

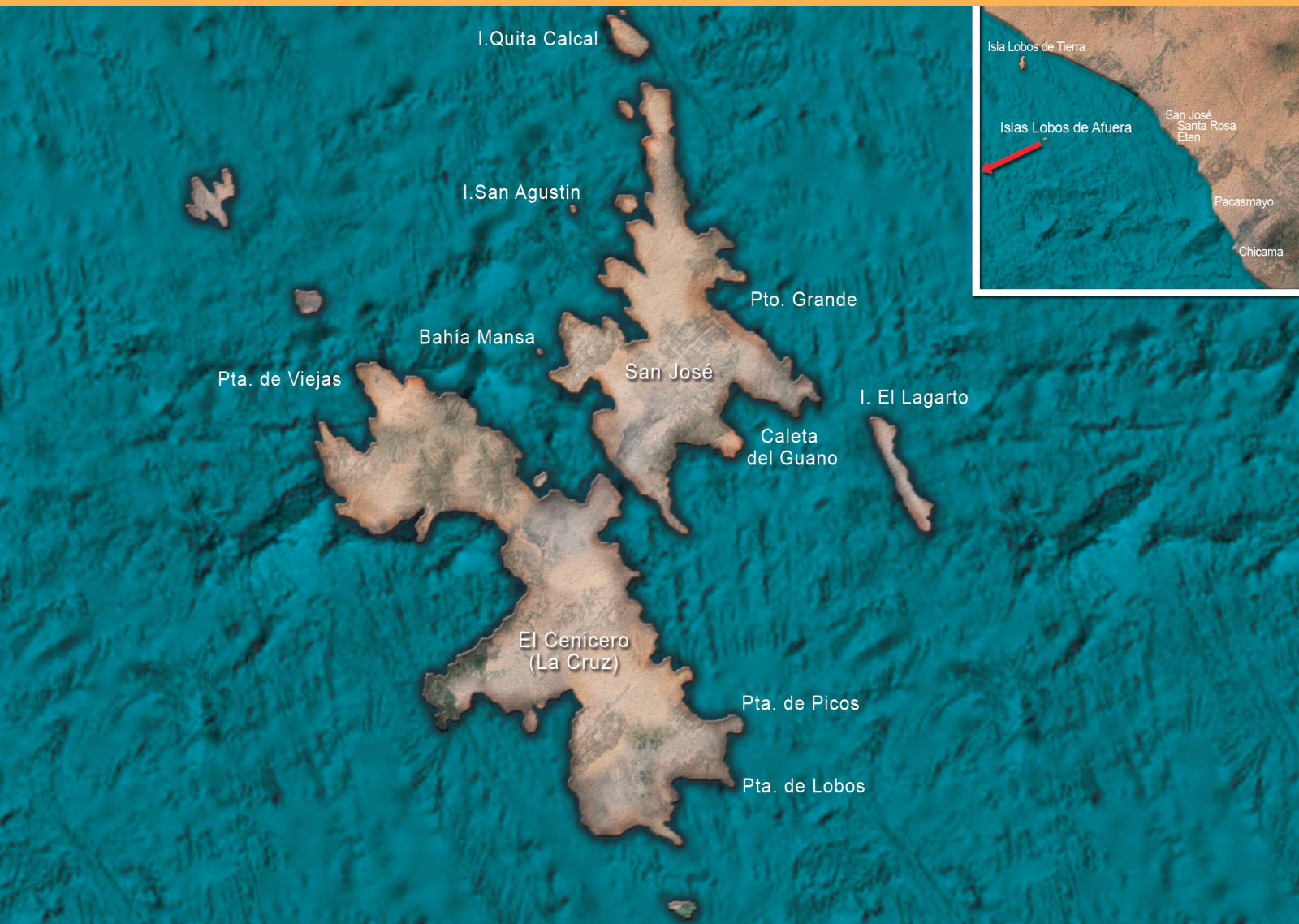


INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 42, Número 3



Julio-Setiembre 2015
Callao, Perú

EVALUACIÓN AMBIENTAL EN LA ZONA MARINO COSTERA DE LAMBAYEQUE – PERÚ, 2010

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT IN THE MARINE COASTAL AREA FROM LAMBAYEQUE – PERU, 2010

Sergio Bances¹

Javier Castañeda¹

RESUMEN

BANCES S, CASTAÑEDA J. 2015. *Evaluación ambiental en la zona marino costera de Lambayeque – Perú, 2010*. Inf Inst Mar Perú. 42(3): 328-338.- Se realizaron 2 evaluaciones, en agosto y noviembre-diciembre 2010, entre la desembocadura del Dren 1000 (Bodegonos) y la del río Zaña. En el intermareal se registró la mayor temperatura superficial del mar, se registró anomalías de hasta +8,1°C (desembocadura del Dren 1000). En agosto en el submareal, la temperatura promedio fue 16,3 °C; en noviembre-diciembre fue 15,9 °C. Similar tendencia en superficie y fondo se observó en el oxígeno disuelto. Mayor cantidad de sólidos suspendidos totales (SST) se registró alrededor de la desembocadura del Dren 4000 (137,93 mg/L), sobrepasando los límites permisibles para aguas de CEMC y AMC. Aceites y grasas fluctuaron entre 0 y 0,3 mg/L encontrándose dentro de los límites permisibles de CEMC y AMC. En el submareal, los Coliformes Totales (CT) y coliformes Termotolerantes (CTT) cumplieron con la Ley General de Aguas para la clase V y VI; en el intermareal la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en la desembocadura del Dren 3100, sobrepasó los límites permisibles de calidad de agua. En agosto se registraron 39 especies en el bentos, en noviembre y diciembre fueron 27 especies. Los índices de diversidad de Shannon Wiener y riqueza de especies del macrobentos submareal, se incrementaron de norte a sur, debido al predominio del sustrato fango-arenoso. Los puntos de alteración ambiental fueron las desembocaduras de los drenes 1000, 3100 y 4000, que reciben aguas servidas y desechos orgánicos e industriales de los centros poblados de Lambayeque, Pimentel y Santa Rosa, respectivamente.

PALABRAS CLAVE: Evaluación ambiental, zona marino costera, Lambayeque, Perú

ABSTRACT

BANCES S, CASTAÑEDA J. 2015. *Environmental assessment in the marine coastal area from Lambayeque – Perú, 2010*. Inf Inst Mar Perú. 42(3): 328-338.- Between August and November-December 2010, 2 evaluations were made, between the mouth of the drain 1000 (Bodegonos) and Zaña river. In the intertidal zone as the sea surface temperature anomalies up to + 8.1 °C (mouth of the drain 1000) was recorded. In August in the subtidal, the average temperature was 16.3 °C; in November-December was 15.9 °C. Similar trend was observed bottom surface and the dissolved oxygen. Greater amount of total suspended solids (TSS) was recorded around the mouth of the drain 4000 (137.93 mg/L), exceeding the allowable limits for water CEMC and AMC. Oils and fats varied between 0 and 0.3 mg/L being within the permissible limits of CEMC and AMC. In the subtidal, total coliforms (CT) and thermotolerant coliforms (CTT) met with the General Water Law for class V and VI; in the intertidal biochemical oxygen demand (BOD₅) in the mouth of the drain 3100, exceeded the permissible limits of water quality. August 39 species were recorded in the benthos, in November and December were 27 species. The indices of Shannon Wiener diversity and species richness of macrobenthic subtidal, increased from north to south, due to the predominance of mud-sand substrate. Environmental alteration points were the mouths of drains 1000, 3100 and 4000, receiving sewage and organic and industrial waste the towns of Lambayeque, Pimentel and Santa Rosa, respectively.

KEYWORDS: Environmental assessment, coastal marine zone, Lambayeque, Peru

1. INTRODUCCIÓN

La zona costera de Lambayeque se caracteriza por ser un área abierta donde se desarrollan actividades económicas como la pesca artesanal, agricultura y turismo. Además, en ella se ubican las desembocaduras de algunos ríos y de drenes (construidos para dar salida a las aguas excedentes de los terrenos de cultivo y evitar su salinización) que en su transcurso hacia la zona costera llevan consigo contaminantes naturales y de origen antropogénico que son depositados en las playas y en las aguas adyacentes del litoral lambayecano.

CARBAJAL et al. (2005) en su estudio “Diagnóstico ambiental de la zona costera de Lambayeque” identifican el arrojado de los desechos domésticos e industriales hacia los drenes y ríos como una de las principales actividades que deterioran la zona costera. El IMARPE-Santa Rosa en abril del 2009 efectuó por vez primera una evaluación de la calidad del ambiente marino-costero de la región Lambayeque, determinando los principales parámetros relativos a dicha calidad tanto en el área submareal como en el intermareal.

¹ IMARPE- Santa Rosa, sbances@imarpe.gob.pe

El trabajo produjo importante información preliminar sobre la situación sanitaria de las playas y zonas marinas adyacentes. Las evaluaciones ejecutadas durante el 2010 tuvieron como finalidad iniciar el monitoreo de las variables hidrográficas y de calidad acuática, determinando, entre otros, el contenido metálico en sedimentos y los organismos bentónicos del área costera de Lambayeque.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio.- Comprendió las zonas del intermareal y submareal ubicadas entre la desembocadura del Dren 1000 (Bodegones) y la desembocadura del río Zaña.

Zona intermareal (playas).- Se estableció en total 21 estaciones de muestreo, las cuales se ubicaron en el área de impacto humano como desembocaduras de efluentes (entre el norte del Dren 1000 y la desembocadura del río Zaña). En todas las estaciones fueron registrados parámetros ambientales como temperatura del agua y oxígeno disuelto; además se obtuvieron muestras para la determinación de nutrientes, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), coliformes, materia orgánica, sólidos suspendidos, metales pesados y pH en agua y sedimentos.

Zona submareal (franja marina de 1 mn adyacente a la costa).- La evaluación se realizó a bordo de la embarcación Señor de Sipán perteneciente a la sede IMARPE-Santa Rosa. Se estableció 36 estaciones de muestreo, georreferenciadas con un GPS Garmin de la embarcación, tratando de coincidir con las desembocaduras de los efluentes previamente identificadas (Fig. 1). Se

registraron todos los parámetros tomados en la zona intermareal a excepción de DBO, pero se obtuvieron muestras para la determinación de aceites y grasas, hidrocarburos y metales pesados en sedimento. Para la toma de muestras de agua de fondo se empleó una botella Niskin de 5 litros de capacidad y para muestras de superficie, termómetro y balde; también se registró la transparencia del agua mediante el disco Secchi.

Muestreo y análisis de Laboratorio.- La obtención de muestras se basó en el "Protocolo para el monitoreo de efluentes y cuerpo marino receptor" establecido en las normas legales de "El Peruano" 2001 (D.S 003-2002-PE). Los análisis físicos y químicos se efectuaron en los laboratorios de la sede central del IMARPE en el Callao, siguiendo la metodología aplicada para cada caso.

Los registros obtenidos en la presente investigación fueron comparados con los valores estándares nacionales de calidad ambiental para agua aprobados según el D.S N° 002-2008-MINAM (El Peruano 2008) de los tipos de agua que competen a zonas marinas como la categoría II: Actividades Marino Costero (AMC) (subcategorías: 1 Extracción y cultivo de moluscos Bivalvos, 2 Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas, 3 Otras actividades) y categoría IV: Conservación del Ecosistema Marino Costero (CEMC).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona intermareal presentó playas arenosas continuas, con pendiente suave formada por arena fina, arena media y arena media con conchuela; su amplitud fluctuó entre 30 y 150 m. Otro tipo de sustrato observado fue de canto rodado (Playa Lobos) localizado cerca de Los Tanques Petroperú (Eten), con amplitud entre 25 y 40 m. En la zona submareal la naturaleza del fondo, en la mayoría de las estaciones de muestreo, fue arena y fango a excepción de algunas que presentaron fondo rocoso (frente a Pimentel y Eten); las profundidades no superaron los 15 m.

IDENTIFICACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Se identificaron 10 fuentes principales de contaminación (Tabla 1) localizadas en las cercanías de las áreas pobladas. Las playas donde desembocan los drenes 1000 al norte de San José, 3100 en Pimentel y 4000 en Santa Rosa, fueron organolépticamente las zonas más impactadas, donde el efecto de la contaminación era evidente dado el bajo contenido de oxígeno disuelto y olores sulfurosos del agua de mar adyacente, lo que significa un grave deterioro de las condiciones paisajísticas y de salubridad de las playas (Figs. 2, 3, 4).

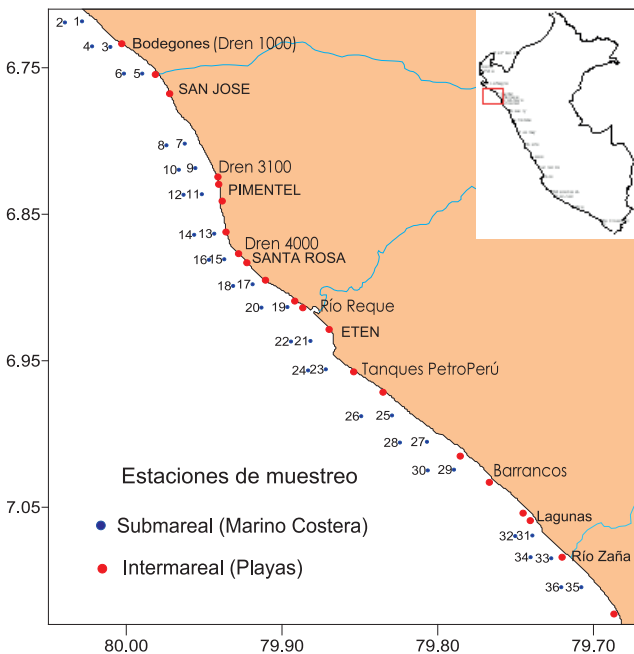


Figura 1.- Estaciones de muestreo en las zonas inter y submareal, Región Lambayeque. 2010



Figura 2.- Vistas de la desembocadura del Dren 1000



Figura 3.- Desembocadura del Dren 3100



Figura 4.- Vistas de la desembocadura del Dren 4000

Tabla 1.- Principales fuentes de contaminación antrópica de la zona marino costera de la Región Lambayeque

Nombre	Latitud	Longitud	Características
Dren 1000	6°44'08,2"	80°00'06,1"	Agua proveniente de cultivos, aparentemente limpia
Dren 2000	6°44'10,7"	80°00'01,5"	Aguas servidas domésticas provenientes de cultivo, turbia
San José	6°45'50,1"	79°58'28,7"	Actividad pesquera (procesamiento pesquero artesanal), balneario
Dren 3100	6°46'55,0"	79°57'56,2"	Aguas servidas domésticas y provenientes de cultivos, color verde
Dren 4000	6°49'11,2"	79°56'37,8"	Aguas servidas domésticas e industrial, olor sulfuroso, color rojizo
Santa Rosa	6°51'28,9"	79°56'08,4"	Actividad pesquera (procesamiento pesquero artesanal), balneario
Dren 5000	6°54'13,7"	79°53'58,7"	Agua proveniente de cultivos y aguas domésticas servidas
Río Reque	6°54'56,3"	79°53'05,7"	Agua proveniente de cultivos y aguas domésticas (dren 6000)
Tanques	6°57'27,1"	79°51'14,7"	Desembarque de petróleo y derivados
Río Zaña	7°05'00,4"	79°43'17,7"	Agua proveniente de cultivos y posiblemente aguas domésticas

TEMPERATURA Y ANOMALÍAS TÉRMICAS (°C)

En agosto, la temperatura del mar del submareal (superficie) e intermareal varió entre 15,6 y 25,0 °C; los valores más altos se encontraron en las aguas del intermareal donde desembocan el dren 1000 y el río Reque (Fig. 5). La mayoría de anomalías superficiales del submareal, comparando con la TSM promedio patrón para el área (ZUTA et al. 1972), fueron negativas, en cambio en la zona intermareal todas fueron positivas alcanzando hasta + 8,1 °C (desembocadura del Dren 1000). En noviembre-diciembre la temperatura del mar del submareal (superficie) e intermareal varió de 14,7 a 20,5 °C, con los mayores valores también en la zona intermareal y ubicados especialmente entre la desembocadura del dren 1000 y frente a San José cuyas temperaturas originaron anomalías positivas de +1,8°C.

Las temperaturas cerca del fondo fueron más homogéneas y fluctuaron entre 15,1 y 17,0 °C, en agosto y de 14,0 a 17,0 °C, en noviembre-diciembre. Las mínimas temperaturas correspondieron a las zonas de mayor profundidad.

En general los valores térmicos del submareal se enmarcaron dentro de las Aguas Costeras Frías (ZUTA y GUILLEN 1972). Las temperaturas en noviembre-diciembre originaron anomalías negativas y algunas positivas pero no sobrepasaron el límite permisible de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S N° 002-2008-MINAM; El Peruano 2008); en cambio, las anomalías térmicas de agosto sobrepasaron dichos límites, alcanzando anomalías positivas de hasta + 8,1 °C al sur de Bodegones, de +6,1 °C en la desembocadura del Río Reque, de +5,6 °C en el Dren 1000 y de +4,1 °C en el Dren 3100 (Fig. 6).

OXÍGENO DISUELTO (mg/L)

Las concentraciones de oxígeno disuelto del submareal (superficie) y del intermareal fluctuaron entre 5,2 y 14,85 mg/L en agosto y de 3,63 a 12,47 mg/L en noviembre-diciembre. Las mayores concentraciones se encontraron específicamente en la zona intermareal hallándose los mayores valores en la desembocadura del dren 1000 (agosto) y al norte de Lagunas (noviembre-diciembre) (Fig. 7).

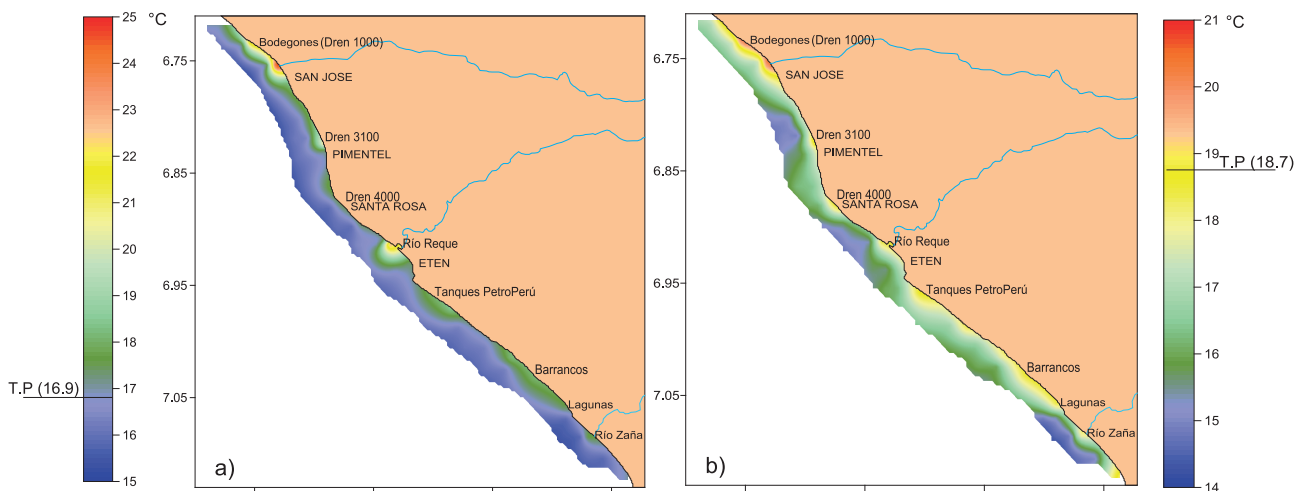


Figura 5.- Temperatura del mar del submareal (superficie) e intermareal en a) agosto, b) noviembre-diciembre 2010

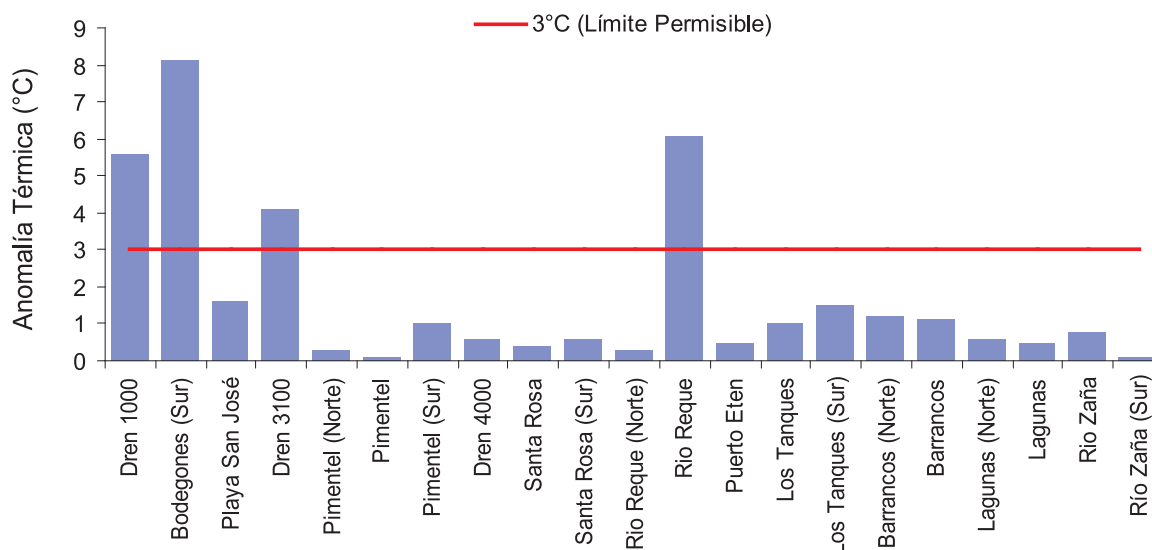


Figura 6.- Anomalías térmicas (°C) del agua de mar adyacente a la zona intermareal. Lambayeque, agosto 2010

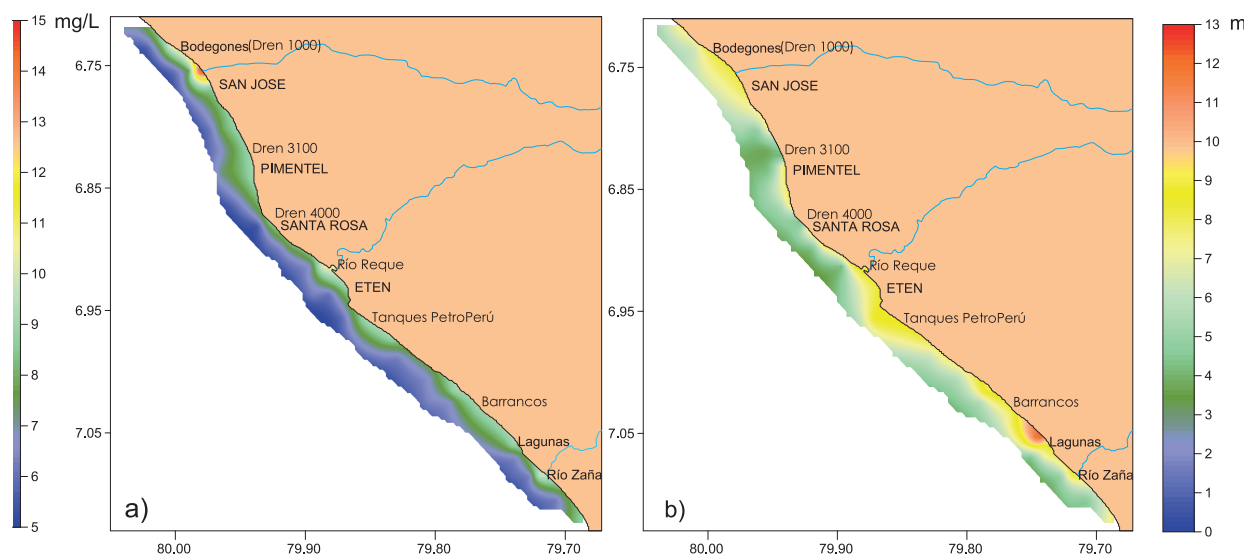


Figura 7.- Distribución de oxígeno disuelto (mg/L) en el submareal (superficie) e intermareal en a) agosto y b) noviembre y diciembre 2010

Cerca del fondo, la concentración de oxígeno disuelto fluctuó entre 1,5 y 7,45 en agosto y de 0,91 a 6,27 mg/L, en noviembre-diciembre.

En general, las concentraciones de oxígeno disuelto en la zona del submareal (superficie) y del intermareal se encontraron dentro de los límites permisibles para aguas de todas las subcategorías de AMC y CEMC (D.S N° 002-2008-MINAM).

Las concentraciones altas de oxígeno disuelto registradas en la zona intermareal se debieron muy probablemente a la aireación que originan las olas en las playas abiertas del litoral de Lambayeque, especialmente en agosto cuando los vientos fueron intensos durante el muestreo.

POTENCIAL DE IONES HIDRONIO (pH) EN EL AGUA

En agosto los valores en las zonas intermareal y submareal (superficie) fluctuaron entre 7,05 y 9,23; el valor más elevado se encontró en la desembocadura del Dren 1000. En noviembre-diciembre los valores de pH variaron entre 7,28 y 7,98, registrándose los más altos en el intermareal de la zona de Barrancos. Los valores >7,8 suelen encontrarse en aguas costeras que no presentan problemas significativos de carga orgánica (JACINTO et al. 2008) (Fig. 8).

Cerca del fondo los valores de pH del agua variaron entre 7,12 y 7,84 en agosto y entre 7,53 y 7,89 en noviembre-diciembre.

En general todos los valores de pH estuvieron dentro de los límites permisibles según la Ley General de Aguas, exceptuando el valor máximo encontrado en el intermareal del mes de agosto que sobrepasó estos límites. Los valores más altos estuvieron asociados a temperaturas más altas y altas concentraciones de oxígeno disuelto, coincidiendo con lo encontrado por SÁNCHEZ et al. (2008) en los monitoreos de la bahía del Callao, siendo más notorio en el muestreo de agosto.

POTENCIAL DE IONES HIDRONIO (pH) EN EL SEDIMENTO

En agosto el pH en el sedimento fluctuó entre 7,8 y 7,15, promedio 7,56; en noviembre - diciembre el pH osciló entre 7,05 y 7,70, promedio 7,61. Los fondos, según su aspecto organoléptico, en los dos meses de muestreo se encontraron oxidados.

TRANSPARENCIA (m)

La penetración de la luz en el agua, medida como transparencia presentó valores de 0,5 a 1,5 m en agosto y de 0,5 a 2,0 m en noviembre-diciembre. En los dos meses de muestreo se observaron los principales núcleos de turbidez frente a los centros poblados de Santa Rosa y Pimentel, en donde se localizan los drenes 4000 y 3100, respectivamente, y al norte de San José en donde desemboca el Dren 1000, debido a que estos efluentes contribuyen al aporte significativo de sedimentos y materia orgánica además de desechos domésticos e industriales hacia las aguas costeras de Lambayeque.

El área con mayor transparencia abarcó desde Eten hasta Lagunas, relacionada a la mayor profundidad de la zona, fondos rocosos y la ausencia de ríos o drenes en el área, si bien en Lagunas se observó un

pequeño núcleo de turbidez, debido a las descargas del Rio Zaña.

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)

Los sólidos suspendidos totales indicarían de manera rápida y confiable la contaminación de un cuerpo de agua por partículas en suspensión las cuales pueden provenir de fuentes naturales o artificiales. A los sólidos en el agua se pueden adherir microorganismos patógenos y elementos químicos peligrosos para la salud humana. A mayores sólidos suspendidos mayor será el grado de contaminación del agua litoral. Cuando se llega al valor máximo se asume que el agua no está en condiciones sanitarias para que el ser humano se bañe en ella (PEÑA 1995).

En agosto los valores de sólidos suspendidos totales (SST) del submareal (superficie) y del intermareal fluctuaron entre 10,26 y 137,93 mg/L; el valor mínimo se encontró al sur de Bodegones (submareal) y el valor máximo en el intermareal de la desembocadura del Dren 4000. En noviembre-diciembre los valores fluctuaron entre 37,37 y 152,17 mg/L, encontrándose su máxima concentración en la zona intermareal frente a los Tanques de Petroperú (sur de Eten). Como se observa en la figura 9, la mayoría de los valores de SST sobrepasan los límites permisibles para aguas de CEMC (30 mg/L) y en las dos subcategorías de aguas de AMC (50 y 70 mg/L); en cambio algunos autores como PEÑA (1995) señalan que el valor de 10 miligramos por litro representa el valor mínimo normal de sólidos suspendidos en cualquier fuente natural de agua marina, mientras que el valor 100 representa el límite máximo permisible. En ese caso la mayoría de valores obtenidos en la presente investigación se encontrarían dentro de los valores normales de los parámetros ambientales.

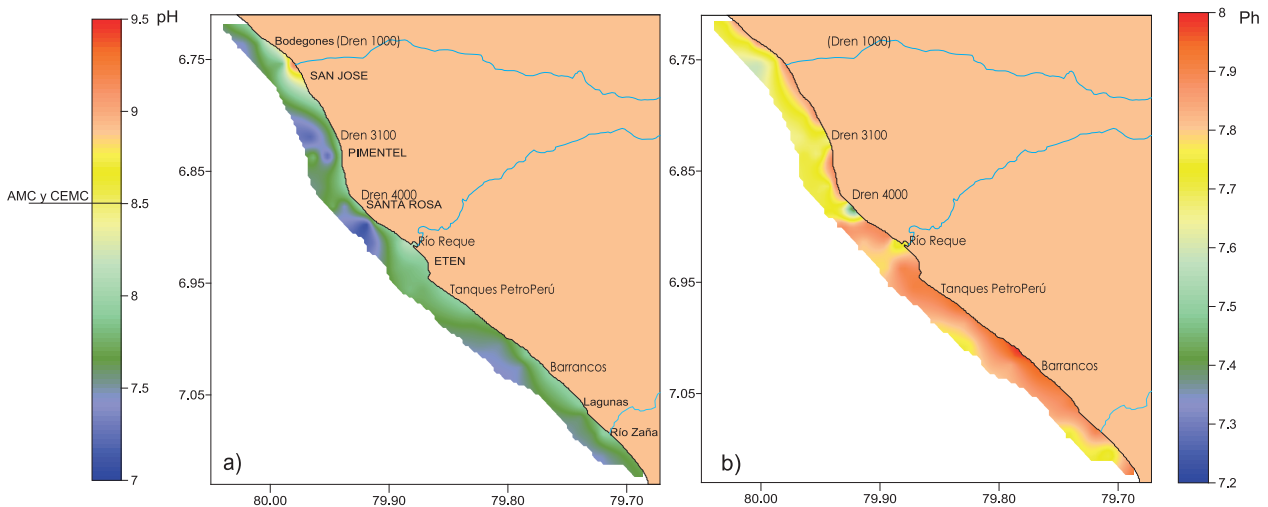


Figura 8.- Distribución del pH del mar del submareal (superficie) e intermareal en a) agosto y b) noviembre - diciembre 2010

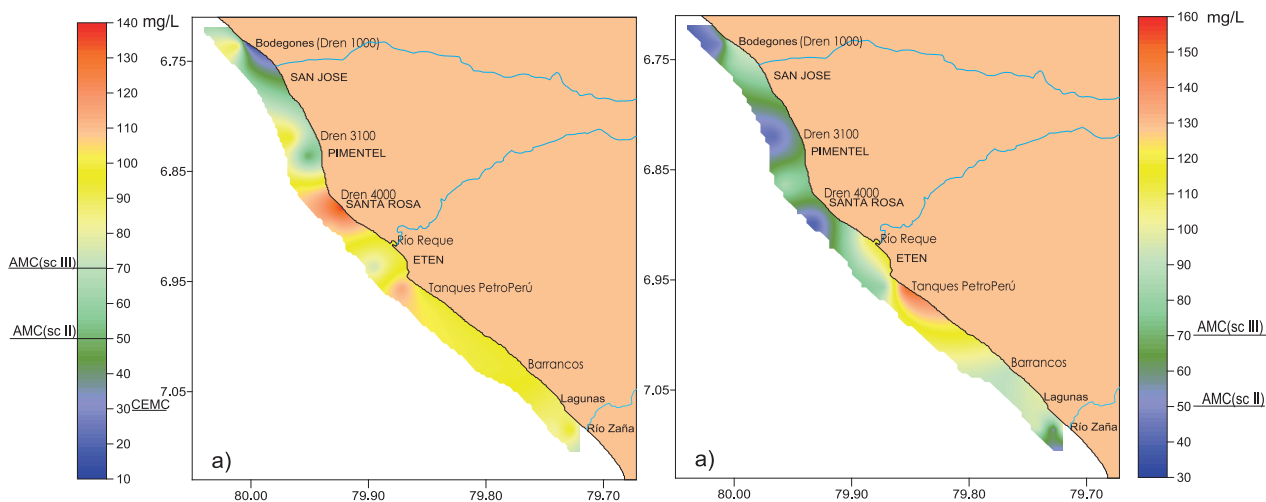


Figura 9.- Distribución de sólidos suspendidos totales (mg/L) del submareal (superficie) e intermareal en a) agosto y b) noviembre-diciembre 2010

ACEITES Y GRASAS

Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos y por tal motivo son catalogadas como sustancias potencialmente peligrosas.

Los registros de aceites y grasas en el submareal (superficie) fueron muy bajos resultando el promedio para ambos meses de 0,2 mg/L. En general los valores de las evaluaciones de ambos meses fluctuaron dentro de los límites permisibles para aguas de CEMC y AMC (subcategoría I y II) (Fig. 10).

Los valores encontrados en el presente estudio fueron mucho menores en comparación con los registrados por CABRERA (2001) en la bahía de Chancay (Departamento de Lima) que alcanzaron concentraciones de 50,12 a 90,02 mg/L durante la etapa de procesamiento industrial pesquero.

noviembre-diciembre fluctuó entre 2,70 y 10,65 µg/L, promedió 6,20 µg/L. En agosto los valores de algunas estaciones sobrepasaron los límites permisibles de tipo de agua para actividades marino-costeras (subcategoría II y III), y se ubicaron al sur de los Tanques de Petroperú y de la desembocadura del río Zaña; en noviembre-diciembre también se registró la mayor concentración de HDT frente a la desembocadura del río Zaña (Fig. 11).

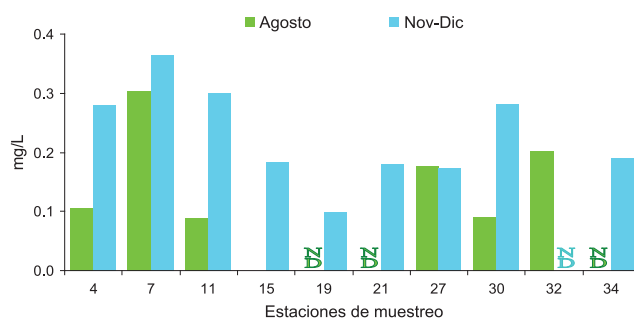


Figura 10.- Concentración de aceites y grasas en algunas estaciones del submareal. Agosto y noviembre-diciembre 2010 (ND=No detectado)

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS TOTALES DISUELTOS (EN AGUA SUPERFICIAL)

Los valores no necesariamente indican el grado o estado de contaminación, sino el contenido presente al momento de la prospección, el cual estaría sujeto a transformaciones en el tiempo debido a los factores meteorológicos y de degradación en este medio dinámico (agua marina). Es posible que indique ingresos recientes al sistema acuático pero es difícil precisar fecha de ingreso o en qué estado de descomposición se encuentra el residuo detectado (JACINTO et al. 2008). En agosto el contenido de hidrocarburos totales (HDT) (expresado en unidades de criseno) fluctuaron entre 4,92 y 18,23 µg/L, promedio 10 µg/L, y en

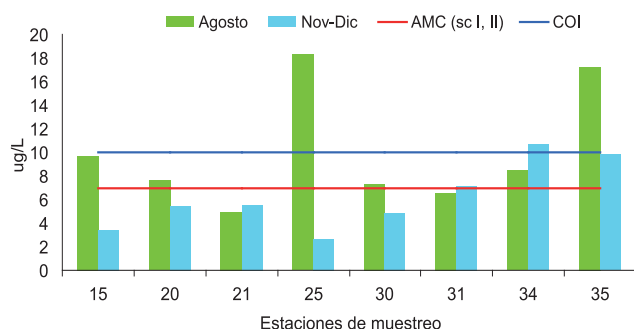


Figura 11.- Concentración de Hidrocarburos Aromáticos Totales Disueltos (en agua superficial), algunas estaciones del submareal. Agosto y noviembre-diciembre 2010

COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES (CT y CTT) Y DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO

Se considera que las playas aledañas a las principales ciudades como Chiclayo, Lambayeque y Ferreñafe y que son utilizadas para el turismo y la pesca así como para la recreación de la población residente, están fuertemente expuestas a problemas de contaminación debido a que en diferentes puntos, a lo largo del litoral de Lambayeque, dichas playas reciben significativas descargas de aguas negras (DE LA CRUZ et al. 2009).

En agosto en el intermareal los CT fluctuaron entre <30 y 110000 NMP/100 mL y los valores de CTT variaron entre <30 y 46000 NMP/100 mL; los valores obtenidos de CT y CTT en la desembocadura del dren 4000 sobrepasaron excesivamente los límites permisibles de aguas Tipo V y VI; también en las desembocaduras del dren 3100, 1000 y el Corte las concentraciones de CT y CTT sobrepasaron los límites permisibles sólo para tipo de Agua V (Fig. 12). En noviembre-diciembre las concentraciones disminuyeron siendo los valores en las desembocaduras de los drenes 3100 y 4000 los que sobrepasaron los límites para agua de tipo V. Por otro lado, los valores encontrados de bacterias coliformes muestran que el sistema de tratamiento de aguas negras necesita ser mejorado y ampliado en cuanto a su capacidad se refiere. Es muy importante considerar estos valores, ya que autores como GRUNNET (1978) señalan que en concentraciones mayores de 1000 coliformes fecales/mL hay un 50% de probabilidad de encontrar *Salmonella* sp.

En el submareal, en agosto, la mayoría de los valores de CT fueron menores de 30 NMP/100 mL, exceptuando los valores registrados al norte de Bodegones y frente a Pimentel cuyos valores fueron de 90 y 40 NMP/100 mL respectivamente; los CTT fueron también en su mayoría menores de 30 NMP/100 mL; en la evaluación de noviembre-diciembre todos los valores de CT y CTT fueron menores de 30 NMP/100 mL (Fig. 13). En general los valores en el submareal en las dos evaluaciones cumplieron con la Ley General de Aguas para la clase V y VI (Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos; y preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial); además se observó que las concentraciones de coliformes del intermareal llegan al submareal en cantidades muy bajas o nulas debido posiblemente a la gran capacidad de dilución del mar, dilución favorecida por las intensas corrientes que circulan frente a las playas abiertas y expuestas de la costa lambayecana.

En agosto la DBO₅ fluctuó entre 1,39 y 10,87 mg/L, y en noviembre-diciembre varió entre 1,0 y 3,27 mg/L; todos los registros se encontraron dentro de los límites permisibles de calidad de agua de acuerdo a la Ley General de Aguas (10 mg/L) (LGA Clases V y VI D.S N° 261-69-AP) exceptuando el valor registrado en la desembocadura del dren 3100 en agosto (Fig. 14).

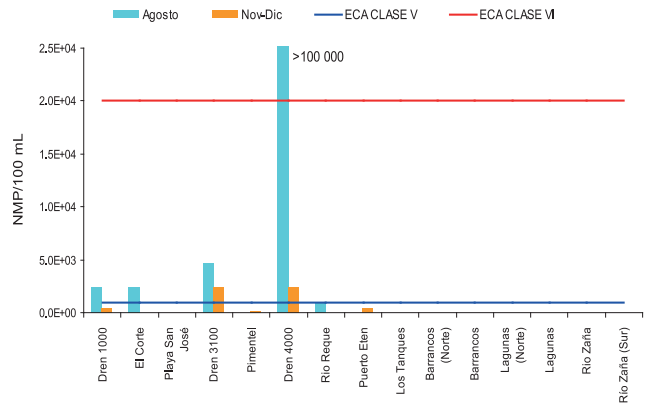


Figura 12.- Coliformes totales (CT) y valores máximos permitidos (ECA), registrados en el intermareal de la Región Lambayeque, 2010

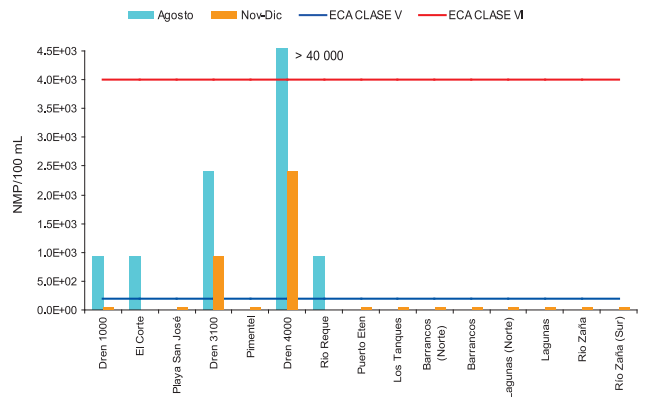


Figura 13.- Coliformes termotolerantes y máximos permitidos (ECA), registrados en el intermareal de la Región Lambayeque, 2010

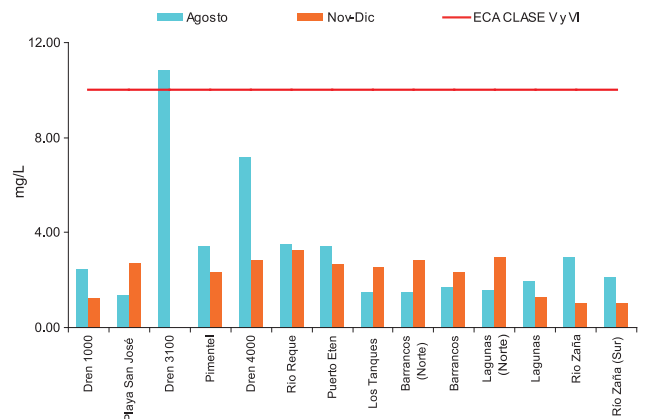


Figura 14.- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y valores máximos permitidos (ECA), registrados en el intermareal de la Región Lambayeque, 2010

METALES PESADOS EN EL SEDIMENTO (AGOSTO 2010)

Cobre total varió de 16,19 a 20,16 µg/g, y la mayor concentración se registró al norte del Dren 4000, superando el Nivel Umbral cuyo valor es de 18,70 µg/g estipulado en la Tabla de Protección Costera de los EE.UU. (LONG et al. 1995). En el 2009 también se registró la mayor concentración en la misma estación (Informe Interno Lab. Santa Rosa 2009).

El cadmio total varió de 0,16 a 0,66 µg/g, no superó los 0,67µg/g (Nivel Umbral) estipulado en la Tabla de Protección Costera de los EE.UU.

El plomo total fluctuó de 0,88 a 1,99 µg/g, no superó el valor umbral (30,24 µg/g) estipulado en la Tabla de Protección Costera de los EE.UU.

Las concentraciones de manganeso variaron de 163,85 a 251,76 µg/g y de hierro fluctuaron entre 1,56 y 2,40% (Tabla 2). El manganeso no es considerado un metal significativamente contaminante del ambiente marino, se encontró en forma de óxidos o hidróxidos insolubles y muy relacionado a diversas actividades antropogénicas (VÁSQUEZ et al. 2006).

COMUNIDAD BENTÓNICA

Composición específica, abundancia y biomasa

Se registraron diferencias en la comunidad macro bentónica entre las dos salidas realizadas en el 2010. En agosto se identificaron 39 especies entre Polychaeta

(23), Crustacea (8), Mollusca (3) y 5 especies clasificadas como “otros” (Nemertinea, Echinodermata, Pycnogonida y Phoronida), en noviembre-diciembre fueron 27 especies correspondientes a Polychaeta (11), Crustacea (5), Mollusca (5), Nemertea (3) y 3 especies clasificadas como “otros”.

Al norte del río Reque (Dren 1000, Dren 3100, Dren 4000) predominaron los crustáceos pertenecientes al sub orden Gammaridea y al sur (puerto Eten, Barrancos y Lagunas) los poliquetos, debido al predominio de sustratos fango-arenosos.

Medidas univariadas de la biodiversidad

Los valores de diversidad fueron bajos en todas las zonas de estudio y en noviembre – diciembre se obtuvieron valores aun menores. En agosto el índice de diversidad de Shannon Wiener (H'), fluctuó entre 0,60 (Bodegones-Dren 1000) a 2,08 bits/ind. (Puerto Eten), mientras que en la segunda salida este índice fluctuó entre 0,33 (Bodegones-Dren 1000) y 1,73 bits/ind. (Barrancos).

En relación con el índice de equidad (J') (distribución de las abundancias numéricas por cada grupo taxonómico), obtenido en agosto, varió entre 0,43 (Bodegones) y 0,81 (Lagunas), y en la 2da salida entre 0,33 y 0,81 en las zonas de Bodegones y Barrancos, respectivamente. Los índices de H' y riqueza de especies del macrobentos submareal, durante las evaluaciones se incrementaron de norte a sur, indicando cambios en el fondo del mar, atribuidos principalmente a las diferencias de sustrato.

Tabla 2.- Metales pesados en sedimento, zona submareal de la Región Lambayeque. Agosto 2010 (µg/g)

Límites permisibles	Cu	Cd	Pb	Zn	Mn	Fe
Nivel Umbral	18,7	0,67	30,24	124	-	-
Efecto de rango bajo	34	1,2	46,7	150	-	-
Probable nivel de efecto	-	4,21	112,8	271	-	-
Efecto de rango medio	270	9,6	218	410	-	-
Unidad	µg/g					%
Estación (Submareal)	Cu	Cd	Pb	Zn	Mn	Fe
1	18,09	0,56	1,99	49,22	221,56	2,27
5	19,03	0,43	1,05	51,76	193,34	2,06
14	20,16	0,50	1,88	70,28	212,50	2,12
19	18,14	0,18	1,97	45,98	193,62	1,63
22	17,35	0,66	0,88	54,40	206,81	2,17
27	17,44	0,34	1,93	40,70	251,76	2,40
30	16,19	0,56	1,13	40,51	190,53	1,97
31	16,67	0,16	1,08	42,02	229,61	2,21
35	17,01	0,23	1,40	36,59	163,69	1,56
Valor Máximo	20,16	0,66	1,99	70,28	251,76	2,40
Valor Mínimo	16,19	0,16	0,88	36,59	163,69	1,56

Los índices de biodiversidad de la estructura comunitaria bentónica en agosto fueron superiores a los calculados en noviembre-diciembre (Tabla 3). La zona de Bodegones-Dren 1000 fue la que presentó el mayor índice de Shannon-Wiener (H') con 0,60 y 0,33 bits/ind, para agosto y noviembre-diciembre, respectivamente.

En el análisis de componentes principales, los ejes considerados contribuyen en más del 51% con la

variabilidad de los datos. El eje principal permite diferenciar los organismos de la comunidad macro bentónica que se distribuyen en sustratos de fango arenoso, como los poliquetos, moluscos, forónidos y nemertinos, de aquellos que habitan, principalmente en arena fina, como son crustáceos, equinodermos e integrantes de la familia de Pycnogonidae (Fig. 15).

La diversidad y abundancia de la comunidad macro bentónica en el área de estudio está relacionada directamente con la profundidad y en menor grado con la materia orgánica.

Se esperaba una correlación directa entre el oxígeno disuelto y la temperatura del fondo del mar, pero los resultados mostraron lo contrario; que se debería a la influencia de la línea costera y el oleaje, que alteran los valores normales de estos parámetros oceanográficos.

La presencia de familias de poliquetos que son indicadores de todo tipo de contaminación (Capitellidae), orgánica (Spionidae) y de metales pesados (Nephtyidae), permite suponer alteraciones del sustrato en algunas áreas.

Tabla 3.- Variación de los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H') y riqueza específica del macrobentos submareal, agosto y noviembre-diciembre 2010

Zonas	Ago-10		Dic-10	
	H'	Nº especies	H'	Nº especies
Bodegones-Dren 1000	0,60	10	0,33	3
Pimentel-Dren 3100	0,65	6	0,69	6
Sta. Rosa-Dren 4000	1,18	6	1,41	6
Río Reque	1,08	9	1,32	7
Puerto Eten	2,08	21	1,49	16
Barrancos	1,85	29	1,73	15
Lagunas-Río Zaña	1,64	16	1,52	11

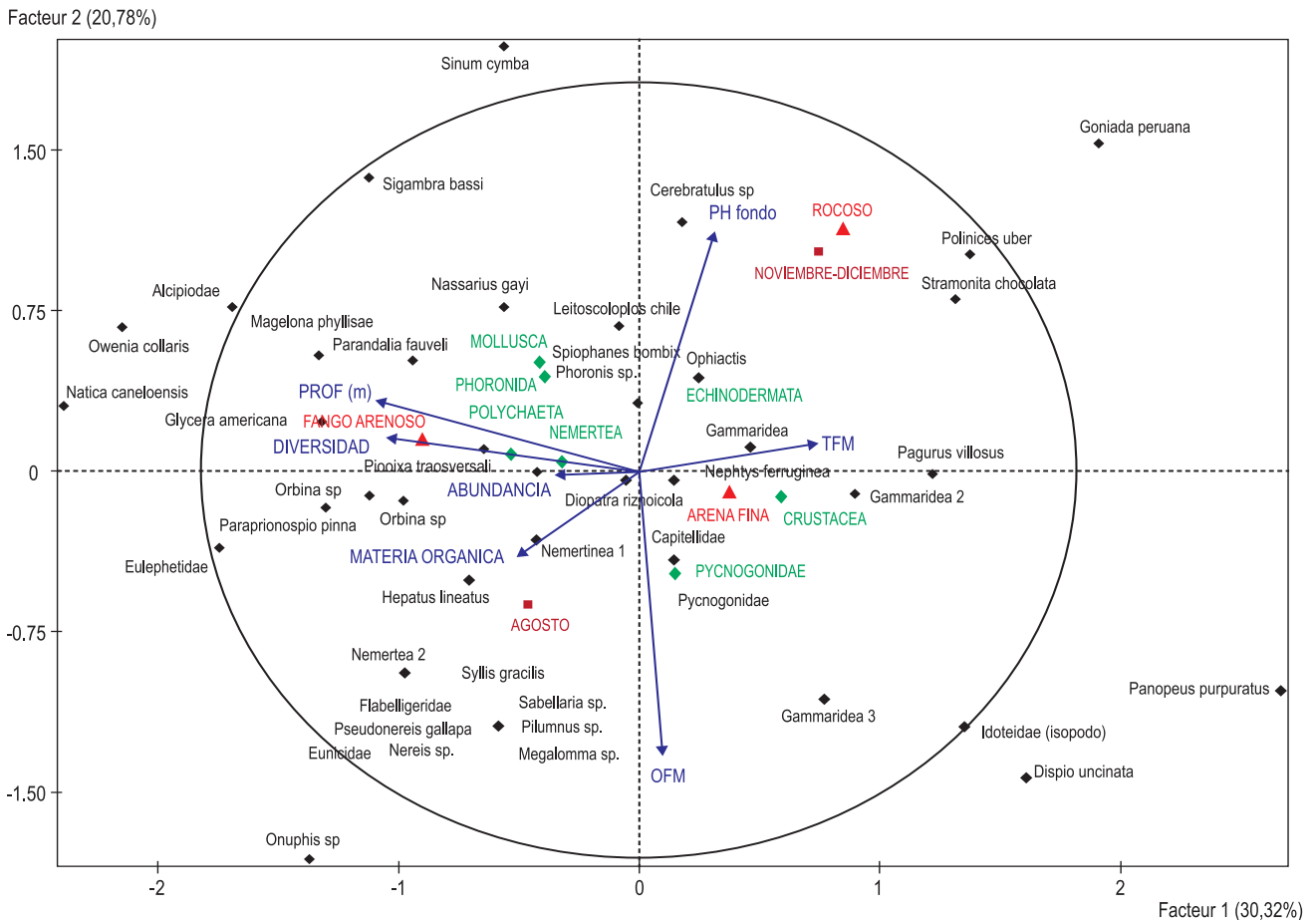


Figura 15.- Análisis de componentes principales de las especies de bentos del submareal y de los principales parámetros ambientales durante el 2010

4. CONCLUSIONES

Las principales fuentes de contaminación de la zona costera lambayecana son los residuos o desechos de diversas actividades económicas como la pesquería artesanal, agricultura y turismo, que mediante ríos y drenes de uso originalmente agrícola van a parar al mar.

Desde el punto de vista organoléptico el impacto ambiental fue focalizado en la zona intermareal del dren 4000 en Santa Rosa, el dren 1000 al norte de San José, y el dren 3100 en Pimentel, donde el efecto de la contaminación fue evidente por el grave deterioro de las condiciones paisajísticas y de salubridad de las playas, además de la emanación de olores sulfurosos del agua de mar adyacente.

La temperatura del agua en el intermareal se vio afectada sensiblemente en el muestreo de agosto, especialmente en Bodegonos, cuya anomalía llegó hasta +8,1°C.

Los sólidos suspendidos totales sobrepasaron los límites permisibles, su máxima concentración estuvo localizada en la desembocadura del dren 4000 (agosto) y frente a Tanques Petro-Perú en noviembre-diciembre.

Los índices de diversidad de Shannon Wiener y riqueza de especies del macrobentos submareal se incrementaron de norte a sur debido al predominio de fango arenoso al sur del área evaluada.

En la desembocadura del dren 4000 los coliformes totales y termotolerantes superaron excesivamente los valores máximos permitidos en los estándares de calidad del agua marina.

La concentración de contaminantes (coliformes totales y termotolerantes) en el submareal fue muy baja en comparación con lo encontrado a nivel del intermareal, lo cual se debió principalmente a la acción atenuante de las corrientes locales.

5. REFERENCIAS

- CABRERA C. 2001. Contaminación e impacto ambiental en la bahía de Chancay. Revista del Instituto de Investigación. Fac. Minas Metal Cinc. Geogr, 2001; 4(8):37-46.
- CARBAJAL W, CASTAÑEDA J, GALÁN J, RAMÍREZ P, DE LA CRUZ P. 2005. Diagnóstico ambiental de la zona costera de Lambayeque, 2004. Inf. Interno Inst. Mar Perú: 57pp.
- DE LA CRUZ J, RAMÍREZ P, CASTRO J, BANCES S, GALÁN J, TORRES D, CASTAÑEDA J, LLANOS J. 2009. Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y zonas de pesca artesanal en el litoral de la región Lambayeque. Inf. Interno Inst Mar Perú 86 pp.
- GRUNNET K. 1978. Selected Microorganisms for Coastal Pollution. Studies and Coastal Pollution Control. 3: 759 - 775.
- JACINTO M E, CABELLO R, OROZCO R. 2008. Calidad ambiental en el área marino-costera de Huarmey, Perú. Marzo 2002. Inf Inst Mar Perú 35 (1): 49-58.
- LONG E R, MACDONALD 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.
- MIPE. 2002. Protocolo para el monitoreo de efluentes y cuerpo marino receptor. Normas legales. Resolución Ministerial. N° 003-2002-PE.
- MINAM. 2008. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Normas Legales. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.
- PARRA G. 1986. La Conservación del Lago Maracaibo Diagnóstico Ecológico y Plan Maestro. (ed.) Departamento de Protección Integral y Relaciones Públicas de LAGOVEN, S.A. Filial de PDVSA, 80 pp.
- 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: 5 -32.
- SÁNCHEZ G, FLORES V, HENOSTROZA A. 2014. Calidad ambiental del humedal poza La Arenilla, Callao 2008. Inf Inst Mar Perú. 41(1-4): 202-214.
- VÁSQUEZ M, AGUIRRE G, SANCHEZ J, PEREZ R, CASTRO J. 2006. Contenido de metales pesados en agua, sedimento y ostiones de la Laguna de San Andrés en Tamaulipas, México. Convocatoria tesis 2006. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- ZUTA S, GUILLEN O. 1972. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol Inst Mar Perú. 3(5):157-324.
- ZUTA S, URQUIZO W. 1972. Temperatura Promedio de la Superficie del Mar frente a la costa peruana periodo 1928-1969. Bol Inst Mar Perú. Vol. 2 (8):459-520.