

# EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA ZONA MARINO COSTERA DE LAMBAYEQUE (JUNIO 2017)

## ENVIRONMENTAL ASSESSMENT IN THE COASTAL MARINE ZONE OF LAMBAYEQUE (JUNE 2017)

*Sergio Bances*

### RESUMEN

BANCES S. 2020. *Evaluación ambiental en la zona marino costera de Lambayeque (junio 2017)*. *Bol Inst Mar Perú*. 35(2): 335-351.- La zona marino costera de Lambayeque comprende desde la desembocadura del Dren 1000 (Bodegonos) hasta la desembocadura del río Zaña. En junio 2017 se realizó un estudio del inter y submareal con el objetivo de evaluar la calidad ambiental de las aguas a partir de indicadores fisicoquímicos y oceanográficos. El rango de temperaturas fue de 17,6 a 24,1 °C, las anomalías térmicas positivas variaron de +3,7 a + 6,0 °C. La salinidad superficial fluctuó entre 34,149 y 35,245; en el intermareal fueron menores los valores debido a la influencia de las descargas de los ríos de la Región. El oxígeno disuelto varió entre 2,20 y 9,73 mg/L. El potencial de Hidrógeno fluctuó entre 7,77 a 8,30. En el submareal, la contaminación fecal no sobrepasó 2 NMP/100 mL para Coliformes Totales (CT) y Coliformes Termotolerantes (CTT), en el intermareal los CT fluctuaron entre <1,8 y 2,2x10<sup>4</sup> NMP/100 mL, y los CTT entre <1,8 y 1,4x10<sup>4</sup> NMP/100 mL. Los nutrientes (fosfatos, silicatos, nitritos y nitratos) se incrementaron en comparación con la prospección de mayo-junio 2016 originado por el caudal de los ríos que desembocaron en la zona marina costera. El cobre en sedimento varió de <0,030 a 6,91 µg/g, el zinc de 19,59 a 38,4 µg/g, y el plomo de 2,50 a 5,41 µg/g. El cadmio varió de <0,020 a 1,14 µg/g.

PALABRAS CLAVE: Lambayeque, zona marino costera, junio 2017

### ABSTRACT

BANCES S. 2020. *Environmental assessment in the coastal marine zone of Lambayeque (June 2017)*. *Bol Inst Mar Perú*. 35(2): 335-351.- The coastal marine zone of Lambayeque extends from the mouth of the Drain 1000 (Bodegonos) to the mouth of the Zaña River. In June 2017, we conducted a study of the intertidal and subtidal areas to evaluate the environmental quality of the waters based on physicochemical and oceanographic indicators. The temperature range was from 17.6 to 24.1 °C, positive thermal anomalies varied from +3.7 to + 6.0 °C. The surface salinity fluctuated between 34.149 and 35.245; in the intertidal, the values were lower due to the influence of the discharges of the rivers of the Region. Dissolved oxygen varied from 2.20 to 9.73 mg/L. pH ranged from 7.77 to 8.30. In the subtidal, fecal pollution did not exceed 2 NMP/100 mL for Total Coliforms (TC) and Thermotolerant Coliforms (TTC), in the intertidal TC fluctuated between <1.8 and 2.2x10<sup>4</sup> NMP/100 mL, and TTC between <1.8 and 1.4x10<sup>4</sup> NMP/100 mL. Nutrients (phosphates, silicates, nitrites, and nitrates) increased when compared to the survey of May-June 2016, originated by the rivers that flowed into the coastal marine zone. Copper in sediment ranged from <0.030 to 6.91 µg/g, zinc from 19.59 to 38.4 µg/g, and lead from 2.50 to 5.41 µg/g. Cadmium varied from <0.020 to 1.14 µg/g.

KEYWORDS: Lambayeque, coastal marine zone, June 2017

## 1. INTRODUCCIÓN

Lambayeque cuenta con un borde costero de 137 km de largo, desde Cabo Verde (6°22'12"S, 80°34'24"W) por el norte, hasta Punta Chérrepe (7°10'27"S, 79°41'18"W) por el sur, sus playas se caracterizan por ser amplias, arenosas y matizadas con dunas de tamaño mediano. En su litoral costero se desarrollan actividades como pesca artesanal, extracción de "palabritas" durante la marea baja, pesca con cordel durante la mayor parte del año y en los últimos años el turismo es una de las actividades en pleno crecimiento.

En el intermareal de la zona costera de Lambayeque se ubican las desembocaduras de ríos y drenes, estos últimos construidos con el objetivo de desaguar aguas excedentes de los terrenos de cultivo para evitar su salinización; sin embargo, en su discurrir

## 1. INTRODUCTION

Lambayeque's coast is 137 km long, from Cape Verde (6°22'12"S, 80°34'24"W) in the north to Punta Chérrepe (7°10'27"S, 79°41'18"W) in the south. Its beaches are wide, sandy, and shaded with medium-sized dunes. Throughout the year, activities such as artisanal fisheries, extraction of "baby clams" during low tide, and handling are carried out along its coastline. In recent years, tourism has become one of the fastest-growing activities.

The mouths of rivers and drains are located in the intertidal zone of Lambayeque's coast. Such drains were built to remove excess water from agricultural land to avoid salinization; however, when flowing into the coastal zone, they carry man-made pollutants that are deposited on the beaches and in the adjacent waters of Lambayeque's littoral.

hacia la zona costera llevan contaminantes de origen antrópico que son depositados en las playas y en las aguas adyacentes del litoral lambayecano.

En tal sentido el Laboratorio Costero de Santa Rosa –IMARPE, desde abril 2009 inició la evaluación de la calidad del ambiente marino - costero de la Región Lambayeque comenzando a registrar los principales parámetros ambientales. Los primeros resultados señalarían como zonas de mayor alteración ambiental las desembocaduras de los drenes 3000 y 4000, corroborándose en campo que reciben en su cauce aguas servidas, desechos orgánicos e industriales de los centros poblados de Pimentel y Santa Rosa, respectivamente.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

**Muestreo del intermareal (playas).**- Se establecieron 22 estaciones de muestreo, ubicadas entre las desembocaduras de los principales efluentes (entre norte del Dren 1000 y sur de la desembocadura del río Zaña) (Fig. 1); se registraron los parámetros ambientales como temperatura del agua y oxígeno disuelto; se obtuvieron muestras para determinación de nutrientes, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes totales, coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos, metales pesados en sedimento y sulfuros.

Therefore, since April 2009, IMARPE’s Coastal Laboratory of Santa Rosa has started to evaluate the quality of the marine and coastal environment of the Lambayeque Region, through the recording of the main environmental parameters. Therefore, since April 2009, IMARPE’s Coastal Laboratory of Santa Rosa has started to evaluate the quality of the marine and coastal environment of the Lambayeque Region, through the recording of the main environmental parameters. Based on the first results, the mouths of the drains 3000 and 4000 were identified as the areas of greatest environmental alteration. This was confirmed in the field, where sewage, organic, and industrial wastes from Pimentel and Santa Rosa, respectively, were received.

## 2. MATERIAL AND METHODS

**Intertidal sampling (beaches).**- We established 22 sampling stations, located between the mouths of the main effluents (between the north of Drain 1000 and south of the mouth of the Zaña River) (Fig. 1). We recorded the environmental parameters such as water temperature and dissolved oxygen, and obtained samples for the determination of nutrients, biochemical oxygen demand, total coliforms, thermotolerant coliforms, suspended solids, heavy metals in sediment, and sulfides.

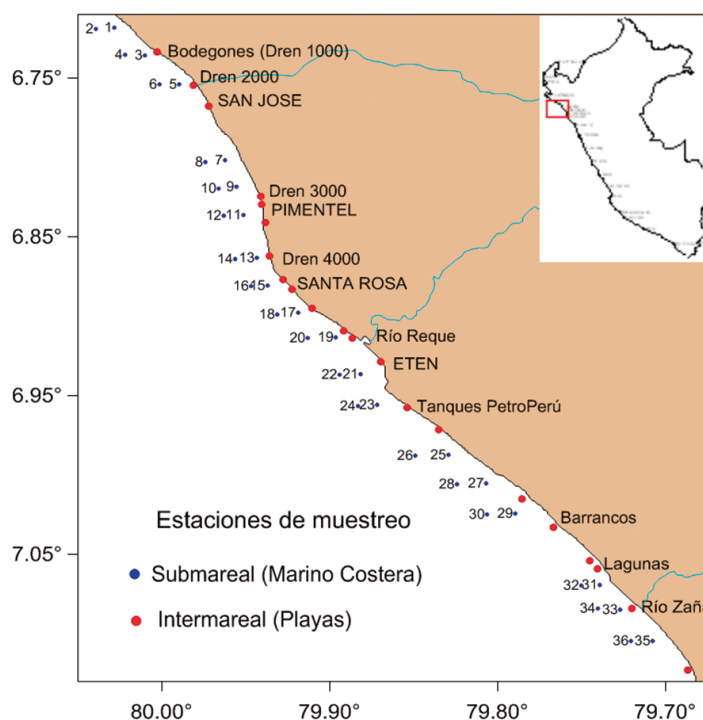


Figura 1.- Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo de las zonas inter y submareal de la Región Lambayeque – Perú. Junio 2017

Figure 1. Geographic location of the sampling stations of the intertidal and subtidal zones of the Lambayeque Region, Peru (June 2017)

**Muestreo del submareal (marino costero).**- Se realizó a bordo de la embarcación Señor de Sipán del laboratorio Santa Rosa-IMARPE. Las estaciones de muestreo (36) fueron ubicadas con un GPS Garmin portátil que estuvieron relacionadas con las desembocaduras de los principales efluentes (Fig. 1). Se registraron los mismos parámetros de la zona intermareal. Se empleó una botella Niskin de 5 litros de capacidad para la obtención de muestras de agua en profundidad, se registró la transparencia mediante el disco Secchi.

**Muestreo y análisis de laboratorio.**- Para la obtención de muestras se siguió el *Protocolo para el monitoreo de efluentes y cuerpo marino receptor* establecido en la Resolución Ministerial 003-2002-PE. Las muestras obtenidas fueron analizadas siguiendo la metodología aplicada por los laboratorios de IMARPE y CERPER. Las anomalías térmicas se obtuvieron al comparar con las temperaturas patrón para el área (ZUTA y GUILLÉN, 1972). Los resultados fueron comparados con los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, expuestos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, de la categoría 2: Extracción, cultivo y otras Actividades Marinos Costeras y continentales (Cat2), subcategorías (Cat2 C1: Extracción y Cultivo de Moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras, Cat2 C2: Extracción y Cultivo de otras especies Hidrobiológicas en agua marino costeras, Cat2 C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamientos en aguas marino costeras) y también de la Cat 4: Conservación del ambiente acuático de la sub categoría: Ecosistemas Costeros y Marinos (E3M).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Temperatura y anomalías térmicas (°C)

El rango de la temperatura superficial del mar (TSM) varió de 17,6 a 24,1 °C (Fig. 2a). El mayor valor se encontró en la desembocadura del Dren 1000, seguido de la desembocadura del Dren 2000 (22,3 °C) y en la desembocadura del Dren 4000 (21,6 °C). La temperatura cercana al fondo fluctuó entre 17,6 y 18,7 °C, promediando 17,97 °C (Fig. 2b).

En el intermareal las temperaturas presentaron anomalías térmicas positivas superando en algunos casos el ECA (D 3) en las desembocaduras del río Zaña (+4,9 °C) y en los Drenes 1000 (+6,0 °C), 2000 (+4,4 °C) y 4000 (+3,7 °C). En el submareal se registró anomalías de -0,2 a +1,1 °C (Fig. 3), ENFEN (2017) señaló que, en promedio, la costa norte y centro presentaron en junio anomalías térmicas positivas de +0,9 °C.

**Subtidal sampling (coastal marine).**- It was carried out onboard the Señor de Sipán boat of the IMARPE's Laboratory of Santa Rosa. The sampling stations (36) were positioned with a portable Garmin GPS and were related to the mouths of the main effluents (Fig. 1). The same parameters were recorded for the intertidal zone. We used a 5-liter Niskin bottle to obtain water samples at depth and the transparency was recorded using a Secchi disk.

**Sampling and laboratory analysis.**- We followed the *Protocol for the monitoring of effluents and receiving marine bodies* established in the Ministerial Resolution 003-2002-PE to obtain samples. These samples were analyzed following the methodology applied by the IMARPE and CERPER laboratories. The thermal anomalies were obtained when compared with the standard temperatures for the area (ZUTA & GUILLÉN, 1972). The results were compared with the national environmental quality standards (EQS) for water, outlined in Supreme Decree N° 004-2017-MINAM, category 2: Extraction, culture, and other coastal and continental marine activities (Cat2), subcategories (Cat2 C1: Extraction and culture of mollusks, echinoderms, and tunicates in coastal marine waters, Cat2 C2: Extraction and culture of other hydrobiological species in coastal marine waters, Cat2 C3: Marine port, industrial or sanitation activities in coastal marine waters) and also Cat 4: Conservation of the aquatic environment in the subcategory: Coastal and Marine Ecosystems (E3M).

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### Temperature and thermal anomalies (°C)

Sea surface temperature (SST) ranged from 17.6 to 24.1 °C (Fig. 2a). We found the highest value at the mouth of Drain 1000, followed by the mouth of Drain 2000 (22.3 °C), and the mouth of Drain 4000 (21.6 °C). The temperature near the bottom varied between 17.6 and 18.7 °C, with a mean of 17.97 °C (Fig. 2b).

In the intertidal area, the temperatures showed positive thermal anomalies exceeding in some cases the EQS (D 3) in the mouths of the Zaña River (+4.9 °C) and the Drains 1000 (+6.0 °C), 2000 (+4.4 °C), and 4000 (+3.7 °C). In the subtidal, we recorded anomalies of -0.2 to +1.1 °C (Fig. 3). ENFEN (2017) noted that, on average, the north and central coast had positive thermal anomalies of +0.9 °C in June.

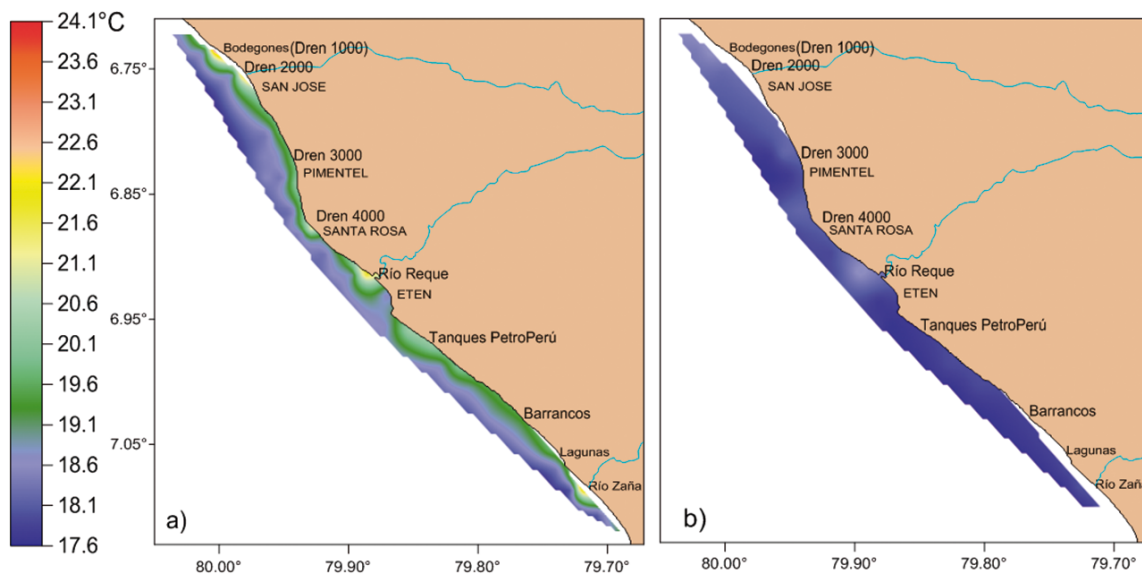


Figura 2.- Distribución de temperatura, a) superficie submareal e intermareal, b) cerca del fondo del submareal. Junio 2017

Figure 2. Temperature distribution, a) subtidal and intertidal surface, b) near the bottom of the subtidal (June 2017)

Las anomalías positivas en el intermareal estuvieron relacionadas con el incremento de caudal de los ríos que desembocan en el litoral (Reque, Zaña y Lambayeque), estas anomalías sumadas a las desembocaduras de los drenes afectaron a las comunidades marinas adyacentes y a la disminución de la población y captura de algunos recursos marinos costeros como sucedió en el 2016 con *Platyxanthus orbignyi* “cangrejo violáceo” (Laboratorio Costero Santa Rosa, IMARPE, comunicación personal).

In the intertidal, the positive anomalies were related to the increase in the volume of the rivers flowing into the coast (Reque, Zaña, and Lambayeque). These anomalies, together with the mouths of the drains, affected the adjacent marine communities and caused a decrease in the population and catch of some coastal marine resources, as happened in 2016 with *Platyxanthus orbignyi* “purple stone crab” (IMARPE’s Coastal Laboratory of Santa Rosa, personal communication).

### Salinidad (ups)

La concentración salina superficial del submareal fluctuó entre 34,149 y 35,245 (Fig. 4a) encontrándose dentro del rango esperado de valores normales de Aguas Costeras Frías (ACF: 34,8 – 35,1 ups) y en algunos registros de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS > 35,1 ups) (ZUTA y GUILLÉN, 1972). Sobre el fondo, la salinidad presentó concentraciones de 34,885 a 35,152 ups (Fig. 4b).

En el intermareal varió entre 3,328 y 34,996. Los valores en su mayoría fueron levemente menores de 34,149 ups, señalando la influencia de la desembocadura de los caudales incrementados de los ríos de la Región. Menores registros se encontraron en la desembocadura del río Zaña, del río Reque (8,419 ups), de los drenes 1000 (15,352 ups) y 4000 (24, 832 ups).

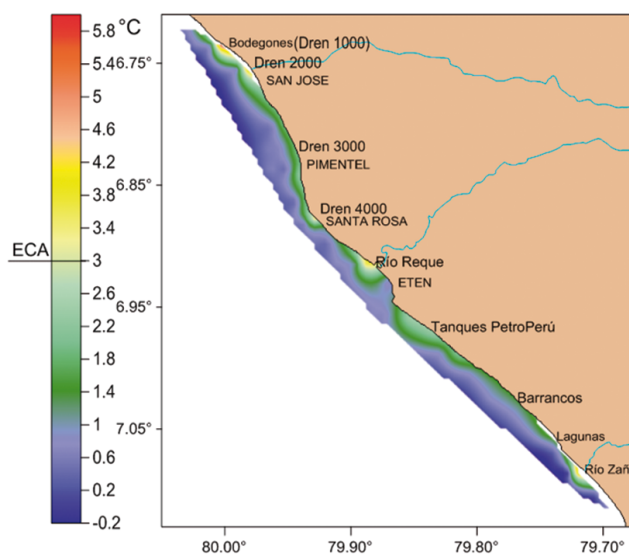


Figura 3.- Anomalia térmica (°C), litoral de Lambayeque. Junio 2017

Figure 3. Thermal anomaly (°C), Lambayeque coast (June 2017)

En esta prospección se observó que los parámetros de salinidad y temperatura fueron influenciados por las descargas de los ríos y drenes impactando sólo en la zona cercana de la línea de costa, que podría haber influido en la distribución de recursos marinos muy costeros.

**Oxígeno disuelto (mg/L)**

Los valores de oxígeno disuelto variaron entre 2,20 y 9,73 mg/L, el menor valor se registró en la desembocadura del Dren 4000 y fue el único que no superó los ECA de las Cat2 y 4, mientras que, el mayor valor se registró en el intermareal cercano al efluente del Dren 1000 señalando influencia de aguas oxigenadas de dicho Dren mezcladas con las aguas marinas del intermareal (Fig. 5a).

Los valores de oxígeno superficial estuvieron dentro de los ECA (>4mg/L), exceptuando en el intermareal de la desembocadura del Dren 4000, que volvió a tener la menor concentración de oxígeno como ocurrió en la prospección del 2016 cuando, en esa oportunidad, se le encontró anóxica (Laboratorio Costero Santa Rosa, IMARPE, com. personal).

En el fondo del submareal el oxígeno disuelto fluctuó entre 2,10 y 6,67 mg/L, con promedio de 4,16 mg/L, menores valores (<3 mg/L) se encontraron frente a Pimentel, en las desembocaduras del Dren 3000 y del río Zaña (Fig. 5b).

**Salinity (psu)**

The surface saline concentration of the subtidal ranged between 34.149 and 35.245 (Fig. 4a) and was within the expected range of normal values for Cold Coastal Waters (CCW: 34.8 - 35.1 psu) and in some records of Subtropical Surface Waters (SSW > 35.1 psu) (ZUTA & GUILLÉN, 1972). On the bottom, the salinity presented concentrations from 34.885 to 35.152 psu (Fig. 4b).

In the intertidal, it varied between 3.328 and 34.996. Most values were slightly less than 34.149 psu, which indicates the influence of the mouth of the increased flows of the rivers in the region. Fewer records were found at the mouth of the Zaña River, the Reque River (8.419 psu), and the 1000 (15.352 psu) and 4000 (24.832 psu) drains.

In this prospection, we observed that the parameters of salinity and temperature were influenced by the discharges of rivers and drains impacting only the area near the coastline, which could have influenced the distribution of very coastal marine resources.

**Dissolved oxygen (mg/L)**

Dissolved oxygen varied between 2.20 and 9.73 mg/L. The lowest value was recorded at the mouth of Drain 4000 and it was the only one that did not exceed the EQSs of Cat2 and 4, while the highest value was recorded in the intertidal near the effluent of Drain 1000, which shows the influence of oxygenated waters from this drain mixed with the marine waters of the intertidal (Fig. 5a).

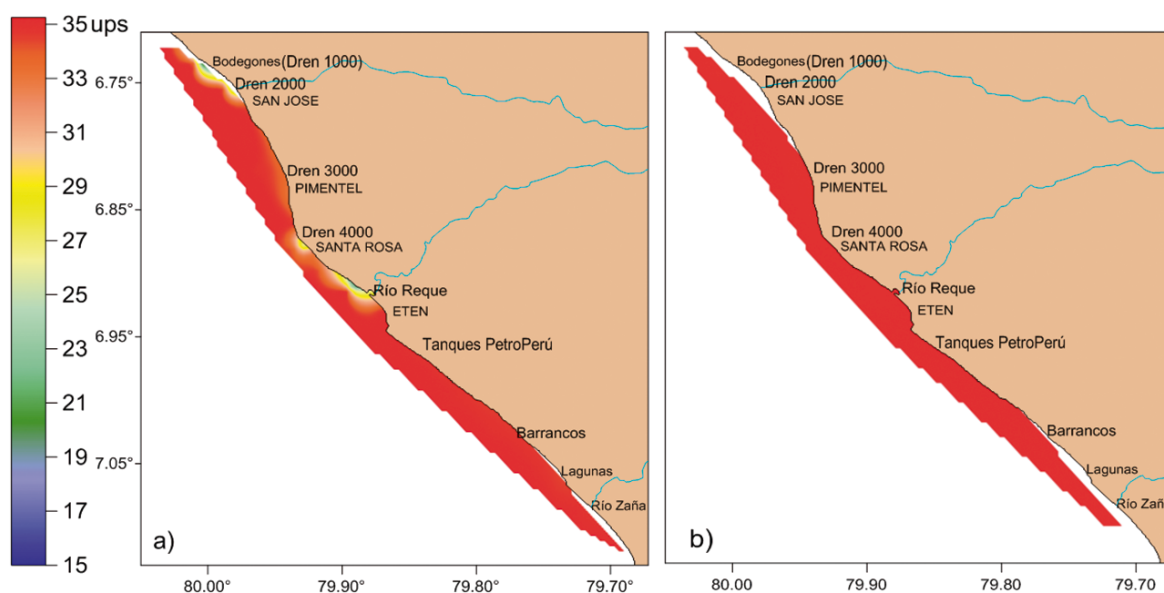


Figura 4.- Distribución de la salinidad, a) superficial, b) cerca del fondo. El litoral costero de Lambayeque. Junio 2017

Figure 4. Salinity distribution, a) surface, b) near the bottom. Lambayeque coast (June 2017)

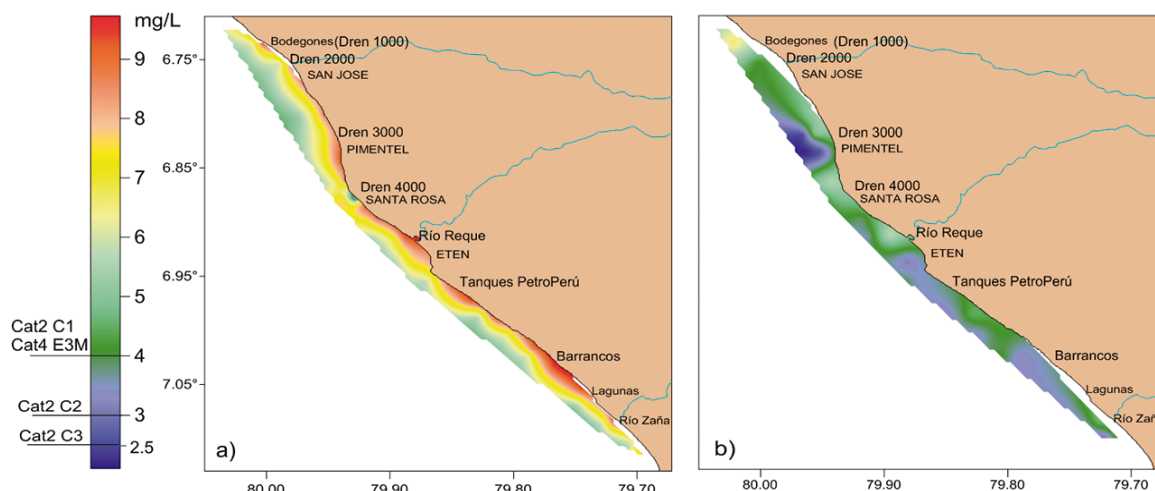


Figura 5.- Distribución de oxígeno disuelto (mg/L), a) superficial, b) sobre el fondo, litoral de Lambayeque. Junio 2017

Figure 5. Dissolved oxygen distribution (mg/L), a) on the surface, b) on the bottom, Lambayeque coast (June 2017)

### Potencial de Hidronio (pH)

Los valores de pH fluctuaron entre 7,77 y 8,30, el valor máximo se registró en la desembocadura del río Reque y el menor valor frente a Pimentel.

La mayoría de valores superaron los 7,8 señalando aguas costeras que no presentan problemas significativos de carga orgánica (JACINTO *et al.*, 2008). Los valores en superficie cumplen con los ECA de las categorías referidas a las aguas marinas.

Surface oxygen values were within the EQS (>4mg/L), except for the intertidal at the mouth of the Drain 4000, which again had the lowest oxygen concentration as occurred in the 2016 prospection when it was found to be anoxic (IMARPE’s Coastal Laboratory of Santa Rosa, personal communication).

At the bottom of the subtidal, the dissolved oxygen varied between 2.10 and 6.67 mg/L, with a mean of 4.16 mg/L. We found lower values (<3 mg/L) off Pimentel, at the mouths of Drain 3000 and Zaña River (Fig. 5b).

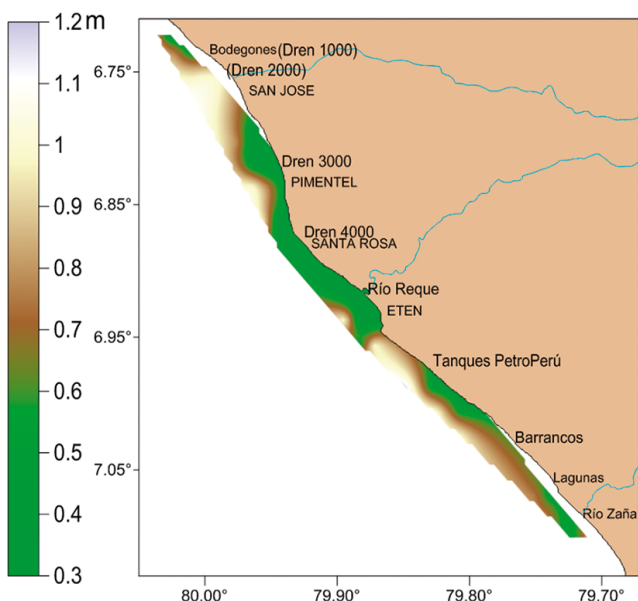


Figura 6.- Transparencia (m) en el submareal del litoral costero de Lambayeque. Junio 2017

Figure 6. Transparency (m) in the subtidal of Lambayeque coast (June 2017)

### Hydronium potential (pH)

pH was between 7.77 and 8.30, with the highest value recorded at the mouth of the Reque River and the lowest one-off Pimentel.

Most values exceeded 7.8, which is a sign that coastal waters do not have significant organic load problems (JACINTO *et al.*, 2008). The surface values meet the EQS for the categories referring to marine waters.

On the bottom, the values in the water varied between 7.92 and 8.22, which were within the range of allowable EQS limits.

### Transparency (m)

The penetration of light in the water showed values of 0.3 to 1.2 m. In the study area, there were very turbid waters due to the discharges of the Zaña and Reque rivers that increased their flow in the last weeks of sampling (Fig. 6).

Sobre el fondo los valores en el agua variaron entre 7,92 y 8,22, que estuvieron dentro del rango de los límites permisibles de ECA.

**Transparencia (m)**

La penetración de la luz en el agua presentó valores de 0,3 a 1,2 m. En la zona de estudio se encontraron aguas muy turbias por las descargas de los ríos Zaña y Reque que aumentaron su caudal en las últimas semanas de muestreo (Fig. 6).

**Coliformes totales, termotolerantes (CT y CTT) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

Los indicadores de contaminación fecal en el submareal presentaron valores bajos, que no sobrepasaron 2 NMP/100 mL para CT y CTT, todos estos valores se encontraron dentro de los ECA de las categorías de Aguas Marinas Costeras.

Sin embargo, en el intermareal los CT fluctuaron entre <1,8 y 2,2x10<sup>4</sup> NMP/100 mL, y los CTT variaron entre <1,8 y 1,4x10<sup>4</sup> NMP/100 mL los valores obtenidos en las desembocaduras de los Drenes 1000, 4000 y el río Zaña, sobrepasaron los ECA de las dos categorías de agua concernientes a aguas marinas costeras (Fig. 7a, b) en consecuencia, se señala a estos lugares como fuente de contaminación fecal.

**Total coliforms, thermotolerant (TC and TTC), and biochemical oxygen demand (BOD<sub>5</sub>)**

In the subtidal, the indicators of fecal pollution showed low values, which did not exceed 2 NMP/100 mL for TC and TTC. All of these values were found within the EQSs of the Coastal Marine Water categories.

Nevertheless, in the intertidal, the TCs ranged from <1.8 to 2.2x10<sup>4</sup> NMP/100 mL, and the TTCs ranged from <1.8 to 1.4x10<sup>4</sup> NMP/100 mL. The values obtained at the mouths of the Drains 1000, 4000 and the Zaña River exceeded the EQSs of the two water categories concerning coastal marine waters (Fig. 7a, b). Therefore, these sites are pointed out as a source of fecal contamination.

In the intertidal, BOD<sub>5</sub> varied between 1.14 and 44.13 mg/L, the mean was 7.50 mg/L, the highest concentration was located at the mouth of Drain 4000, exceeding the EQS for the categories corresponding to Coastal Marine Waters (>10 mg/L). In the subtidal, the records ranged between 1.31 and 4.08 mg/L (Fig. 8), which is within the established EQS.

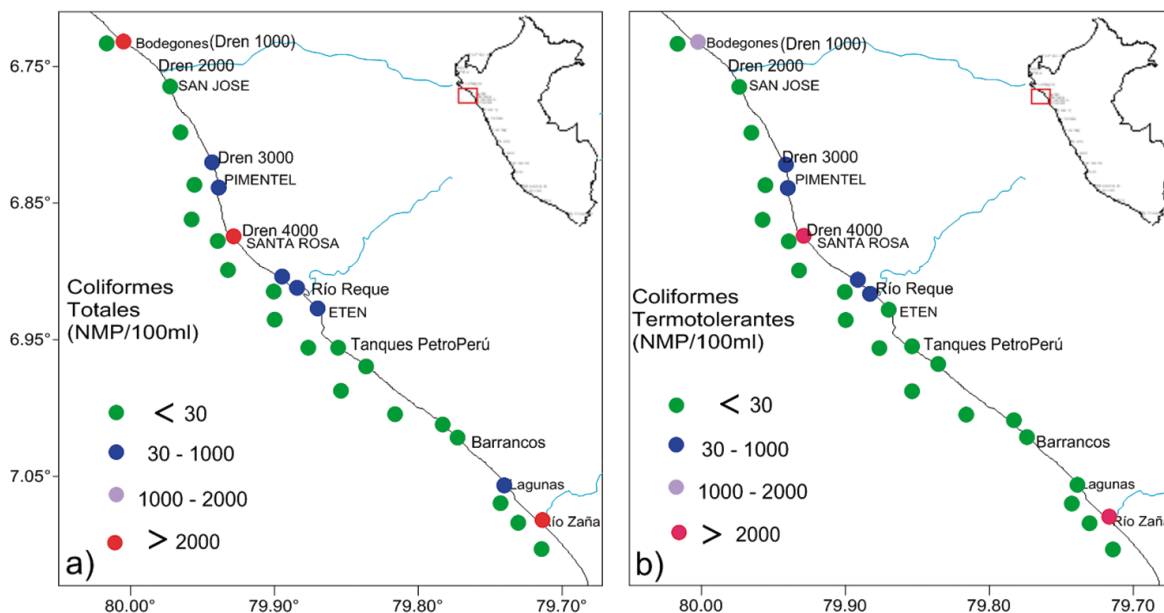


Figura 7.- a) Coliformes totales, b) Coliformes termotolerantes en la región Lambayeque. Junio 2017

Figure 7. a) Total coliforms, b) Thermotolerant coliforms in the Lambayeque Region (June 2017)

En el intermareal el  $DBO_5$  fluctuó entre 1,14 y 44,13 mg/L, promedio 7,50 mg/L, mayor concentración se localizó en la desembocadura del Dren 4000, sobrepasó el ECA para las categorías de las Aguas Marinas Costeras (>10 mg/L); en el submareal fluctuó entre 1,31 y 4,08 mg/L (Fig. 8) ubicándose dentro del ECA establecido.

**Sólidos suspendidos totales (mg/L)**

Los valores de sólidos suspendidos totales variaron entre 57,33 y 133,0 mg/L, promedio 78 mg/L, valores mayores a los registrados en la prospección de mayo-junio 2016 que fluctuó entre 2,94 y 67,0 mg/L (IMARPE, com. personal). El valor menor se encontró en el submareal al sur de Tanques Petro Perú y el máximo en la desembocadura de río Reque (Fig. 9a).

La mayoría de los valores de SST en superficie sobrepasaron los límites permisibles para aguas de Cat4 (<30 mg/L) y en algunos registros sobrepasaron en las tres subcategorías de aguas de Cat2 (60, 70 y 80 mg/L). En fondo los registros variaron de 54,66 a 137,0 mg/L, promedio 80,95 mg/L (Fig. 9b), los valores altos en las zonas de estudio se debieron a los altos caudales de los ríos de la Región.

Los valores relativamente altos de sólidos suspendidos totales en el agua marina costera, podrían impactar negativamente ya que en ellos podrían adherirse microorganismos patógenos y elementos químicos peligrosos para la salud humana (PEÑA, 1995), coincidiendo también con lo señalado por ESCOBAR (2002) quien sostiene que los pesticidas pueden ser retenidos en los sólidos en suspensión.

**Aceites y grasas**

Los valores de aceites y grasas fueron menores de 0,50 mg/L (Fig. 10), no sobrepasaron los estándares para aguas de marinas costeras.

**Hidrocarburos aromáticos totales disueltos**

Se obtuvieron 5 muestras para determinar el contenido de hidrocarburos totales (HDT) en zonas de mantenimiento de lanchas y desembarcadero de combustibles (Tanques Petro Perú), estos valores no superaron los 0,020 mg/L, que es el valor límite de estándares de calidad de Cat4 (E3M) (Fig. 11).

**Sulfuros de Hidrógeno**

Los sulfuros de hidrógeno, que reflejan una alteración del agua de mar por materia orgánica,

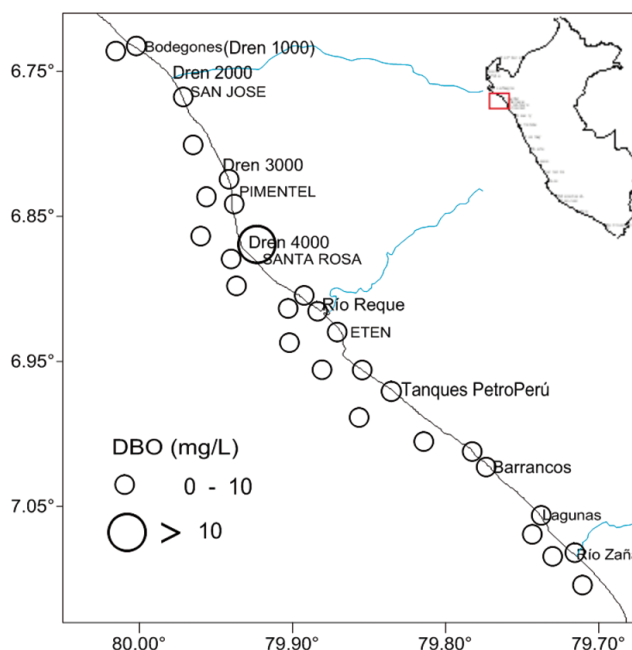


Figura 8.- Demanda bioquímica de oxígeno registrados en la región Lambayeque. Junio 2017

Figure 8. Biochemical oxygen demand recorded in the Lambayeque Region (June 2017)

**Total suspended solids (mg/L)**

Total suspended solids ranged from 57.33 to 133.0 mg/L, the mean was 78 mg/L, which is higher than those recorded in the May-June 2016 prospection, which ranged from 2.94 to 67.0 mg/L (IMARPE, personal communication). We found the lowest value in the subtidal area south of Tanques Petro Perú and the highest one in the mouth of the Reque River (Fig. 9a).

Most of the SST values exceeded the allowable limits for Cat4 waters (<30 mg/L) and in some records exceeded in all three subcategories of Cat2 waters (60, 70, and 80 mg/L). At the bottom, the records varied from 54.66 to 137.0 mg/L, the mean was 80.95 mg/L (Fig. 9b). The high values in the study areas were due to the high flow rates of the rivers in the Region.

The relatively high values of total suspended solids in coastal marine water could have a negative impact since pathogenic microorganisms and chemical elements, that are dangerous for human health, could adhere to them (PEÑA, 1995). This also coincides with ESCOBAR (2002) who indicates that pesticides can be retained in suspended solids.



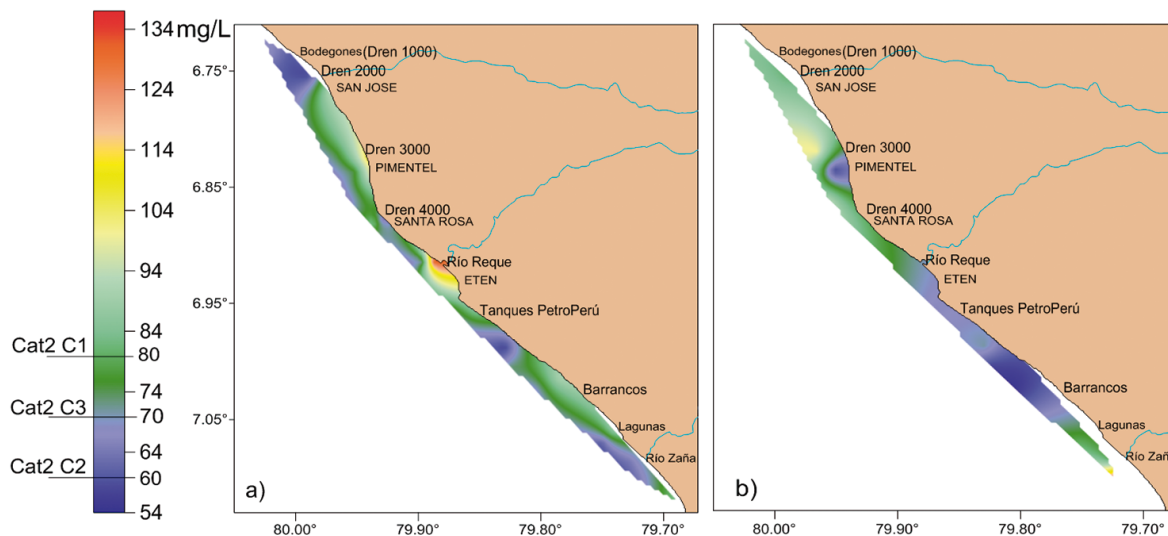


Figura 9.- Distribución de sólidos suspendidos totales (mg/L), a) submareal (superficie) e intermareal, b) fondo. Junio 2017

Figure 9. Distribution of total suspended solids (mg/L), a) subtidal (surface) and intertidal, b) bottom (June 2017)

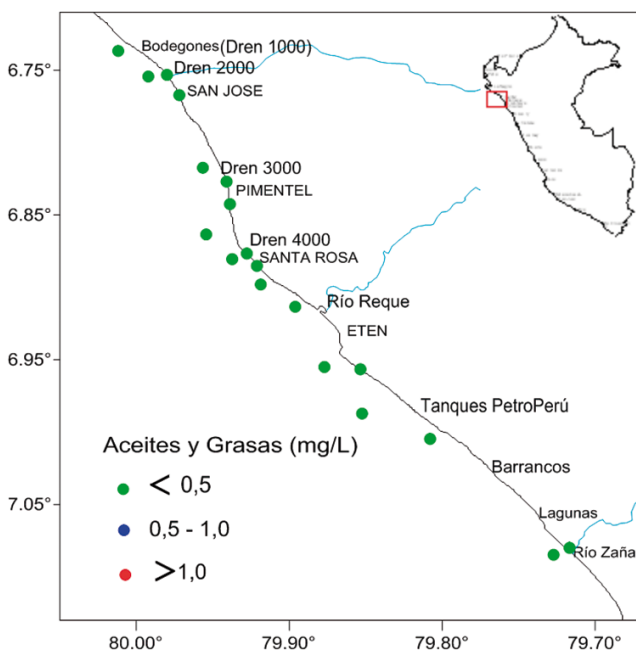


Figura 10.- Concentración de Aceites y Grasas registrados en el intermareal y submareal de la región Lambayeque. Junio 2017

Figure 10. Concentration of Oils and Fats recorded in the intertidal and subtidal of the Lambayeque region (June 2017)

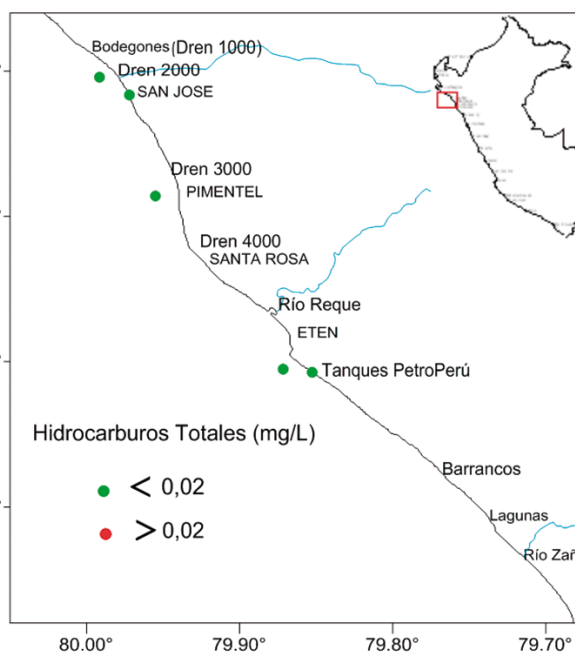


Figura 11.- Hidrocarburos aromáticos totales disueltos. Junio del 2017

Figure 11. Total dissolved aromatic hydrocarbons (June 2017)

alcanzaron valores de 0,030 a 22,0 mg/L, el mayor registro se ubicó en la desembocadura del Dren 4000 cuya descarga es de aguas residuales domésticas, este valor superó todos los ECA de las 2 categorías de agua concernientes a aguas marinas (Fig. 12). El mayor valor se correlacionó con la menor concentración de oxígeno disuelto y con el mayor valor de Demanda Bioquímica de Oxígeno.

**Oils and fats**

Oils and fats values were less than 0.50 mg/L (Fig. 10), not exceeding the standards for coastal marine waters.

**Total dissolved aromatic hydrocarbons**

We obtained 5 samples to determine the total hydrocarbon content (THC) in boat maintenance

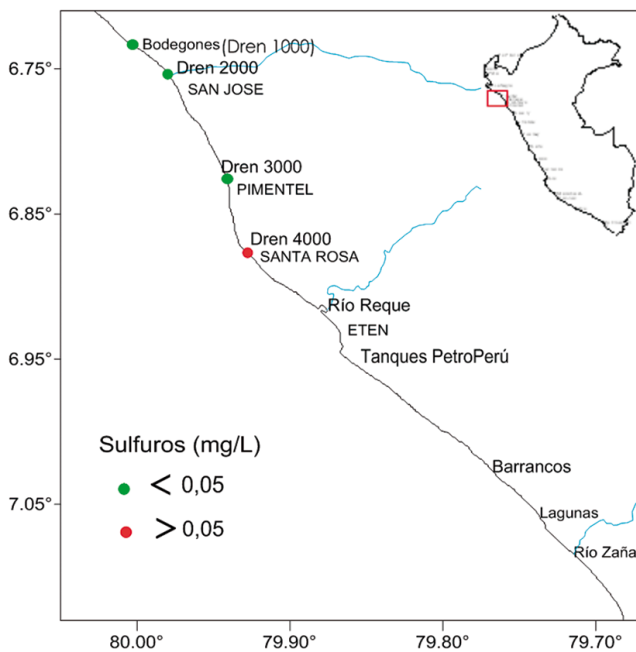


Figura 12.- Concentración de Sulfuros de Hidrógeno. Junio 2017

Figure 12. Concentration of Hydrogen Sulfide (June 2017)

### Nutrientes

Aunque no existe actividad industrial pesquera en la Región Lambayeque, los valores de los nutrientes se incrementaron en comparación con la prospección de mayo-junio 2016, originado por el incremento del caudal de los ríos que desembocaron en la zona marina costera.

Cerca del 90% de la contaminación producida al interior de los países es transportada por los ríos al mar. En las cuencas, la intensificación del uso agrícola del suelo, la ampliación de las fronteras agrícola y urbana y la consiguiente deforestación producen importantes cargas de nutrientes y sedimentos en las aguas costeras, que cuando exceden a la capacidad de carga de los ecosistemas se traducen en verdaderos problemas ambientales (ESCOBAR, 2002).

El exceso de nutrientes vertidos en las áreas costeras produce la eutroficación de las aguas, trayendo como consecuencia la reducción del oxígeno disuelto, la muerte de peces y el excesivo crecimiento de algas, entre otros. En el Perú, las principales actividades productivas en la costa están relacionadas a la industria de alimentos, donde la actividad pesquera industrial genera volúmenes considerables de aporte de nitrógeno y fósforo en las aguas costeras (PNUMA, 1999).

### Fosfatos

Los valores de fosfatos fluctuaron entre 0,061 y 0,66 mg/L, promedio 0,136 mg/L, este promedio fue

areas and fuel disembarkation (Petroperú Tanks). These values did not exceed 0.020 mg/L, which is the limit value of Cat4 quality standards (E3M) (Fig. 11).

### Hydrogen Sulfides

The hydrogen sulfides, which reflect an alteration of the seawater by organic matter, reached values of 0.030 to 22.0 mg/L. The largest record was located at the mouth of the Drain 4000, where the discharge is of domestic wastewater, this value exceeded all the EQSs of the 2 categories of water concerning marine waters (Fig. 12). The highest value was related to the lowest dissolved oxygen concentration and the highest value of Biochemical Oxygen Demand.

### Nutrients

While there is no industrial fishing activity in the Lambayeque Region, nutrient values increased when compared to the May-June 2016 prospection, due to the increased flow rates of the rivers discharging into the coastal marine zone.

About 90% of the pollution produced in the countries is transported by rivers to the sea. In the basins, the intensification of agricultural land use, the expansion of agricultural and urban borders, and the resulting deforestation produce significant nutrient and sediment loads in coastal waters, which when they exceed the carrying capacity of the ecosystems, become real environmental problems (ESCOBAR, 2002).

The excess of nutrients discharged into coastal areas produces eutrophication of the waters, resulting in the reduction of dissolved oxygen, fish mortality, and excessive algae growth, among others. In Peru, the main productive activities on the coast are related to the food industry, in which industrial fishing activity generates considerable volumes of nitrogen and phosphorus in the coastal waters (PNUMA, 1999).

### Phosphates

Phosphate values ranged from 0.061 to 0.66 mg/L, the average was 0.136 mg/L. This average was higher than the one recorded in the 2016 prospection (0.104 mg/L). These values are related to the contribution of the rivers (Fig. 13a).

The highest value was located off the mouth of drain 4000, followed by the mouth of drain 1000 with 0.523 mg/L. These values exceeded the EQS,

mayor que el registrado en la prospección del año 2016 que fue 0,104 mg/L, relacionado con el aporte de los ríos (Fig. 13a).

El valor más alto se ubicó frente a la desembocadura del dren 4000, seguido de la desembocadura del Dren 1000 con 0,523 mg/L, estos valores superaron al ECA, Cat2 y Cat4: (E3M): Conservación de Ecosistemas Marinos Costeros.

La distribución de la concentración de fosfatos en fondo fue homogénea y varió de 0,058 a 0,109 mg/L, promedio 0,089 mg/L. La mayor concentración estuvo al norte de la desembocadura del Dren 1000 (Fig. 13b).

Cat2, and Cat4: (E3M): Conservation of Coastal Marine Ecosystems.

At the bottom, the distribution of phosphate concentration was homogeneous and ranged from 0.058 to 0.109 mg/L, the mean was 0.089 mg/L. The highest concentration was north of the mouth of the Drain 1000 (Fig. 13b).

**Silicates**

Silicate concentration ranged from 0.638 to 7.56 mg/L, the mean was 1.409 mg/L. These values were also higher than that of the 2016 prospection (mean = 0.37 mg/L). The highest value was recorded

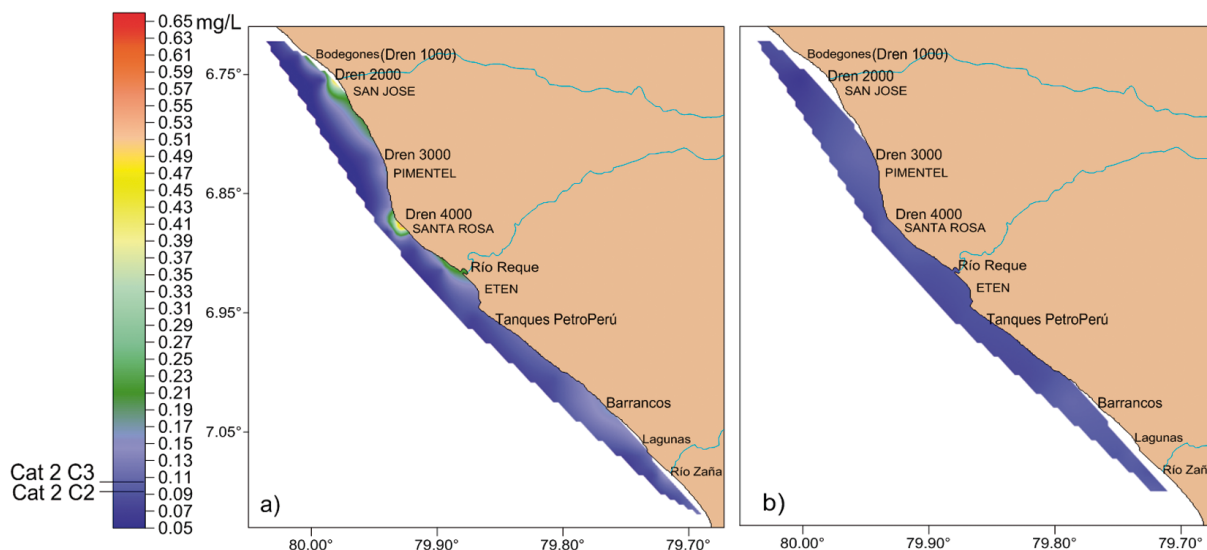


Figura 13.- Fosfatos (mg/L) a) superficie, b) fondo. Litoral costero de Lambayeque. Junio 2017  
 Figure 13.- Phosphates (mg/L) a) surface, b) bottom. Lambayeque coast (June 2017)

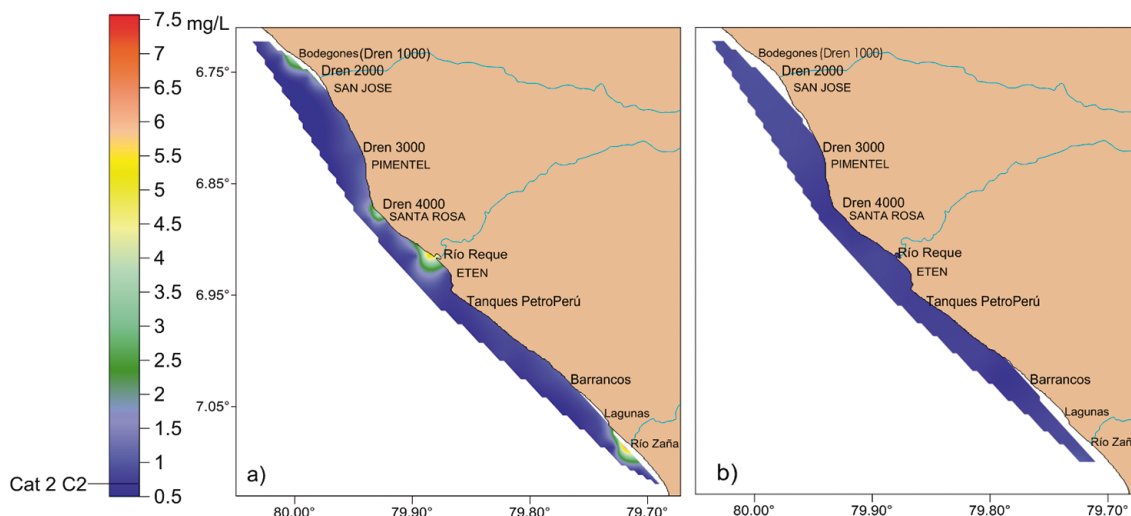


Figura 14.- Silicatos (mg/L), a) superficie, b) fondo. Litoral costero de Lambayeque. Junio 2017  
 Figure 14.- Silicates (mg/L), a) surface, b) bottom. Lambayeque coast (June 2017)

## Silicatos

La concentración de silicatos varió entre 0,638 y 7,56 mg/L, promedio 1,409 mg/L, estos valores también fueron mayores que la prospección del 2016 cuyo promedio fue 0,37 mg/L. El mayor valor se registró en las desembocaduras de los ríos Zaña, Reque (5,64 mg/L), Dren 1000 (5,19 mg/L) y Dren 4000 (4,56 mg/L). Todos los resultados sobrepasaron los estándares establecidos en la Cat2, subcategoría C2 cuyos valores fluctúan de 0,14 a 0,70 mg/L (Fig. 14a).

En el fondo fluctuaron entre 0,523 a 1,09 mg/L y la mayor concentración estuvo frente a la desembocadura del río Zaña (Fig. 14b).

## Nitratos

En general los ríos aportan NID (Nitrógeno Inorgánico Disuelto) en la forma de  $\text{NO}_3$ . Hay varias fuentes potenciales a las cuales este aporte podría deberse como las aguas residuales sin tratamiento (VIVAS-AGUAS *et al.*, 2010).

Los valores registrados fluctuaron entre 0,169 y 0,600 mg/L, promedio 0,272 mg/L, la mayor concentración fue registrada en el intermareal, en la desembocadura del río Zaña (Fig. 15a), superando los estándares de calidad para el Cat2 de Actividades Marino Costeras y Cat4 E3M: Conservación del Medio Acuático Marino.

Los nitratos en fondo fluctuaron entre 0,174 y 0,293 mg/L, el mayor valor se registró al norte del Dren 1000 (Fig. 15b).

En esta prospección los valores fueron mayores a los registrados en la prospección del 2016 que variaron de 0,001 a 0,18 mg/L, promedio 0,062 mg/L.

## Nitritos

*Cloruros, fosfatos y nitritos son indicadores típicos de contaminación residual doméstica vertida a un cauce natural. Esto, además puede servir de señal de alerta acerca de la probabilidad de que el agua presente contaminación también de carácter microbiológico patógeno e indeseable (UJAEN, 2005).*

Los valores de nitritos fluctuaron entre 0,007 y 0,069 mg/L, promedio 0,021 mg/L, la mayor concentración se registró en la desembocadura del Dren 1000 (Fig. 16a).

En fondo los valores de nitritos variaron de 0,010 a 0,021 mg/L, promedio 0,016 mg/L, el mayor registro se manifestó frente a la desembocadura del río Zaña. (Fig. 16b).

in the mouths of the Zaña and Reque rivers (5.64 mg/L), Drain 1000 (5.19 mg/L), and Drain 4000 (4.56 mg/L). All results exceeded the standards set in Cat2, subcategory C2 with values ranging from 0.14 to 0.70 mg/L (Fig. 14a).

At the bottom, they varied from 0.523 to 1.09 mg/L and the highest concentration was off the mouth of the Zaña River (Fig. 14b).

## Nitrates

Rivers generally contribute DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen) in the form of  $\text{NO}_3$ . There are several potential sources to which this contribution could be due such as untreated wastewater (VIVAS-AGUAS *et al.*, 2010).

The recorded values were between 0.169 and 0.600 mg/L, the mean was 0.272 mg/L. We recorded the highest concentration in the intertidal, at the mouth of the Zaña River (Fig. 15a), exceeding the quality standards for Coastal Marine Activities Cat2 and Cat4 E3M: Conservation of Aquatic Marine Environment.

At the bottom, nitrates varied between 0.174 and 0.293 mg/L, and the highest value was recorded north of Drain 1000 (Fig. 15b).

In this prospection, the values were higher than those recorded in the 2016 prospection which varied from 0.001 to 0.18 mg/L and whose mean was 0.062 mg/L.

## Nitrites

UJAEN (2005) indicated that chlorides, phosphates, and nitrites are typical indicators of residual domestic pollution discharged into a natural waterway. Furthermore, this can serve as a warning signal about the probability that the water presents contamination of a pathogenic and undesirable microbial nature.

Nitrites ranged between 0.007 and 0.069 mg/L, the mean was 0.021 mg/L, and the highest concentration was at the mouth of the Drain 1000 (Fig. 16a).

At the bottom, nitrites varied from 0.010 to 0.021 mg/L, the mean was 0.016 mg/L and the highest record was off the mouth of the Zaña River. (Fig. 16b).

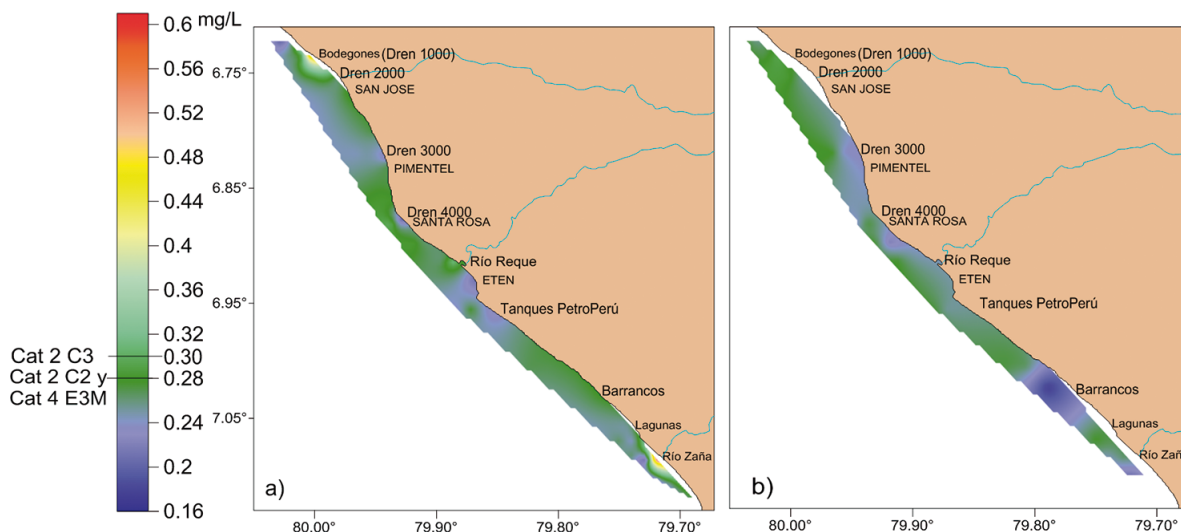


Figura 15.- Nitratos (mg/L) de la zona a) superficie, b) fondo. Litoral de la región Lambayeque. Junio 2017

Figure 15. Nitrates (mg/L) a) surface, b) bottom. Lambayeque coast (June 2017)

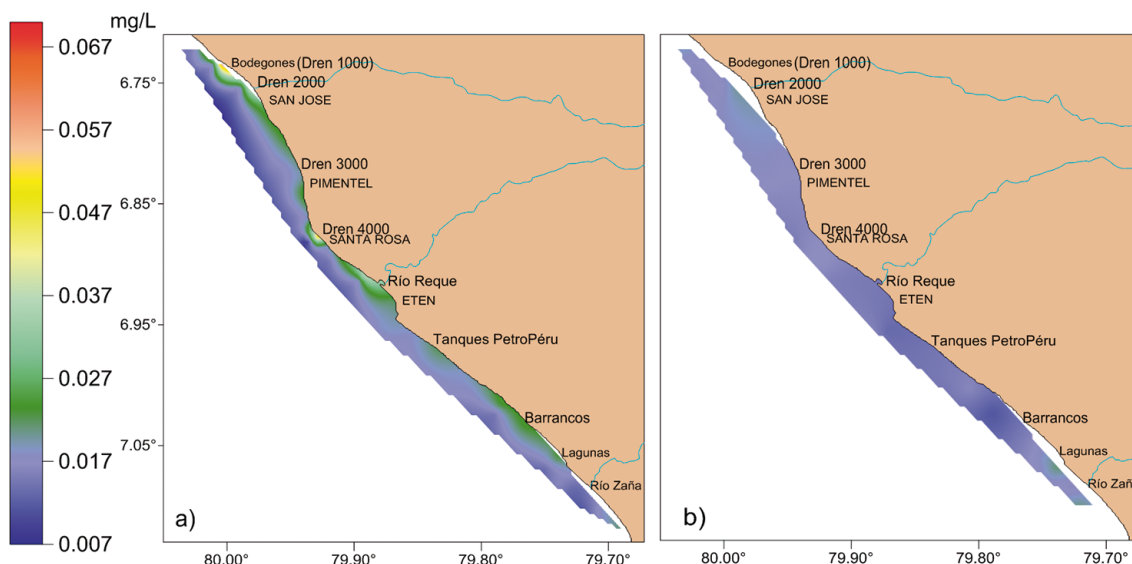


Figura 16.- Nitritos (mg/L), a) superficie, b) fondo. Litoral de la región Lambayeque. Junio 2017

Figure 16. Nitrites (mg/L), a) surface, b) bottom. Lambayeque coast (June 2017)

### Metales pesados en sedimento

Los valores de cobre total variaron de <0,030 a 6,91 µg/g, los de zinc de 19,59 a 38,4 µg/g; y de plomo total de 2,50 a 5,41 µg/g. Los niveles de estos metales en sedimento se encontraron dentro del rango de valores normales estipulados en la Tabla de Protección Costera de EE.UU (LONG *et al.*, 1995).

El cadmio varió de <0,020 a 1,14 µg/g, la mayoría de valores sobrepasaron el nivel Umbral y registros ubicados en la desembocadura del Dren 1000 (estación 3) y del dren 4000 (estación 10) sobrepasaron el rango bajo estipulado en la Tabla de Protección Costera de los EE.UU., además valores mayores de 1 µg/g son considerados como sedimentos contaminados (Saquid, 1992 en IBÁRCENA, 2011).

### Heavy metals in sediment

Total copper values ranged from <0.030 to 6.91 µg/g, zinc values from 19.59 to 38.4 µg/g, and total lead values from 2.50 to 5.41 µg/g. The levels of these metals in sediment were within the range of normal values set out in the U.S. Coastal Protection Table (LONG *et al.*, 1995).

Cadmium ranged from <0.020 to 1.14 µg/g, most values exceeded the Threshold level and records located at the mouth of Drain 1000 (station 3) and drain 4000 (station 10) exceeded the low range set out in the U.S. Coastal Protection Table, plus values greater than 1 µg/g are considered contaminated sediments (Saquid, 1992 cited by IBÁRCENA, 2011).

Las concentraciones de manganeso variaron de 86,5 a 151,5  $\mu\text{g/g}$ , los niveles de níquel entre 3,04 a 5,56  $\mu\text{g/g}$ , los de arsénico de <0,05 a 7,75 mientras que las concentraciones de selenio y antimonio no superaron 0,050 y 0,020  $\mu\text{g/g}$ , respectivamente (Tabla 1).

#### 4. CONCLUSIONES

En la desembocadura del Dren 4000 la mayoría de los parámetros ambientales estudiados sobrepasaron los estándares de calidad ambiental, señalando el punto más álgido de contaminación.

La temperatura en el agua se incrementó en los puntos de las desembocaduras de Drenes y ríos originando anomalías positivas, llegando hasta 6,0 °C localizado en la desembocadura del Dren 1000.

Manganese concentrations varied from 86.5 to 151.5  $\mu\text{g/g}$ , nickel levels from 3.04 to 5.56  $\mu\text{g/g}$ , arsenic levels from <0.05 to 7.75 while selenium and antimony concentrations did not exceed 0.050 and 0.020  $\mu\text{g/g}$ , respectively (Table 1).

#### 4. CONCLUSIONS

At the mouth of the Drain 4000, most of the environmental parameters studied exceeded the environmental quality standards, thus indicating the pollution peak.

The temperature in the water increased in the mouths of Drains and rivers causing positive anomalies, reaching up to 6.0 °C located in the mouth of Drain 1000.

Tabla 1.- Metales pesados en sedimento ( $\mu\text{g/g}$ ). Zona Costera Marina de Lambayeque. Junio 2017

Table 1. Heavy metals in sediment ( $\mu\text{g/g}$ ) Coastal Marine Zone of Lambayeque (June 2017)

Limites permisibles	Cu	Cd	Pb	Zn	Mn	Ni	As	Se	Sb
Nivel U( 1 )	18,7	0,67	30,24	124	-	-	-	-	-
Erb( 2 )	34	1,2	46,7	150	-	-	-	-	-
PNE ( 3 )	-	4,21	112,8	271	-	-	-	-	-
ERM ( 4 )	270	9,6	218	410	-	-	-	-	-
Unidad	$\mu\text{g/g}$								
Estacion (Intermareal)	Cu	Cd	Pb	Zn	Mn	Ni	As	Se	Sb
3	3,13	1,14	5,41	25,42	151,5	3,36	4,86	<0,050	<0,020
4	3,37	0,81	3,23	21,55	117,4	3,20	4,27	<0,050	<0,020
6	3,22	0,02	2,50	19,59	114,4	3,04	4,57	<0,050	<0,020
8	3,27	0,92	4,67	20,33	149,3	3,17	7,75	<0,050	<0,020
10	3,10	1,10	3,97	23,03	140,9	3,33	4,48	<0,050	<0,020
11	3,86	0,98	3,68	24,41	132,4	3,74	5,06	<0,050	<0,020
16	3,35	0,94	3,19	24,29	118,8	3,51	5,33	<0,050	<0,020
Estacion (Submareal)	Cu	Cd	Pb	Zn	Mn	Ni	As	Se	Sb
3	<0,030	<0,020	4,11	23,6	103,0	3,62	<0,050	<0,050	<0,020
5	<0,030	0,7	4,98	31,6	124,0	4,60	<0,050	<0,050	<0,020
11	5,67	0,60	4,95	33,5	151,0	4,62	<0,050	<0,050	<0,020
15	5,31	0,70	4,50	27,7	127,0	4,38	<0,050	<0,050	<0,020
22	6,91	0,70	4,57	31,8	86,5	4,36	<0,050	<0,050	<0,020
23	6,11	0,50	4,16	38,4	121,0	5,56	<0,050	<0,050	<0,020
29	4,85	0,70	4,90	33,6	122,0	5,02	<0,050	<0,050	<0,020
33	5,30	0,70	4,58	30,8	138,0	4,75	<0,050	<0,050	<0,020
Valor Máximo	6,91	1,14	5,41	38,4	151,5	3,04	<0,050	<0,050	<0,020
Valor Mínimo	<0,030	<0,020	2,50	19,59	86,5	5,56	7,75	<0,050	<0,020

(1): Nivel Umbral / Threshold Level

(2): Efecto de Rango Bajo / Low Range Effect

(3): Probable Nivel de efecto / Likely Effect Level

(4): Efecto de Rango Medio / Mid-range Effect

En las desembocaduras de los drenes 4000, 1000 y del río Zaña los coliformes totales y termotolerantes superaron los valores máximos permitidos de los estándares de calidad del agua marina, señalando estos lugares como fuentes de contaminación de origen fecal.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno en la desembocadura del Dren 4000 y fue de 44,13 mg/L sobrepasando el ECA.

Los niveles de sólidos suspendidos totales fueron muy altos y se relacionó con el alto flujo de las desembocaduras de los ríos Zaña, y Reque.

Los Hidrocarburos aromáticos totales y los aceites y grasas disueltos en agua estuvieron dentro del rango permitido por los estándares de calidad ambiental

De los metales pesados en sedimento analizados, se encontró niveles altos para cadmio, llegando hasta 1,14 µg/g.

Aunque no existe la actividad industrial pesquera en nuestra región, los valores de todos los nutrientes se incrementaron en comparación de la prospección de mayo-junio 2016, por el incremento de caudal de los ríos que desembocaron en la zona marina costera.

In the mouths of the drains 4000 and 1000 and the Zaña River, the TCs and TTCs exceeded the maximum allowable values of seawater quality standards, thus identifying these places as sources of fecal pollution.

The Biochemical Oxygen Demand at the mouth of Drain 4000 was 44.13 mg/L, which exceeded the EQS.

Total suspended solids levels were very high and were related to the high flow rate at the mouths of the Zaña and Reque rivers.

Total Aromatic Hydrocarbons and oils and fats dissolved in water were within the range allowed by environmental quality standards.

Regarding heavy metals, we found high levels of cadmium in the sediment, reaching up to 1.14 µg/g.

While there is no industrial fishing activity in our region, the values of all the nutrients increased when compared with the May-June 2016 prospection, due to the increased flow rate of the rivers discharging into the coastal marine zone.

## REFERENCIAS / REFERENCES

- ENFEN. 2017. Dirección de Oceanografía y Navegación. Marina de Guerra del Perú. Comunicado Oficial 11-2017. Disponible en: <https://www.dhn.mil.pe/Archivos/oceanografia/enfen/comunicado-oficial/11-2017.pdf>. Fecha de consulta: 10 diciembre 2016.
- ESCOBAR J. 2002. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Revista CEPAL, Naciones Unidas. Santiago de Chile. Diciembre 2002.
- IBÁRCENA L. 2011. Estudio de la Contaminación por metales ecotóxicos en sedimentos en la bahía de Ite, Tacna. Revista Ciencia y Desarrollo. p: 28 - 35.
- JACINTO M E, CABELLO R, OROZCO R. 2008. Calidad ambiental en el área marino costera de Huarney, Perú. Marzo 2002. Inf Inst Mar Perú. 35(1): 49-58.
- LONG E R, McDONALD D D, SMITH S L, CALDER F D. 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management. 19(1): 81-97.
- MINAM. 2017. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Normas Legales. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.
- MINISTERIO DE PESQUERÍA. 2002. Protocolo para el monitoreo de efluentes y cuerpo marino receptor. Normas legales. Resolución Ministerial. N° 003-2002-PE.
- PEÑA J. 1995. Un modelo de caja aplicado al transporte de partículas y tiempo de residencia de las aguas del sector "El Pindo", Ensenada de Tumaco. Boletín científico CCCP No. 5. Pp. 5 - 32.
- PNUMA. 1999. Diagnóstico Regional sobre las Actividades y Fuentes Terrestres de Contaminación que Afectan los Ambientes Marino, Costero y Dulceacuícola. Asociados en el Pacífico Sudeste. PNUMA / PAM Oficina de Coordinación y CPPS. 73 pp.
- SÁNCHEZ G, ENRÍQUEZ E, GARCÍA V. 2008. Bahías Ferrol y Coishco, Chimbote, Perú: Evaluación ambiental en abril y julio 2002. Unidad de Monitoreo y Gestión Marino Costera. DIAGCAC. IMARPE. Inf Inst Mar Perú. 35(1): 7-26.
- UNIVERSIDAD DE JAÉN. España. 2005. Análisis de aguas [http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia\\_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf](http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica%20analitica%20ambiental/tema%2010.pdf) Fecha de consulta: 12 de Diciembre 2016.
- VIVAS-AGUAS J, TOSIC L M, SÁNCHEZ J, NARVAEZ S, CADAVID B, BAUTISTA P, BETANCOURT J, PARRA J, ECHEVERRI L, ESPINOSA L. 2010. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia - REDCAM. Informe técnico. INVEMAR. Santa Marta. 208 pp.
- ZUTA S, GUILLÉN O. 1972. Oceanografía de las aguas costeras peruanas. Bol Inst Mar Perú. 2(5): 157-324.





## Anexo II. Principales parámetros ambientales registrados de la zona intermareal de la zona costera marina de la región Lambayeque. Junio 2017

### Main environmental parameters recorded in the intertidal area of the marine coastal zone, Lambayeque Region (June 2017)

Est.	Lugar	Latitud	Longitud	Temp Anom (°C)	Sal ups	OD	Fosf.	Silic.	nitrát.	nitrít.	DBO	AyC	H.A.T.D.	Sulfur.	SST	CT		Cu	Cd	Pb	Zn	Mn	Ni	As	Se	Sb	Ph	
																(mg/L)	(NMP/100ml)											CTT
2a	Dren 1000	6° 44' 01.0"	80° 00' 10.4"	24.1	6.0	15.352	9.73	0.262	5.186	0.530	0.069	5.393		0.035	60.00	3.5 x 10 <sup>3</sup>	1.7 x 10 <sup>3</sup>											8.19
3a	El Corte	6° 45' 16.6"	79° 58' 52.7"	22.3	4.4	25.280	8.49	0.522	2.528	0.259	0.040		<0.50	0.025				3.13	1.14	5.41	25.42	151.5	3.36	4.86	<0.050	<0.020	8.13	
4a	Playa San José	6° 46' 03.8"	79° 58' 19.7"	20.4	2.5	34.253	8.65	0.227	1.036	0.282	0.026	5.720	<0.50	<0.020		4	<1.8	3.37	0.81	3.23	21.55	117.4	3.20	4.27	<0.050	<0.020	8.04	
5a		6° 48' 00.4"	79° 57' 10.6"	19.9	2.0	33.814	8.78	0.197	1.082	0.271	0.023																8.02	
6a	Dren 3100	6° 49' 28.3"	79° 56' 28.1"	20.0	2.1	33.330	8.73	0.141	0.965	0.222	0.019	5.393	<0.50		0.030	106.67	5.4 x 10 <sup>2</sup>	1.7 x 10 <sup>2</sup>	3.22	0.02	2.50	19.59	114.4	3.04	4.57	<0.050	<0.020	8.04
7a	Pimentel (Norte)	6° 49' 46.5"	79° 56' 26.3"	19.8	1.9	33.184	8.93	0.176	1.117	0.270	0.020																8.01	
8a	Pimentel	6° 50' 27.6"	79° 56' 18.3"	20.6	2.7	32.852	9.49	0.139	1.309	0.268	0.025	5.066	<0.50														7.77	
9a	Pimentel (Sur)	6° 51' 43.7"	79° 56' 09.5"	19.9	2.0	34.837	8.72	0.148	1.398	0.280	0.017																7.82	
10a	Dren 4000	6° 52' 36.9"	79° 55' 40.4"	21.6	3.7	24.832	2.20	0.654	4.566	0.195	0.054	44.125	<0.50		22.0	63.00	2.2 x 10 <sup>4</sup>	1.4 x 10 <sup>4</sup>	3.10	1.10	3.97	23.03	140.9	3.33	4.48	<0.050	<0.020	8.2
11a	Santa Rosa	6° 52' 59.2"	79° 55' 21.2"	19.1	1.2	33.047	8.95	0.138	1.152	0.252	0.019		<0.50					3.86	0.98	3.68	24.41	132.4	3.74	5.06	<0.050	<0.020	8.25	
12a	Santa Rosa (Sur)	6° 53' 42.1"	79° 54' 38.2"	19.2	1.3	30.761	9.09	0.142	1.586	0.260	0.024																8.23	
13a	Rio Beque (Norte)	6° 54' 33.4"	79° 53' 30.5"	21.0	3.1	19.502	9.16	0.262	3.786	0.267	0.039	4.412															8.24	
14a	Rio Beque	6° 54' 49.9"	79° 53' 11.9"	21.9	4.0	8.419	9.43	0.218	5.639	0.311	0.033	4.249															8.3	
15a	Puerto Elen	6° 55' 43.1"	79° 52' 11.1"	18.5	0.6	34.996	8.49	0.140	0.775	0.210	0.022	5.393															7.97	
16a	Los Tanques	6° 57' 27.3"	79° 51' 14.3"	20.4	2.5	34.980	8.66	0.101	0.740	0.222	0.017	4.902	<0.50	<0.020													8.23	
17a	Los Tanques (Sur)	6° 58' 17.4"	79° 50' 06.5"	20.2	2.3	34.921	9.53	0.112	0.897	0.256	0.021	5.556															8.23	
18a	Barrancos (Norte)	6° 59' 20.3"	79° 48' 54.5"	20.0	2.1	34.909	9.12	0.109	0.852	0.271	0.018	6.210															8.19	
19a		7° 00' 54.4"	79° 47' 08.0"	19.3	1.2	34.797	8.93	0.129	0.925	0.271	0.023	4.902															8.16	
20a	Barrancos	7° 01' 58.8"	79° 46' 00.7"	19.2	1.1	34.843	9.68	0.157	0.938	0.275	0.023																8.12	
21a	Lagunas (Norte)	7° 03' 14.5"	79° 44' 42.7"	19.7	1.6	34.668	9.48	0.138	0.958	0.253	0.020																8.05	
22a	Lagunas	7° 03' 32.9"	79° 44' 26.1"	19.3	1.2	34.561	8.75	0.137	0.988	0.256	0.023	1.144															8.02	
23a	Rio Zaña	7° 05' 02.8"	79° 43' 12.5"	23.0	4.9	3.328	9.25	0.168	7.561	0.600	0.013	5.720	<0.50														8.11	
24a	Rio Zaña (Sur)	7° 07' 22.4"	79° 41' 12.6"	19.4	1.3	34.936	9.46	0.129	0.834	0.267	0.022																7.78	

#### Leyenda

Temp.: Temperatura  
 Sal: Salinidad  
 OD: Oxígeno Disuelto en el agua.  
 Fosf.: Fosfatos en el agua.  
 Silic.: Silicatos en el agua  
 DBO<sub>5</sub>: Demanda Bioquímica de Oxígeno

AyC: Aceites y Grasas  
 HATD: Hidrocarburos Totales Disueltos  
 SST: Sólidos Suspendedos Totales  
 CT: Coliformes Totales  
 CTT: Coliformes Totales Termotolerantes  
 Sulfur: Sulfuros de Hidrógeno