco (2013 - 2017)

Figure 14. Total coliforms (NMP/100 mL), Coishco Bay (2013 - 2017)

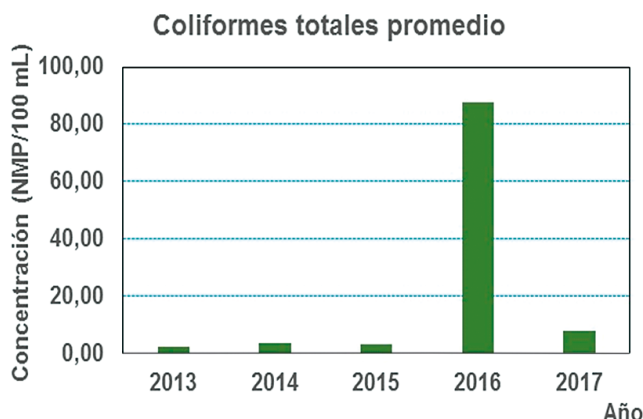


Figura 15.- Variación de coliformes totales (NMP/100 mL). Bahía de Casma. (2013 - 2017)

Figure 15. Variation in total coliforms (NMP/100 mL), Casma Bay (2013 - 2017)

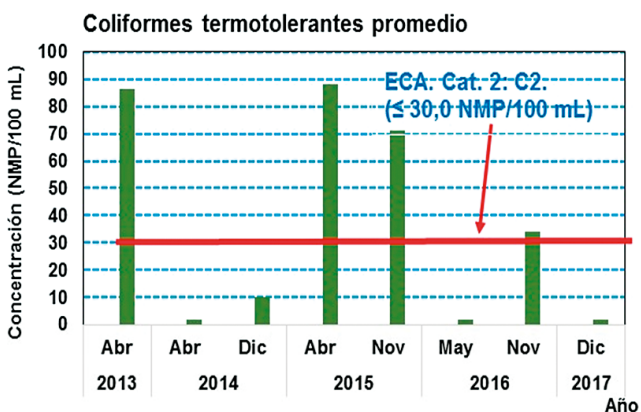


Figura 16.- Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL). Bahía de Coishco (2013 - 2017)

Figure 16. Thermotolerant coliforms (NMP/100 mL), Coishco Bay (2013 - 2017)

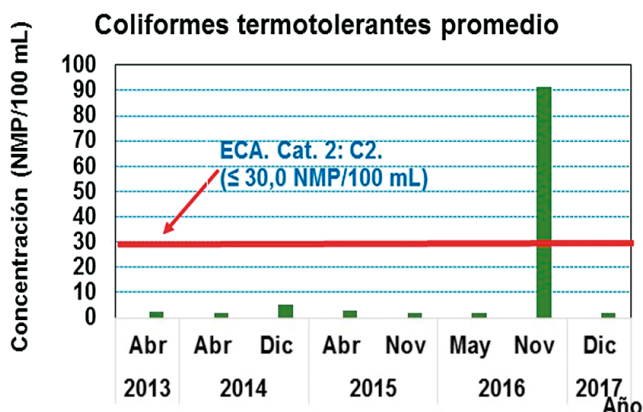


Figura 17.- Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL). Bahía de Casma. (2013 - 2017)

Figure 17. Thermotolerant coliforms (NMP/100 mL), Casma Bay (2013 - 2017)

Coliformes termotolerantes.- En Coishco altas concentraciones promedio se registraron en abril 2013 y 2015 y, noviembre 2015 y 2016; en los otros años fueron menores a 15,00 NMP/100 mL (Fig. 16). En Casma la concentración más alta se determinó en noviembre del 2016, en el resto de los años fueron menores a 10,00 NMP/100 mL (Fig. 17).

Thermotolerant coliforms.- In Coishco, high mean concentrations were recorded in April 2013 and 2015 and November 2015 and 2016; they were less than 15.00 NMP/100 mL in the other years (Fig. 16). In Casma, the highest concentration was determined in November 2016, whereas it was less than 10.00 NMP/100 mL in the other years (Fig. 17).

La materia orgánica total en el sedimento marino mantiene altos niveles en la bahía de Coishco, encontrándose valores promedio de 4,07 a 6,63% (Tabla 4). Las concentraciones promedio mayores a 6,00% se encontraron en abril 2015, noviembre 2016 y diciembre 2017; en el resto de los años fueron menores a 5,50%. En la mayoría de las evaluaciones se encontró fango en algunos casos con ligero a intenso olor a sulfuro de hidrógeno (Fig. 18). En Casma la concentración varió de 1,13 a 2,65% (Tabla 4). Las concentraciones más altas se localizaron en abril 2015 y diciembre 2017, en esta bahía se encontró textura de arena fina, sin olor a sulfuros y en algunos casos con fango y ligero olor a sulfuros (Fig. 19).

Total organic matter in the marine sediment remains high in Coishco Bay, where mean values of 4.07 to 6.63% were found (Table 4). The mean concentrations greater than 6.00% were found in April 2015, November 2016, and December 2017; while they were less than 5.50% in the other years. Most evaluations found sludge, in some cases with a slight to strong sulfur odor (Fig. 18). In Casma, the concentration varied from 1.13 to 2.65% (Table 4). The highest concentrations were observed in April 2015 and December 2017; fine sand texture was found in this bay, with no sulfur odor and in some cases with sludge and a slight sulfur odor (Fig. 19).

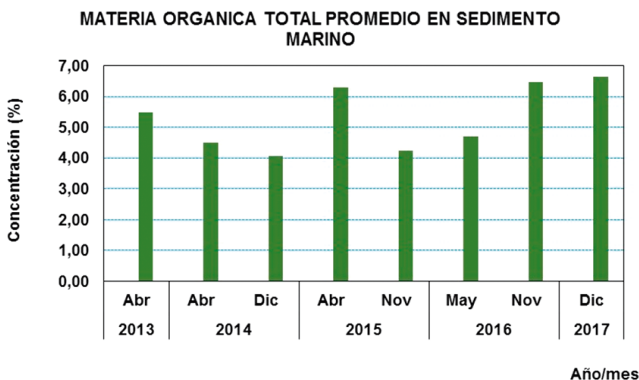


Figura 18.- Materia orgánica total (%) en sedimento marino. Bahía de Coishco. (2013 - 2017)

Figure 18. Total organic matter (%) in marine sediment, Coishco Bay (2013 - 2017)

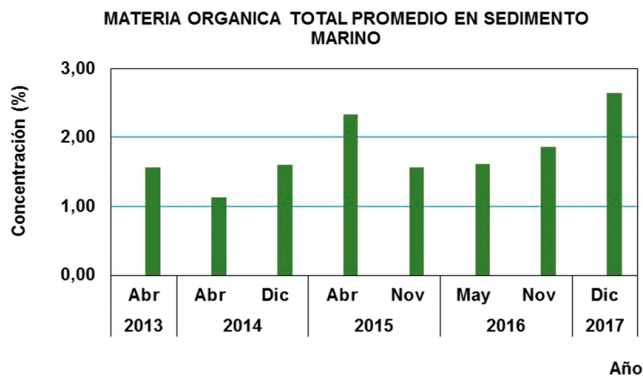


Figura 19.- Materia orgánica total (%) en sedimento marino. Bahía de Casma. (2013 - 2017)

Figure 19. Total organic matter (%) in marine sediment, Casma Bay (2013 - 2017)

4. DISCUSIÓN

En la zona continental del distrito de Coishco y muy cerca del área marina están asentadas las empresas pesqueras por más de 25 años, la actividad pesquera, dentro de sus procesos productivos, se caracteriza por generar aguas residuales con alta carga orgánica que son vertidas directamente al medio marino, en muchos de los casos sin tratamiento primario de sus efluentes pesqueros, que sumadas al vertido de las aguas municipales o domésticas sin tratamiento físico, químico y biológico, incrementan los niveles de contaminación de la bahía de Coishco. En Casma, hasta mediados del año 2008 funcionaban dos fábricas pesqueras que también vertían sus aguas residuales al ecosistema marino de la bahía, dejando un pasivo ambiental de residuos orgánicos en el sedimento marino. La actividad pesquera produce contaminación por el vertido de efluentes industriales en el litoral, los cuales durante la época de pesca aportan al medio marino cargas contaminantes de tipo orgánico (IMARPE y CPPS, 2010).

El monitoreo de calidad de agua de los cuerpos marinos (mar) es muy importante para determinar el grado de contaminación de las aguas por la descarga de efluentes contaminantes de origen industrial. Para ello, existen indicadores cuyas mediciones ayudan a definir el grado de contaminación, son los denominados ECAs (Estándares de Calidad Ambiental), que permiten estudiar la calidad del agua y definir el nivel de contaminación del mar (VARAS y RIVERO, 2016).

La bahía de Coishco presenta impacto ambiental como producto del fango marino ocasionado por los vertidos residuales pesqueros, domésticos y de la escorrentía agrícola. Es indudable que el sedimento marino está impactado mayormente por los residuos pesqueros que vierten las industrias dedicadas a este rubro, dado

4. DISCUSSION

Fishing companies have been established in the inland area of Coishco for more than 25 years. The fishing activity is characterized by the generation of high-organic content wastewater, which is discharged directly into the marine environment and when added to domestic water without chemical/biological treatment, increases the pollution levels of Coishco Bay. Two fishing factories were operating in Casma until mid-2008; they also dumped their wastewater into the marine ecosystem of the bay, leaving an environmental liability of organic waste in the marine sediment. Fishing activity pollutes the coastline by dumping industrial effluents, which produce organic pollutant loads in the marine environment during the fishing season (IMARPE & CPPS, 2010).

The quality monitoring of water masses (sea) is very important, to determine the degree of water pollution produced by the discharge of industrial effluents. There are indicators whose measurement helps us to define the degree of pollution, the so-called EQS (Environmental Quality Standards), which are used to study water quality and define the level of pollution of the sea (VARAS & RIVERO, 2016).

Coishco Bay has environmental impact caused by sea mud from fishing, domestic, and agricultural effluents. There is no doubt that the marine sediment is mostly impacted by the fishing residues dumped by the industries dedicated to this area given the high values obtained from total organic matter. SÁNCHEZ *et al.* (2008) reported that there are six fishing factories in Coishco Bay that

los altos valores obtenidos de materia orgánica total. SÁNCHEZ *et al.* (2008) reportaron que en la bahía de Coishco existen seis fábricas pesqueras que descargan hacia el mar el agua de bombeo y otros residuos líquidos provenientes del proceso de reducción de harina. TRESIERRA *et al.* (2007) mencionaron que los niveles de contaminación en la bahía de Coishco se incrementaron ante el crecimiento de la actividad industrial pesquera y el vertimiento de aguas de uso doméstico, habiendo afectado el sedimento, y en ciertas ocasiones la calidad del agua, por la anoxia ocasionada. La bahía de Coishco presenta perturbación producto de la recepción de aguas de uso doméstico no tratadas y de las aguas de la industria pesquera (GARCÍA *et al.*, 2015).

En ambas bahías se encontraron valores termohalinos de mezclas de Aguas Costeras Frías (ACF) con Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) que estuvieron influenciadas por los vertidos industriales, domésticos y las descargas de los ríos Santa y Shisho en Coishco y en Casma por el río del mismo nombre, con valores de salinidad menores a 34,800 ups.

Los nutrientes respecto a fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos presentaron concentraciones mayores que lo reportado en el 2007 por TRESIERRA *et al.* (2007), variación que está sujeta al incremento de la materia orgánica en Coishco; en Casma los nutrientes se presentaron altos desde el 2015 hasta el 2017 comparados con los datos obtenidos de Coishco en este periodo de tiempo.

Los sólidos suspendidos totales en el 2014 en Coishco, presentaron concentraciones tanto en superficie como en fondo que superaron lo establecido (60,00 mg/L) en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 2. Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales. C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino-costeras (MINAM, 2017); en los otros años evaluados no superaron dicho valor. En Casma durante el periodo evaluado, se presentaron concentraciones que no superaron el valor ECA. Respecto a los aceites y grasa la bahía de Coishco presentó los valores más altos en comparación con lo obtenido en Casma, pero en ambas bahías las concentraciones de aceites y grasa no superaron lo permitido (1,00 mg/L) por el ECA.

Los sulfuros de hidrógeno, que reflejan la alteración del medio marino por residuos orgánicos, presentaron en Coishco concentraciones puntuales de 0,3615 y 0,0890 mg/L en abril 2013 y noviembre 2015 respectivamente, superando lo permitido (0,0500 mg/L) por el ECA MINAM (2017). En los otros años evaluados no superaron dicho valor en Coishco y Casma.

discharge the pumping water and other liquid residues from the fishmeal reduction process into the sea. TRESIERRA *et al.* (2007) mentioned that pollution levels in this bay increased as a result of intensified industrial fishing activity and the dumping of domestic wastewater, which have affected the sediment and, on certain occasions, water quality, because of the anoxia. Coishco Bay is disturbed by the reception of untreated domestic water and water from the fishing industry (GARCÍA *et al.*, 2015).

Thermohaline values of mixing Cold Coastal Waters (CCW) with Subtropical Surface Waters (SSW) were found in both bays, which were influenced by industrial and domestic discharges and discharges from the Santa and Shisho rivers in Coishco and in Casma by the river of the same name, with salinity values below 34.800 psu.

Nutrients (phosphates, silicates, nitrates, and nitrites) had higher concentrations than those reported in TRESIERRA *et al.* (2007), this variation is related to the increase of organic matter in Coishco; whereas, nutrients in Casma were high from 2015 to 2017 when compared to the data obtained from Coishco in this period.

In 2014, Coishco's total suspended solids presented both surface and bottom concentrations that exceeded what is allowed (60.00 mg/L) by the National Environmental Quality Standards for Water, category 2 (MINAM, 2017) while they did not exceed this value in the remaining years. No concentrations exceeding the EQS value were found in Casma during the assessment period. Regarding oils and fats, Coishco Bay presented the highest values when compared to those obtained for Casma, but in both bays, the concentrations of oils and fats did not exceed what is allowed (1.00 mg/L) by the EQS.

In Coishco, the hydrogen sulfides presented specific concentrations of 0.3615 and 0.0890 mg/L in April 2013 and November 2015 respectively, which exceeded what is permitted (0.0500 mg/L) by the EQS MINAM (2017). In the other years they did not exceed the value assessed in Coishco and Casma.

The microbial pollution in Coishco, related to thermotolerant coliforms, showed the highest values from the central zone to Coishco Cove, the same condition was observed in 2008 (SÁNCHEZ *et*

En Coishco la contaminación microbiológica respecto a coliformes termotolerantes presentó los valores más altos desde la zona central hasta caleta Coishco, similar condición se observó en el 2008 (SÁNCHEZ *et al.*, 2008), en esta bahía se presentaron valores máximos de 230, 240, 230 y 79 NMP/100 mL en abril 2013, 2015 y noviembre 2015, 2016, respectivamente, estas concentraciones superaron lo permitido (≤ 30 NMP/100 mL) (MINAM, 2017). En Casma se observó un valor puntual de 540 NMP/100 mL en noviembre 2016 que superó lo permitido por el ECA.

Se observó en la bahía de Coishco que, cuando la actividad pesquera es mínima o quizá nula, se produce un restablecimiento del equilibrio del medio acuático, pero también es indudable que existe inestabilidad del grado de afectación del ecosistema marino condicionando el estrés ambiental donde la capacidad de asimilación se sobresatura y no permite equilibrar las variables ambientales; cuando la actividad de la industria pesquera es intensa, genera un desequilibrio del medio acuático debido al vertimiento de aguas residuales con alto contenido de materia orgánica al ecosistema marino, los vertidos de las aguas domésticas, de la escorrentía agrícola y también las faenas de petróleo, tráfico marítimo, muelles, chatas y tuberías abandonadas generan un sistema inestable en el ecosistema marino aumentando aún más los problemas de contaminación. Para Casma se espera un restablecimiento del equilibrio marino, debido a que no hay plantas pesqueras que viertan materia orgánica al mar por lo que su recuperación está condicionada a las fuerzas naturales del medio marino.

5. CONCLUSIONES

El ecosistema marino costero de la bahía de Coishco presenta signos de contaminación por efectos de la industria pesquera, pero aún es una bahía que se puede recuperar con la construcción del emisor submarino. En Casma el medio acuático está en vías de recuperación naturalmente.

La bahía de Coishco según los resultados obtenidos de materia orgánica, presenta mayor grado de contaminación que la bahía de Casma, a pesar de que estas dos bahías son consideradas abiertas, los restos orgánicos de los efluentes pesqueros, domésticos y de la escorrentía agrícola fueron depositados en el fondo marino por acción de los vientos y corrientes marinas.

En ambas bahías se encontraron mezclas de aguas marinas con aguas continentales, las que se tradujeron en valores de salinidad por debajo de 34,800 ups.

al., 2008). There were maximum values of 230, 240, 230, and 79 NMP/100 mL in April 2013, 2015 and November 2015, 2016 respectively, these concentrations exceeded what was permitted (≤ 30 NMP/100 mL) (MINAM, 2017). A punctual value of 540 NMP/100 mL was observed in Casma in November 2016 exceeding what was allowed by the EQS.

The restoration of the balance of the aquatic environment was observed in Coishco Bay when fishing activity is minimal or non-existent. The degree to which the ecosystem is affected by environmental stress is unstable when the capacity for assimilation is oversaturated. This occurs when the fishing industry is very active and discharges wastewater with a high organic matter content (thus generating an imbalance in the aquatic environment), as well as domestic water, agricultural runoff, oil production, and maritime traffic. The restoration of the marine balance is expected for Casma since there are no fishing plants, so its recovery is conditioned to the marine environment.

5. CONCLUSIONS

There are signs of pollution in the coastal marine ecosystem of Coishco Bay resulting from the effects of the fishing industry, but it is still a bay that can be recovered with the construction of the submarine emitter. The aquatic environment in Casma is naturally recovering.

Although Coishco and Casma Bays are considered open, the former is more polluted because the organic remains of fishing, domestic effluents, and agricultural runoff were deposited on the bottom.

Mixtures of marine and freshwater were found in both bays, thus generating salinities of less than 34.800 psu.

REFERENCIAS / REFERENCES

- APHA-AWWA-WPCF. 1980. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 15th Ed.
- DEAN W. 1974. Determination of Carbonate and Organic matter in calcareous sediments and rocks by loss on ignition: Comparison with others methods. In: Jour. Sed. Petrology 44 (1): 242-248.
- GARCÍA V, TRESIERRA A, SÁNCHEZ G, OROZCO R, TENORIO J. 2004. Monitoreo del ambiente marino costero en las bahías de Coishco y El Ferrol, Chimbote. Febrero 2004. Inf Interno Inst Mar Perú.
- GARCÍA V, RUBIO J, TRESIERRA A, SÁNCHEZ G, OROZCO R, BERNALES A, DOMÍNGUEZ N. 2008. Monitoreo del ambiente marino costero en el litoral costero de la Región Ancash. Abril y Junio 2008. Informe Interno. Inst Mar Perú.
- GARCÍA V, RUBIO J, SÁNCHEZ G, OROZCO R, DOMINGUEZ N. 2008. Monitoreo del ambiente marino costero en el litoral costero de la Región Ancash. Setiembre-octubre 2008. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- GARCÍA V, OROZCO R. 2015. Monitoreo del ambiente marino costero en el litoral costero de la Región Ancash. Abril 2015. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- GARCÍA V, OROZCO R. 2015. Monitoreo del ambiente marino costero en el litoral costero de la Región Ancash. Noviembre 2015. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- GRASSHOF K. [Ed.] 1976. Methods of seawater analysis. Verlag Chemie, Weinheim and New York. 317 pp.
- IMARPE, CPPS 2010. Informe nacional sobre el estado del ambiente marino del Perú: Informe de Consultoría Convenio IMARPE CPPS. Callao. 175 pp.
- MINAM 2017. Estándares Nacionales de Calidad ambiental para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM.
- SÁNCHEZ G, ENRIQUEZ E, GARCÍA V. 2008. Bahías El Ferrol y Coishco, Chimbote, Perú: Evaluación ambiental en abril y julio 2002. Inf Inst Mar Perú. 35(1): 7-26.
- STRICKLAND J, PARSON T. 1972. Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Board of Canada Ottawa. Bulletin 167.
- TRESIERRA A, GARCÍA V, HUERTO M, BERRÚ P, REYES D, CERVANTES 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): 35-42.
- VARAS P L, RIVERO M J. 2016. Impacto de la emisión de efluentes líquidos de la industria pesquera en el mar de puerto Malabrigo, distrito de Razurí-Ascope. 2015. Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional de Trujillo. 58 pp.