



Revista de Ciencia, Realidad y Valores
www.revistacr.org

Vol. 2 N° 1. Págs. 54-81. 2023

Calidad del agua de mar en el área circundante al desembarcadero pesquero artesanal de Chimbote en el 2019.

Mg. Marco Antonio Apaéstegui Salazar
Universidad Nacional del Santa(Perú)

Resumen: En el informe científico desarrollado por el autor, el objetivo del trabajo de investigación fue evaluar la calidad del agua de mar en el área circundante del Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) de Chimbote. Se establecieron cinco puntos de muestreo y la toma de muestras de agua se hizo según el Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Hídrico Receptor (Ministerio de la Producción, 2013), durante la temporada de pesca (mayo y julio del 2019) y temporada de veda (abril y septiembre 2019). Para analizar la calidad del agua de mar se consideró sus dimensiones físicas, químicas y biológicas, con sus respectivos indicadores. Los resultados se compararon con el ECA establecido por D.S. N° 0004-2017-MINAM. Los resultados físicos, químicos y biológicos estadísticamente indicaron que muestran un ligero incremento en temporada de pesca (Salinidad, nitratos, nitritos, fosfatos, sólidos totales disueltos y DBO5) y disminuyeron en temporada de veda (temperatura, transparencia, pH, Oxígeno, coliformes totales y coliformes termotolerante). El pH y DBO5 cumplen con los límites permisibles, en tanto que la temperatura, oxígeno disuelto, nitratos y coliformes termotolerantes no cumplen con los límites permisibles establecido por el Estándar de Calidad Ambiental (ECA). Existen organismos bentónicos en los periodos de pesca y veda como *Ophiotrix sp.*, *Nephtys sp.*, *Anachis nigricans*, *Nassarius gayi*, *Hepatus chilensis* y *Paguros sp.*, son considerados indicadores ambientales de la calidad del agua. Se concluye que la calidad de agua de mar en el área circundante al desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote no cumple con los límites establecidos por el ECA Categoría 4, sub categoría E3 por la contaminación en el área de estudio que conduce al estrés entre comunidades.

Palabras clave: Calidad del agua marina, Bahía El Ferrol, Chimbote

Abstract: The objective of the research work was to evaluate the quality of seawater in the area surrounding the Chimbote Artisanal Fishing Landing (DPA). Five sampling points were established and the water samples were taken according to the Protocol for the Monitoring of Effluents and Receiving Water Body (Ministry of Production, 2013), during the fishing season (May and July 2019) and closed season (April and September 2019). To analyze the quality of sea water, its physical, chemical and biological dimensions were considered, with their pertinent indicators. The results were compared with the RCT established by D.S. No. 0004-2017-MINAM. The physical, chemical and biological results statistically indicated that they showed a slight increase in the fishing season (Salinity, nitrates, nitrites, phosphates, total dissolved solids and BOD5) and decreased in the closed season (temperature, transparency, pH, Oxygen, total coliforms and thermotolerant coliforms). The pH and BOD5 comply with the permissible limits, while the temperature, dissolved oxygen, nitrates and thermotolerant coliforms do not comply with the permissible limits established by the Environmental Quality Standard (ECA). There are benthic organisms in the fishing and closed seasons such as *Ophiotrix sp.*, *Nephtys sp.*, *Anachis nigricans*, *Nassarius gayi*, *Hepatus chilensis* and *Paguros sp.*, they are considered environmental indicators of water quality. It is concluded that the quality of seawater in the area surrounding the Chimbote Artisanal Fishing landing site does not comply with the limits established by ECA Category 4, sub category E3 due to contamination in the study area that leads to stress between communities.

Keywords: Marine water quality, El Ferrol Bay, Chimbote.

1.- Introducción

El propósito de investigación fue conocer la calidad del agua marina en el área circundante del desembarcadero pesquero artesanal de Chimbote ubicado al norte-este de la Bahía El Ferrol.

Sobre el particular existen estudios relacionados a la generación de contaminación producida por el hombre al medio ambiente que se presenta de muchas formas, pero los mayores efectos se dan en las diferentes zonas costeras, siendo los sedimentos y las aguas en estas áreas costeras las que resisten el mayor efecto proveniente de las aguas residuales y de las descargas industriales, Harrison (1999, p. 33).

La industria pesquera en Chimbote está orientada a la producción de harina, aceite de pescado, conservas, maricultura y pesca artesanal para consumo humano directo para el mercado interno y externo, bajo esta óptica los desechos producidos son vertidos directamente al mar por algunas fábricas que no se han modernizado y no están asociadas al emisor submarino, que opera en la bahía El Ferrol. En este contexto, (García *et al.*, 2018) señalan, si a estas condiciones se le agregan las aguas domésticas producidas por los muelles, desembarcaderos y ciudades adyacentes al litoral costero, así como los residuos vertidos por las embarcaciones que se encuentran fondeados en la bahía, se agudizan los problemas de contaminación, que las actividades productivas vierten continuamente diferentes tipos de desechos: líquidos oleosos, sólidos y biomédicos al medio acuático, que influyen en la calidad del agua de mar, que en ocasiones generan situaciones de hipoxia y en casos extremos condiciones de anoxia que perjudica la relación recurso - ambiente (pp. 406-407).

Asimismo, los muelles o desembarcaderos, generan residuos sólidos y líquidos que contribuyen con la contaminación. Es así que Romero (2013), reporta que en el Puerto Pesquero Artesanal Esmeraldas-Papers-Ecuador, durante una temporada baja de pesca la recolección en un día de residuos no peligrosos es de 807,63 Kg., representando este resultado un tercio en una temporada alta de pesca, estos residuos se encuentran compuestos por un 92,18 % de residuos orgánicos, de los cuales el 75,9 % son de residuos de pescado, el 11,92 % son los residuos de alimentos, el 2,42 % son restos de maderas y el 1,94 % son restos de papel y de cartón, proyectándose una producción anual de 294 784,95 Kg esto equivale a un volumen de 405,47 m³ (p. 80). Además, en la Bahía el Ferrol no se cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), para tratar las Aguas residuales domésticas de la población.

Por esta razón es importante saber que los Desembarcaderos Pesqueros Artesanales (DPA) son puntos de mayor actividad económica en el cual desembarcan recursos hidrobiológicos y luego de la venta generan

grandes cantidades de residuos que no tienen tratamientos y son vertidos al mar, provocando situaciones de contaminación en el área circundante al DPA, por lo que es importante su estudio. Por ello hoy en día es importante realizar monitoreo sobre la calidad de agua ya que nos indica el deterioro que viene sufriendo el agua de mar, que es el resultado de los desechos vertidos tanto por efluentes domésticos como por Efluentes industriales de las industrias CHD conexas al lado sur del DPA que por acción de las corrientes llegan a la zona de estudio, que producen cambios en los diferentes indicadores físico-químicos: pH, Temperatura, DBO₅, Oxígeno disuelto (OD), Sólidos Disueltos Totales (SDT), Nutrientes, etc.; por lo que esto afecta no solo a la biodiversidad de los organismos sino también al residuo líquido, así como también la reproducción, su fisiología, conducta, crecimiento, etc. (Seoanez, 2000, p. 52).

2.- Problemática

Según Grant & Long (1989), manifiesta que el 97% de las aguas se ubican en los océanos, considerándose el medio dominante del planeta (p. 27).

En estos ecosistemas acuáticos oceánicos, la generación de contaminación producida por el hombre se presenta de muchas formas, pero los mayores efectos se dan en las diferentes zonas costeras, siendo los sedimentos y las aguas en estas áreas costeras las que resisten el mayor efecto proveniente de las aguas residuales y de las descargas industriales, Harrison (1999, p. 33).

El problema de la contaminación marina es muy complejo y reviste carácter mundial por los daños que produce al ecosistema. En la costa peruana, la descarga de contaminantes en lugares tales como Paita, Talara, Callao, San Juan, Ilo y Chimbote se deben principalmente a las industrias pesqueras, mineras, siderúrgicas, petroleras y desechos domésticos.

La Bahía “El Ferrol”, se ubica en la Provincia de Santa, en el Departamento de Ancash a orillas de la ciudad de Chimbote, esta bahía recibe una gran cantidad de efluentes contaminados, como son las aguas residuales domésticas, industriales del sector pesquero industrial y artesanal. Presentando la bahía serios problemas en el deterioro ambiental con un aumento de los procesos eutróficos, generando un impacto ambiental negativo en perjuicio de los recursos hidrobiológicos costeros.

Ante este problema de impacto ambiental en la Bahía El Ferrol, se han conformado varias comisiones: La CTM “Comisión Técnica Multisectorial 2012” (Resolución Suprema N° 004-2012-MINAM) que se encarga de la recuperación de la bahía El Ferrol, haciendo seguimiento al plan de recuperación de la misma que estudian y proponen alternativas de solución, a este grave problema que afecta profundamente en la vida de sus habitantes.

En el Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) - Chimbote, acoderan diferentes tipos de embarcaciones pesqueras ya sean artesanales o de menor escala, para descargar los diferentes recursos hidrobiológicos de Consumo Humano Directo; sin embargo, las operaciones que se desarrollan producto de la descarga dejan a este desembarcadero con restos de recursos hidrobiológicos en la plataforma de dicho DPA, y adicionalmente a esto, restos de residuos sólidos (botellas, plásticos, papeles, restos de comida, etc.) y sanguaza (vísceras, cabeza, escamas y otros), que se generan y que se vierten al mar cuando achican las embarcaciones pesqueras, contaminando la calidad del agua circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote.

Así mismo el DPA - Chimbote cuenta con un mercado minorista y un Terminal Pesquero de recursos hidrobiológicos, que es abastecido por las diferentes cámaras isotérmicas que llegan a este punto para la venta de pescado al por mayor y menor. Es importante señalar que, en dicho mercado, se procesan una serie de recursos hidrobiológicos, los cuales generan grandes cantidades de efluentes de todo tipo, que no tienen tratamientos y son vertidos al mar, provocando situaciones de anoxia en el área circundante al DPA, por lo que es importante su estudio.

3.- Bahía El Ferrol

La Bahía El Ferrol está ubicada en la zona marino costera correspondiente a la Parte central del Perú, en la provincia Del Santa, departamento de Ancash, entre el Océano Pacífico y el área costera de Chimbote a 450 km al norte de la ciudad de Lima. Tiene una extensión de 11,1 km de largo y 6,5 km de ancho abarcando un área de 73,5 km² (Tresierra *et al.*, 2007).

CONAM, (2000), indica que la Bahía El Ferrol tiene una configuración casi semicerrada de norte a sur debido a la presencia de la Isla Blanca al norte y el conjunto de Islas Ferrol al sur, estas islas generan 3 canales con el mar, paso norte o bocana chica, paso del medio o bocana grande, y paso del Ferrol o bocana mediana. En el extremo sur de la bahía se encuentra una larga playa de arena denominada Anconcillo (Gráfico 01). La bahía El Ferrol se caracteriza por tener una pendiente que recorre desde la línea de orilla de la bahía, contando con isobatas de 5m, 10m hasta 30m de profundidad.

La geomorfología y su sistema de circulación no permite una adecuada dilución de la carga orgánica (Orozco *et al.*, 1995).

La circulación marina en la superficie del mar en la bahía de El Ferrol muestra ingresos de flujos de agua por las bocanas norte y sur. Los primeros fluyen hacia el sur-sureste pegándose a la costa y recorriendo gran parte de la bahía, para converger con los flujos que ingresan por el sur. Estas aguas tienden a salir

por la bocana principal. La mayor intensidad de las corrientes se presenta en la parte central y las menores intensidades de corrientes se registran al norte de la bahía (Orozco *et al.*, 1996, p.5).

Según Brack y Mendiola (2000), la bahía El Ferrol, se encuentra ubicada en la Eco-Región Templada de Sudamérica (Spalging *et al.*, 2007), aguas que debido al sistema de afloramientos son consideradas sistemas biológicos altamente productivos.

Mapa de la Bahía El Ferrol (Chimbote)



Ubicación de estaciones de muestreo en el área de estudio.

CÓDIGOS DE ESTACIONES DE MUESTREO	PUNTOS DE MUESTREO EN EL MAR	COORDENADAS	
		LATITUD SUR	LONGITUD OESTE
E-01	A 68 m al norte del DPA de CHIMBOTE.	09° 04' 40,040''	78° 36' 06,260
E-02	A 185 m al nor-oeste del DPA de CHIMBOTE.	09° 04' 46,600''	78° 36' 07,000
E-03	A 220 m oeste del DPA de CHIMBOTE.	09° 04' 47,893''	78° 36' 05,250
E-04	A 163 m al sur-oeste del DPA de CHIMBOTE.	09° 04' 46,900''	78° 36' 03,500
E-05	A 74 m al sur del DPA de CHIMBOTE.	09° 04' 40,200''	78° 36' 02,500

4.- Instrumentos utilizados para medir la calidad del agua

4.1.- Dimensiones físicas y sus indicadores:

Temperatura: Las muestras se tomaron a una profundidad de 20 cm utilizando un balde de una capacidad de 10 litros. Utilizando un termómetro digital se tomó la lectura directa del instrumento según el Método APHA-AWWA-WPCF2550B, 17 St. Ed. 1992; métodos de laboratorio y de campo, para medición de la temperatura.

Transparencia: La transparencia del agua se midió con un Disco de Secchi de 30 cm de diámetro. Dicha medida refiere el indicador, cuyo valor final es en metros (m).

Salinidad: A través de un refractómetro portátil Mettler Toledo, se determinó la salinidad expresada en ups.

4.2.- Dimensiones químicas y sus indicadores:

Oxígeno disuelto: Las muestras se colectaron en frascos de una capacidad de 1 Lt. Utilizando equipos digitales con electrodos de membrana por el método normalizado se ejecutarán los análisis según el Método APHA-AWWA-WPCF 4500-O G, 17 St. Ed. 1992. Oxígeno disuelto. Método electrodo de membrana.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅): Las muestras se tomaron en 2 frascos de vidrio de una capacidad 1 Lt.; primero se analizó las muestras en el 1er día y segundo se analizó la muestra el 5to día de incubación con una temperatura de 20 °C y en completa oscuridad. Los análisis por método normalizado se realizaron en un laboratorio de terceros, según el Método APHA - AWWA - WEF 5210 - B, 2005 21 st Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD)₅ - Day BOD test.

pH: Las muestras se tomaron a una profundidad de 20 cm utilizando un balde de una capacidad de 10 litros. Para la determinación del pH se utilizó el Método Potenciómetro por medio del equipo portátil pH-metro ATAGO S- 10, con 1% de sensibilidad.

Nitratos y Nitritos: Los nitratos y los nitritos fueron tomados sus muestras tomadas in situ y se analizó por método normalizado en laboratorios de terceros, según el Método APHA-AWWA-WEF 4500 - NO₃-E 21 Th. 2005 Nitrogen (Nitrate) Cadmiun (Reduction).

Fosfatos: Las muestras tomadas se analizaron por método normalizado en laboratorios de terceros. (Método APHA - AWWA - WEF 4500 - P - B, E 21th 2005 Phosphorus. Ascorbic Acid).

Sólidos Disueltos Totales: Los análisis de Sólidos Disueltos Totales se basaron en filtración de una determinada cantidad de agua, para luego elevar la temperatura hasta 105°C y evaporarlo hasta que llegue a un peso constante, procediendo el residuo filtrado a ser pesado. Donde este valor representara los Sólidos Totales Disueltos (Método APHA - AWWA - WPCF 2550B, 17 st Ed. 1992; Métodos de laboratorio y de campo, para medición de sólidos disueltos totales).

4.3.- Dimensiones biológicas

Coliformes totales: Para esta determinación se usó la técnica del Número Mas Probable (NMP) hasta la fase confirmativa (Método APHA – AWWA-WEF 9221B, pag. 9 – 48 y 9 – 52, 21 st Ed. 2005; Múltiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Estándar Total Coliform Fermentation Techniques).

Coliformes termotolerantes: Para esta determinación se usó la técnica del Número Mas Probable (NMP) hasta la fase confirmativa (Método APHA – AWWA-WEF 9221E, pag. 9 – 52 y 9 – 56, 21 st Ed. 2005; Múltiple Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Estándar Total Coliform Fermentation Techniques).

Bentos: Se utilizó una draga Van Veen de 0,0145 m² para obtener la muestra del bentos, tamizándose a 500 y 1000 micras y obtener los organismos que fueron trasladados al laboratorio de Limnología e Impacto ambiental de la Universidad Nacional del Santa.

5.- Resultados y discusión

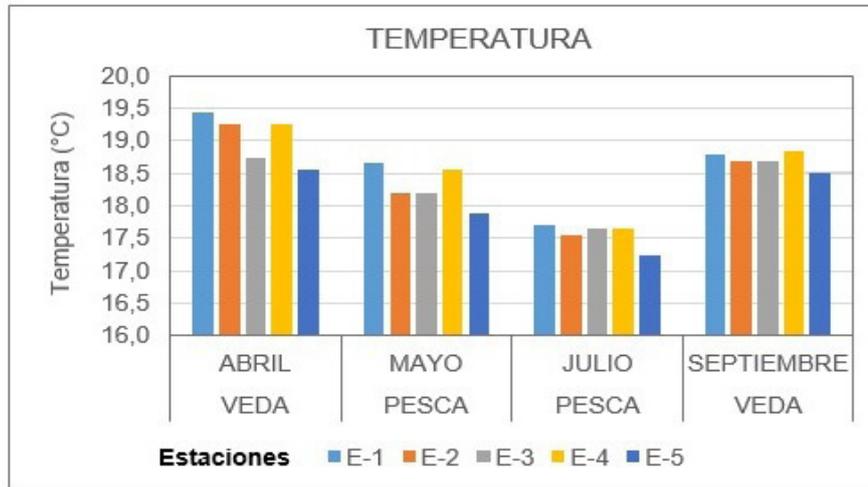
Los resultados fueron obtenidos del análisis físico-químico y biológico del agua de mar en los 05 puntos de muestreos circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote en los meses de mayo y julio del 2019 (temporada de pesca), abril y septiembre del 2019 (temporada de veda), que a continuación se detalla en la Tabla 1 (Anexo1).

5.1.- Dimensión físicos de la calidad del agua de mar:

Temperatura En el siguiente Gráfico, se evidencia que los valores de temperatura en el mes de abril son altos oscilando entre 18,6°C y 19,5°C; mientras que, para los meses de mayo, julio y septiembre disminuyen en promedio 0,8°C; 1,5°C y 0,3°C respectivamente. Esto corrobora lo mencionado por (Jacinto et al.1995) que indica que “La temperatura fluctuó de 16,0 a 20,0°C en la Bahía El Ferrol, medidas que están dentro de los rangos para un área muy costera” (p.14). Evaluaciones de monitoreo realizadas en la Bahía El Ferrol en el 2002 por Sánchez et al (2008), indica que “la temperatura durante mayo y julio ha presentado registros dentro de lo esperado para la estación del año, con temperaturas decrecientes. De acuerdo a los resultados de Temperatura, en las estaciones E-2, E-3 y E-5 correspondientes a los meses de abril y mayo incumplieron con el límite del ECA para agua Cat.4:C3 ($\Delta 2^\circ\text{C}$) a diferencia de las demás estaciones, esto estaría asociado a los cambios estacionales producto de las corrientes, esto concuerda con la Fundación Mar de Chile, 2005 citado por Cerna (2012) en la que manifiesta, que “La variabilidad en la temperatura que puede darse en ciertas épocas del año, se debe no solo a los aportes de efluentes con altas temperaturas, sino también a los procesos

termodinámicos que pueden llevarse a cabo por reacciones químicas entre otros, así como por la influencia de la latitud, las estaciones, las corrientes marítimas y la radiación solar”.

En general la temperatura media en el área de estudio fue de 18,4°C con una desviación típica de 1,353



Temperatura (°C) por temporadas de pesca y veda en área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

Transparencia En la columna de agua de mar la penetración de la luz medida como transparencia presentó valores de 1,0 m en temporada de pesca (julio- 2019) y 2,0 m en temporada de veda (abril-2019), registrando mayor visibilidad en esta estación. (Anexo 2 y Gráfico 05). Esto coincide con lo citado por Aquino, M & Maguiña, S (2018) en la cual mencionan que “la transparencia en temporada de pesca fue menor que en temporada de veda, así mismo indica que la transparencia fue mayor a medida que se aleja de la línea costera” (p.33).

En general, la transparencia de agua de mar superficial media en el área de estudio fue de 1,47 m presentando una desviación típica de 0,246



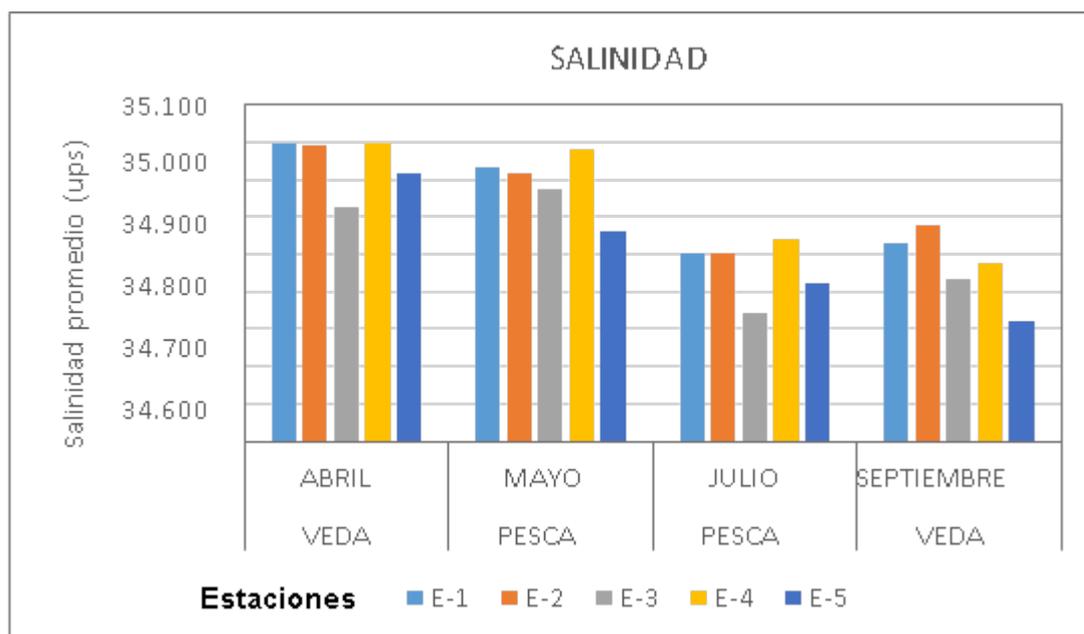
Transparencia (m) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

Salinidad (ups) Los valores de Salinidad (ups) oscilaron entre 34,523 ups (setiembre- 2019) y 34,995 ups (abril-2019).

Las concentraciones de salinidad (ups) en el Gráfico 06 y Anexo 2 evidencia que las estaciones del mes de abril y mayo indica que sus valores fluctuaron de 34,827 a 34,995 ups por lo que se encuentran dentro del rango de Aguas Costeras Frías (34,8 a 35,1 ups), con presencia de afloramiento costero; sin embargo, en la estación 5 se denotó un cambio en los meses de julio y septiembre, cuyos valores de salinidad estuvieron por debajo del rango mencionado lo que indicaría que estos valores fueron influenciados por la presencia de otros tipos de aguas producto de efluentes domésticos y de la limpieza de la plataforma del desembarcadero y del achique tanto de las embarcaciones pesqueras acoderadas al muelle y de las cámaras isotérmicas que se encuentran en el DPA. Estos resultados son similares a lo reportado por (Jacinto *et al.*, 1997), menciona que las mayores concentraciones de la salinidad se muestran desde el extremo sur de la Isla Blanca hacia el sur de la bahía, tal vez por la mayor estabilidad y menor mezcla de estas aguas. La descarga de los diferentes efluentes (siderúrgica, doméstico)

se concentraron en el área norte disminuyendo el tenor de salinidad, esto debido a que la circulación superficial ha estado influenciada por los vientos alisios del sur-este (p. 6).

En general, la concentración de salinidad en promedio en el área de estudio fue de 34,790 ups presentando una desviación típica de 0,201.

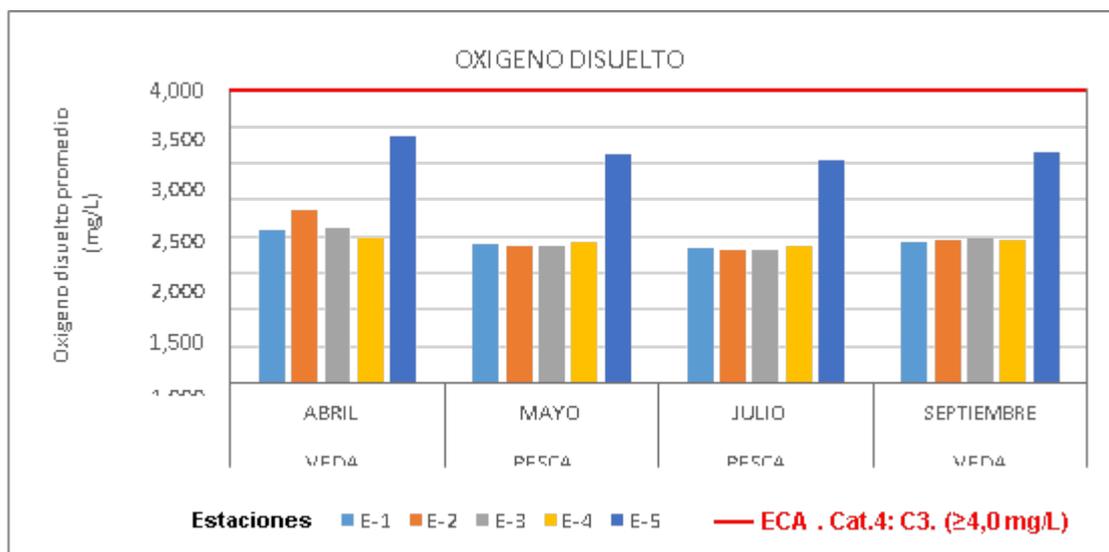


Salinidad por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote 2019.

5.2.- Dimensión Químicos de la calidad del agua de mar:

Oxígeno disuelto (OD) Las concentraciones de Oxígeno disuelto en los periodos de abril, mayo, julio y septiembre en las estaciones 01 al 04 oscilaron de 1,98 mg/L a 2,36 mg/L mientras que en la estación 05 se evidenció un leve incremento en sus valores fluctuando entre 3,05 mg/L a 3,37 mg/L (Gráfico 07 y Anexo 02) que sería producto del flujo de la corriente marina local en la estación 05; esto sería similar a lo mencionado por (García *et al.*, 2019), en donde indica que las corrientes marinas superficiales presentaron intensidades de flujo próximos a 10 cm/s observándose variaciones locales con movimientos ciclónicos en las bahías El Ferrol, Samanco y Tortuga por ser bahías semicerrada (pp.413-414).

Los valores de Oxígeno disuelto estuvieron bajos por lo que incumplen con los límites del ECA agua de mar Cat.4:C3 por tener concentraciones menores a 4,0 mg/L. Esto es debido a la actividad pesquera en el área circundante del Desembarcadero Pesquero Artesanal afectando la calidad del agua de mar. En general, el valor medio de Oxígeno disuelto en el área de estudio fue de 2,19 mg/L presentando una desviación típica de 1,822 (Anexo 10).

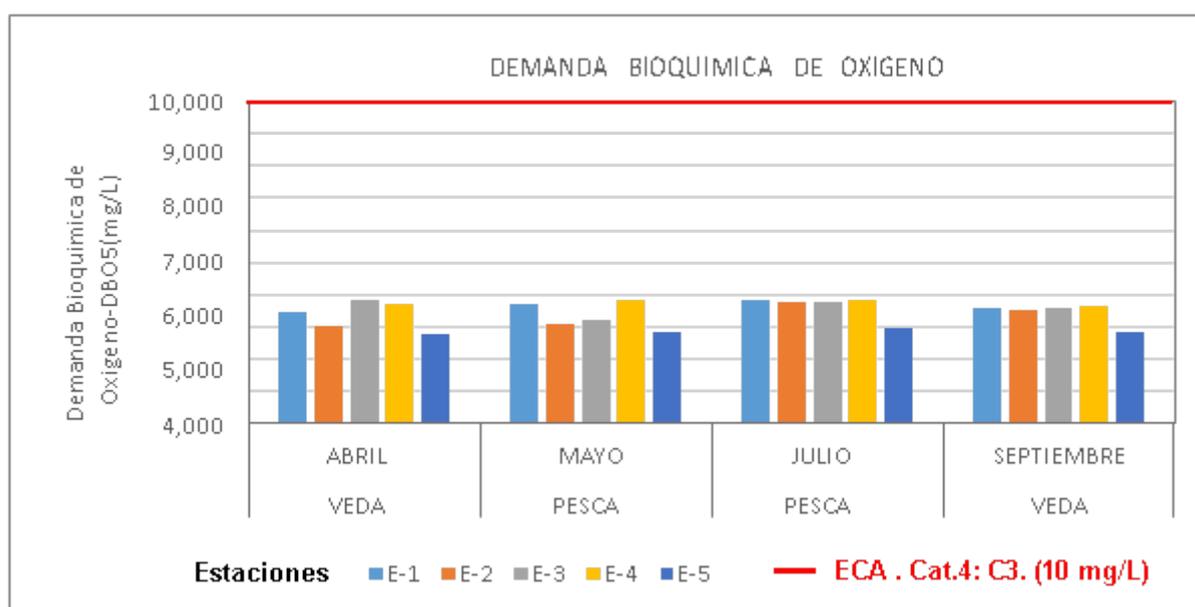


Oxígeno disuelto por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) Las concentraciones de **DBO5**, en el periodo de estudio fluctuaron entre 2,80 mg/L (E-5) en periodo de veda (abril-2019) y 3,84 mg/L (E-4) en periodo de pesca (julio-2019). (Gráfico 08).

En general el valor medio de DBO5 en el área de estudio fue de 3,45 mg/L presentando una desviación típica de 0,378 .

Los valores de DBO₅ fueron menores a 10 mg/L por lo tanto si cumplen con el límite de ECA para agua de mar categoría 4, subcategoría 3. De estos resultados se desprende que valores bajos de DBO₅ se presentó en el área circundante del Muelle DPA de Chimbote, estos resultados son similares a lo reportado por (Jacinto *et al.*, 1997), reportando que “la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) registrada en 3 estaciones de la Bahía El Ferrol presentaron valores altos correspondientes a estaciones próximas a línea costera, con problemas de contaminación doméstica; en cambio el menor valor se registró a nivel de muelle pesquero ubicado aproximadamente a 200m de línea de playa” (p. 14)”



Demanda Bioquímica de Oxígeno-DBO₅ promedio (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

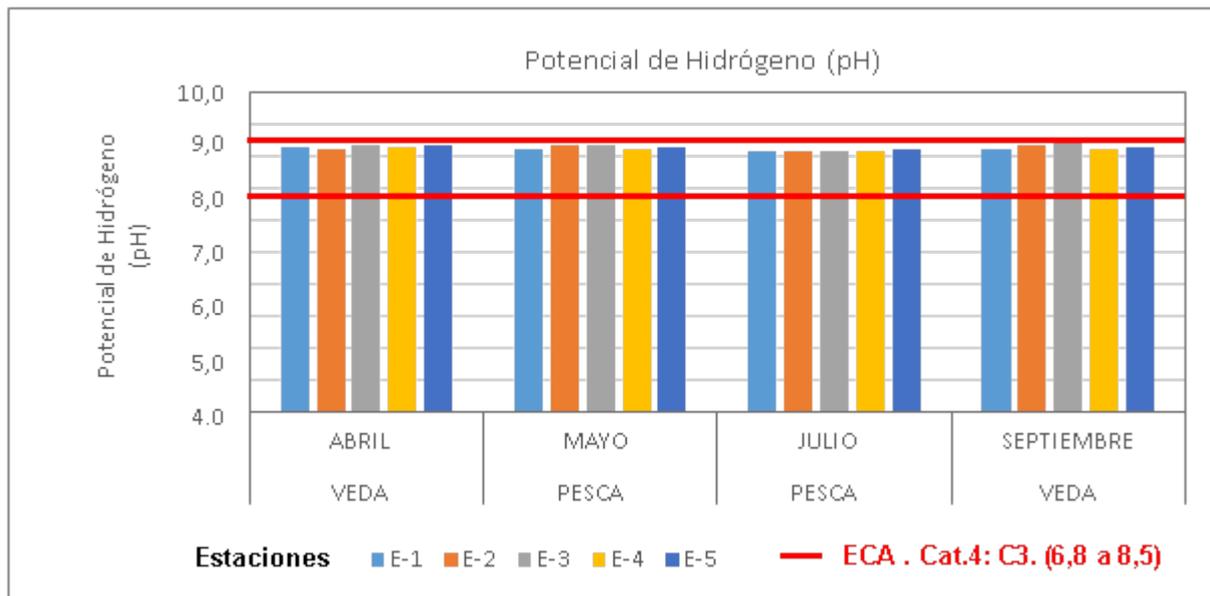
Potencial de Hidrógeno (pH) Los valores de pH oscilaron entre 8,145 (julio-2019) y 8,395 (septiembre-2019), denotando que estos valores son alcalinos.

Los datos de pH en el periodo de estudio indican que, si cumplen con límite del ECA para agua de mar categoría 4, subcategoría 3 ya que se encuentran dentro del rango de pH (6,8 a 8,5)..

En base al resultado obtenido se desprende que en esta zona y en áreas cercanas al costado de la Isla Blanca se presentan altos valores de pH por consiguiente esto concuerda con (Guzmán *et al.*, 1997), en la cual reporta que “los valores de pH frente a las plantas pesqueras aumentan a medida que se alejan de la línea costera siguiendo la dirección NW hasta llegar a un costado de Isla Blanca donde se registró también el máximo valor. Los valores de pH registrados son normales y no se detectaron alteraciones por la influencia de las descargas, principalmente del tipo orgánico que tiene el área evaluada (p. 7-8). Asimismo, cabe resaltar

que la evaluación realizada en el año 2012 (García *et al.*, 2015) en la bahía de Coishco, sin embargo, reportan un valor máximo de pH 8,74 unidades, similares a los valores reportados durante las evaluaciones realizadas en la temporada de pesca y veda. Estas variaciones de pH, aunque sean de ligera variación tienen influencia en organismos o poblaciones que sean de elevada receptibilidad a ligeras variaciones de este parámetro, Torres (1998) citado por Aquino, M & Maguiña, S (2018, p. 122).

En general el valor medio de pH en el área de estudio fue de 8,28 presentando una desviación típica de 0,172 .



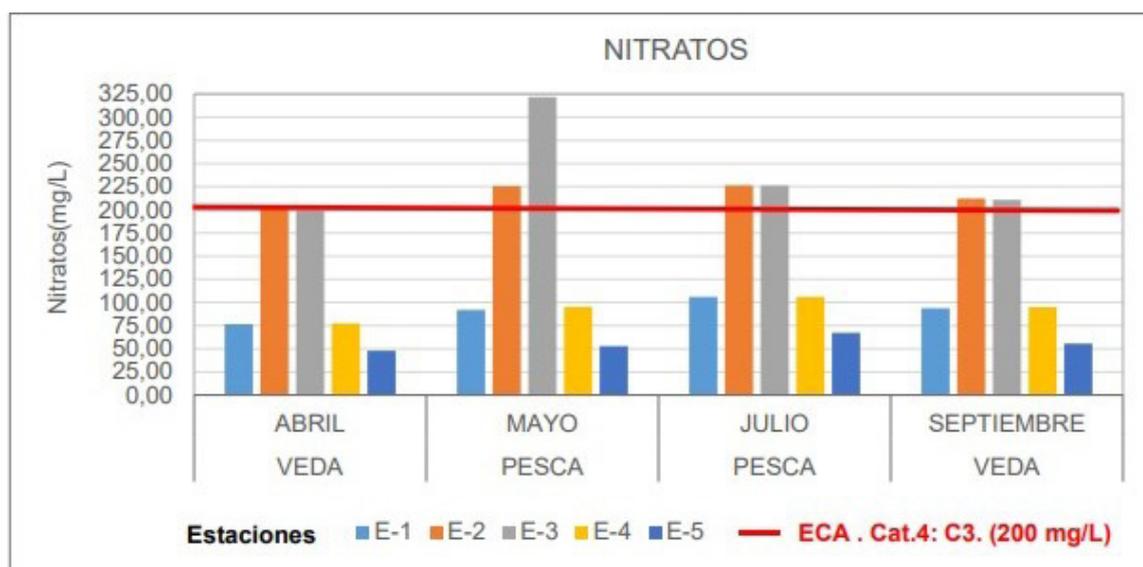
Potencial de Hidrógeno (pH) promedio por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

Nitratos Las concentraciones de nitratos en temporadas de veda fluctuaron entre 47,77 mg/L (E-5) en abril-2019 y 212,37 mg/L (E-2) en septiembre-2019, mientras que en temporada de pesca oscilaron de 53,01 mg/L (E-5) a 321,81 mg/L (E-3) en mayo-2019 (Anexo 2).

En los meses de mayo, julio y septiembre se evidenciaron que en las estaciones E-2 y E-3 superaron el límite permisible del ECA para agua categoría 4, subcategoría 3 (200 mg/L): Ecosistemas costeros y marinos, cuyos valores de nitratos fluctuaron 202,14 mg/L a 321,81 mg/L (Gráfico 10), mientras que el resto de las estaciones se encuentran dentro del límite establecido por el D.S. N° 0004-2017-MINAM. Este incremento de nitratos en las estaciones E-2 y E-3 estaría asociado a un proceso de eutrofización en la columna de agua de mar. Esto concuerda con Seoanez (2000) citado por Cerna (2012), en la cual menciona que “el exceso de nutrientes en el medio acuático, entre ellos el Mar, dando lugar a un área superabonado o eutrofización;

lo que representa un serio problema de contaminación. Así mismo indica que la eutrofización consiste en el progresivo enriquecimiento de las aguas con nutrientes, nitratos y fosfatos especialmente. Este fenómeno es común en lagos o estuarios, pero en el agua marina es menos generalizado, dándose solo en la costa o en mares cerrados entre ellas las Bahías (p. 40)

En general el valor medio de nitratos en el área de estudio fue de 139,51 mg/L presentando una desviación típica de 1,727.

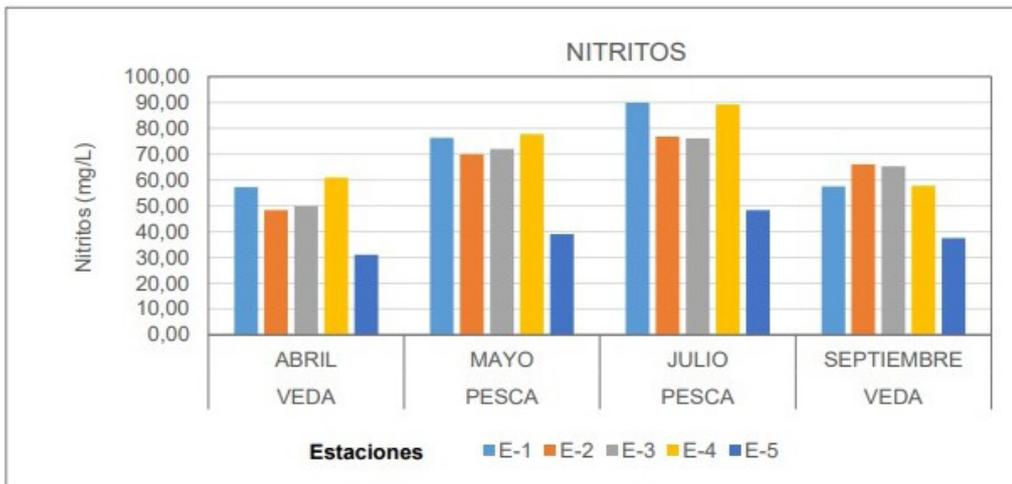


Nitratos (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

Nitritos. Los valores de nitritos en temporada de veda oscilaron entre 31,05 mg/L (E-5) en abril-2019 y 66,02 mg/L (E-2) en septiembre-2019; en cambio, en periodo de pesca fluctuaron de 39,10 mg/L (E-5) en mayo-2019 a 89,94 mg/L (E-1) en julio-2019 (Anexo 2 y Gráfico 11).

(Guzmán *et al.*, 1997), menciona que: A nivel superficial en la Bahía El Ferrol, las concentraciones de nitritos registraron valores “normales” que variaron entre 0,04 a 0,97 $\mu\text{g-at/L}$ (equivalente a 1,84 a 44,63 mg/L). En el fondo siguieron un patrón similar al superficial; comparando con los valores obtenidos en el área de estudio se tiene que las concentraciones de nitritos en las 04 estaciones en temporadas de pesca y veda estuvieron por encima de lo normal, por lo que estaría asociado a la eutrofización existente en la zona y por factores antropogénicos.

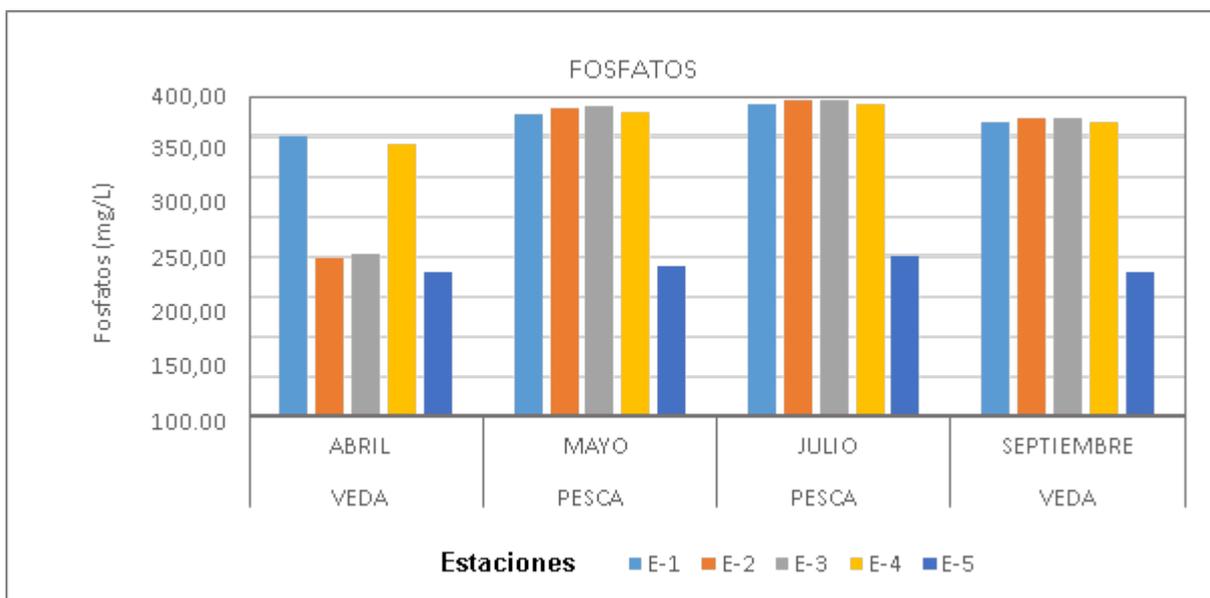
En general, el valor medio de nitritos en el área de estudio fue de 62,57 mg/L presentando una desviación típica de 0,477 (Anexo 14)



Nitritos (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante delDPA- Chimbote durante el 2019.

Fosfatos.- Las concentraciones de Fosfatos en temporada de veda fluctuaron entre 179,50 mg/L (E-5) en abril-2019 y 374,19 mg/L (E-3) en septiembre- 2019; mientras que, en temporada de pesca varió de 187,57 mg/L (E-5) en mayo-2019 y 396,03 mg/L (E-3) en julio-2019 (Anexo 2 y Gráfico 12).

(Jacinto *et al.*, 1997), menciona: “en el fondo, el rango de fosfatos fluctuó de 0,41 a 2,86 $\mu\text{g-at/l}$ (equivalente a 38,94 mg/L a 271,62 mg/L). La mediana de distribución a este nivel fue de 0,74 $\mu\text{g-at/l}$ (equivalente a 70,28 mg/L); los valores de fosfatos aumentaron hacia el norte, detectándose frente a muelle Gildemeister) el valor máximo, al contrastar con lo evaluado se tiene que en el periodo de estudio los valores en todas las estaciones supera a la mediana por lo que existe alta concentraciones de fosfatos en el área de estudio. En general el valor medio de Fosfatos en el área de estudio fue de 321,95 mg/L presentando una desviación típica de 1,820



Fosfatos (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

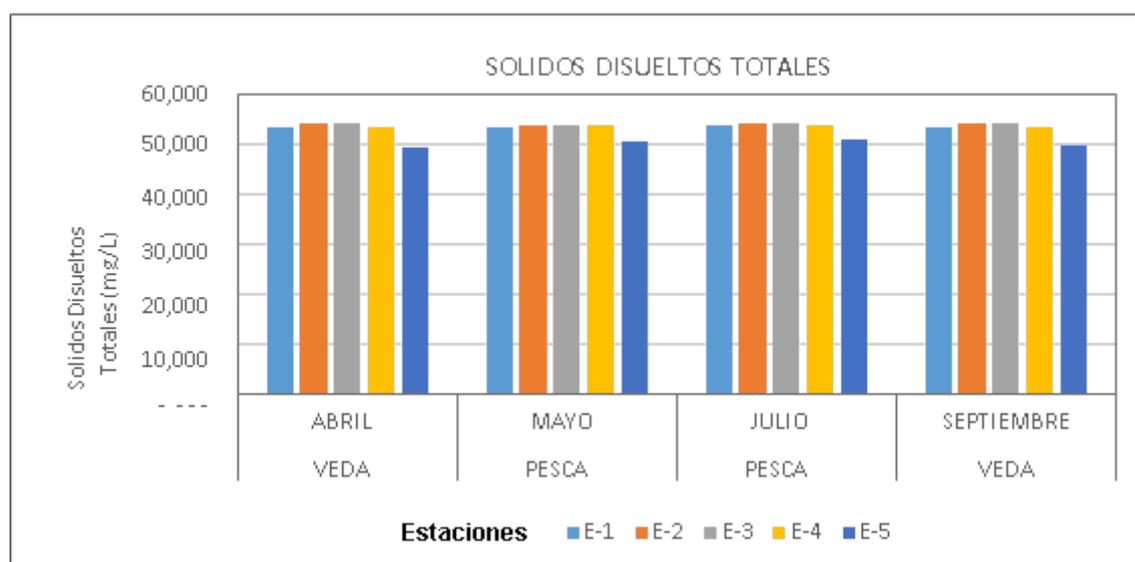
“La concentración de nutrientes (Nitratos, Nitritos, Fosfatos y Silicatos) estaría relacionada con el incremento de residuos derivados de los vertimientos industriales y domésticos, cuyo alto contenido de materia orgánica, se deposita y acumula en el lecho marino, perturbando las características hidro-químicas, del ecosistema marino. Debido a estas condiciones, los nutrientes son los parámetros más sensibles a la contaminación por residuos orgánicos de origen antropogénico”(Tresierra *et al.*, 2007, p.35).

Cuando existe veda, se produce un restablecimiento parcial del equilibrio de las condiciones físicas, químicas y microbiológicas de la columna de agua y cuando existe la temporada de pesca es indudable que se produce inestabilidad en el medio marino, generando un estrés ambiental, donde la capacidad de asimilación y resiliencia se sobrecarga y no permite equilibrar las variables ambientales.

Sólidos Disueltos Totales (SDT) Los valores de SDT promedio oscilaron entre 49,400 mg/L (abril-2019, E-5) y 54,075 mg/L (julio-2019, E-3). (Gráfico 13).

El comportamiento de los valores de SDT tanto en temporada de veda y de pesca, son altos y constantes en las 04 estaciones a excepción de la estación 05, en comparación al valor medio debido a las diferentes descargas de recursos hidrobiológicos predominantemente Pota y Perico en cantidades de 1638,665 t y 1395,640 t (Anexo 6) ejercida por la flota artesanal espínelera en el periodo de estudio en el área circundante del DPA de Chimbote.

En general el valor medio de SDT en el área de estudio fue de 53,04 mg/L presentando una desviación típica de 2,154 (Anexo 16).



Sólidos Disueltos Totales (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

5.2. Dimensión Biológica de la calidad del agua de mar

Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes Durante el periodo de veda (abril y septiembre de 2019), se observaron que en las estaciones E-1 y E-5 el número de coliformes totales y termotolerantes fue considerablemente mayor respecto a las demás estaciones, con 3 300 y 3 000 NMP/100 ML para coliformes totales y, 54 y 55 NMP/100 ML para coliformes termotolerantes respectivamente (Anexo 2 y Gráficas 14 y 15). Indicando un grado de mayor contaminación con residuos fecales en ambas estaciones, siendo las aguas residuales domésticas la fuente principal que aportó con bacterias del grupo coliformes. Los valores de coliformes termotolerantes se encuentran fuera de los límites del ECA para agua de mar categoría 4, subcategoría 3, de los resultados son similares a los obtenidos por (García et al., 2015), señalando que los indicadores de contaminación microbiológica en la bahías Coishco, El Ferrol y Samanco superaron lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 4 (Conservación del ambiente acuático, Ecosistemas marino costeros: Marinos).

Relación de la calidad del agua de mar con la contaminación en el Bentos marino

Riqueza y Abundancias de Organismos Bentónicos En temporada de pesca 2019 se registró 57 ind. /0.045 m² y 10 especies, como se observa en el gráfico 16, en temporada de pesca existe 50% del filo mollusca y en temporada un 60% y en ambas temporadas predominan los filos mollusca, arthropoda y echinodermata. Es necesario indicar que solamente en época de pesca existe magelonida y annelida, lo que estaría relacionado con organismos indicadores de contaminación, Torres (2019)

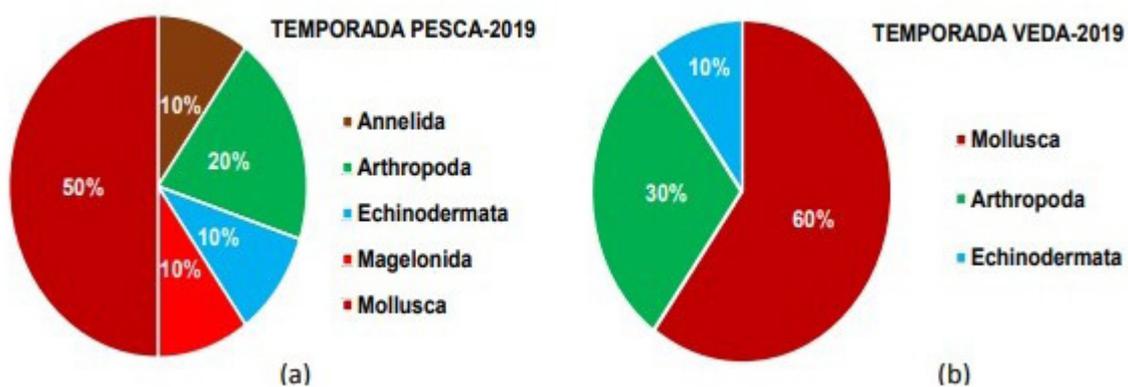


Gráfico 16. Composición de bentos submareal por phylum en a) temporada de pesca 2019 y b) temporada de veda 2019.

La diversidad del bentos submareal, se encuentra en época de pesca las especies: Ophiotrix sp., Nephtys sp., y Anachis nigricans, los cuales son indicadores biológicos de contaminación, como se observa en

el gráfico 17 a. Con respecto a la diversidad del bentos submareal, se encuentra en época de veda las especies: Pagurus sp., y Anachis nigricans, los cuales son indicadores biológicos de contaminación, como se observa en el gráfico 17 b.



Gráfico 17. Composición de bentos submareal por especies-familia más abundante registrado por estación de muestreo en: a) Temporada de pesca 2019 y b) Temporada de veda 2019.

En relación a la densidad o abundancia de bentos submareal evaluada en el área de estudio se tiene que en temporada de pesca las especies más representativas fueron *Nephtys sp.* con 11 ind./0,045 m² en las estaciones (E-1, E-2 y E-3) y la mayor en biomasa registró la especie *Nassarius gayi* con 2,439 g en las estaciones (E-2, E-3 y E-5) (Gráfico 18a); mientras que en temporada de veda predominaron las especies *Pagurus sp.* con 30 ind. / 0,045 m² y la mayor biomasa la especie *Hepatus chilensis* con 29,412 g registrada en la estación E-5 (Gráfico 18b). La presencia de las especies 0 1 2 3 *Anachis nigricans* (Fam. Columbelloidea) *Bursa caelata* (Fam. Bursidae) *Chiton cuminsi* (Fam. Chitonidae) *Cossura chilensis* (Fam. Cossuridae) *Magelona phyllisae* (Fam. Magelonidae) *Nassarius gayi* (Fam. Nassariidae) *Nephtys sp.* (Fam. Nephtyidae) *Ophiothrix sp.* (Fam. Ophiothrichidae) *Pagurus sp.* (Fam. Paguridae) *Xanthochorus buxea* (Fam. Muricidae) Frecuencia (especies/

estación) Especies (Familia) E-1 E-2 E-3 E-4 E-5 (a) 0 1 2 3 *Anachis nigricans* (Fam. Columbellidae) *Bursa caelata* (Fam. Bursidae) *Cancellaria* sp. (Fam. Cancellariidae) *Chiton cuminsi* (Fam. Chitonidae) *Hepatus chilensis* (Fam. Calappidae) *Nassarius gayi* (Fam. Nassaridae) *Nephtys* sp. (Fam. Nephtyidae) *Ophiothrix* sp. (Fam. Ophiothrichidae) *Pagurus* sp. (Fam. Paguridae) *Xanthochorus buxea* (Fam. Muricidae) Frecuencia (especies/estación) Especies (Familia) E-1 E-2 E-3 E-4 E-5 (b) antes mencionadas en los periodos de pesca y de veda nos ratifica que son indicadores ambientales de calidad de agua tal como manifiesta Torres (2019), que de la evaluación efectuada al medio marino circundante al muelle artesanal de Chorillos identificó 10 familias de organismos bentónicos asociados tanto a sustratos duros como blandos como las siguientes familias Hesionidae, Phyllodocidae, Magelonidae, Spionidae, Paguridae, Ophiuroidae, Mytilidae, Muricidae y Nassaridae, que son indicadores ambientales de la calidad del agua, ya que estas especies adsorben los contaminantes y originan una disminución en su población

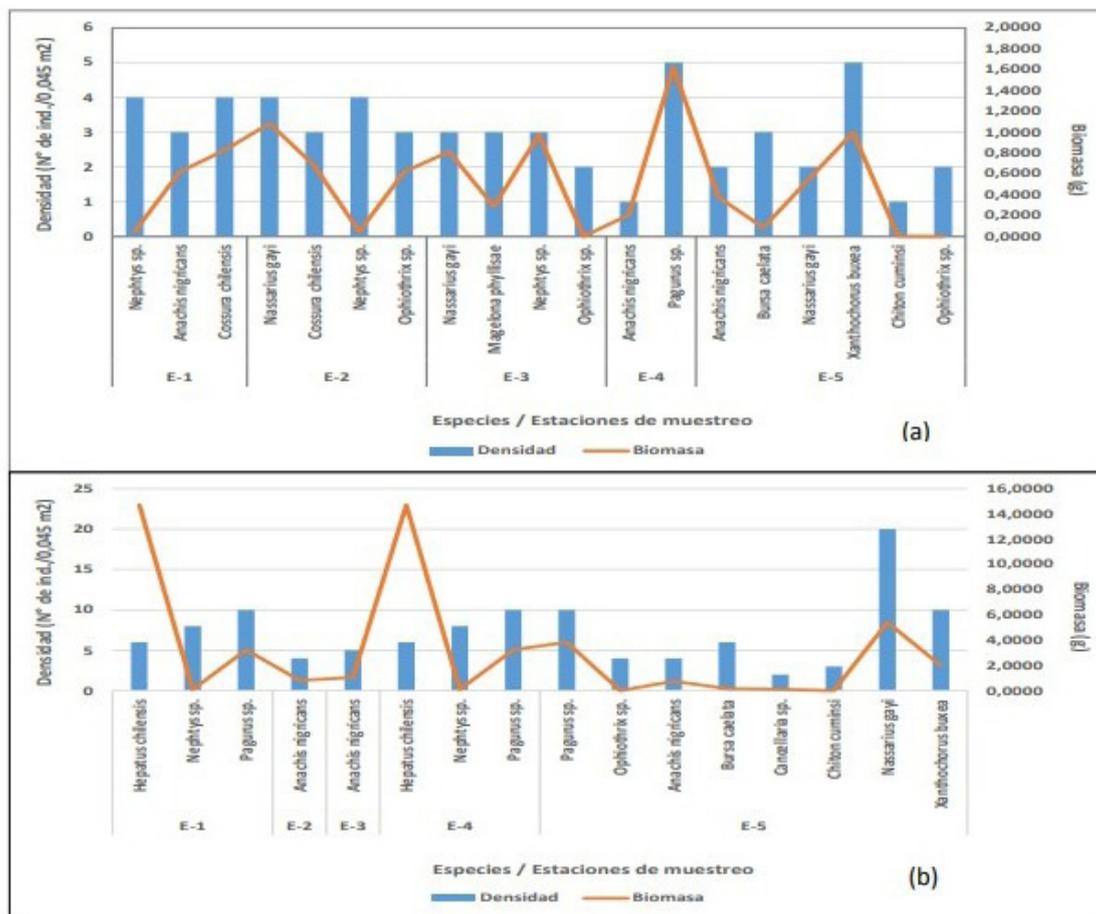


Gráfico 18. Densidad y Biomasa de bentos por especie y estación registrada en el área circundante del DPA Chimbote: a) Temporada de pesca 2019 y b) Temporada de veda 2019.

En relación al índice de diversidad de Simpson, los resultados obtenidos confirman los valores

reportados por el índice de Shannon-Wiener calificando a la estación E-5, E-2 y E-3 como la más diversa mientras que las estación E-4 la menos diversa, resultados que están relacionados con la escasa diversidad en la zona de estudio. (Cuadro 03). Cuadro 03. Índice del bentos registrado por estación de monitoreo en temporada de pesca 2019 en el área circundante al DPA-Chimbote.

Diversidad	Estaciones				
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
Número de Especies	3	4	4	2	6
Número de Individuos (N° ind./0,045 m ²)	11	14	11	6	15
Índice de Shannon-Wiener (H')	1,090	1,376	1,373	0,451	1,675
Dominancia de Simpson (D)	0,339	0,255	0,256	0,722	0,209
Diversidad de Simpson_1-D	0,661	0,745	0,744	0,278	0,791
Nivel de Diversidad (H')	Baja	Baja	Baja	Muy baja	Baja

Elaboración propia.

Índice de Shannon-Wiener(H') π Leyenda: Diversidad Muy Baja: ≤ 1.0 bits/ind., Diversidad Baja:1.0 -2.0 bits/ind., Diversidad Media:2.0 – 3.0 bits/ind.,Diversidad Alta: 3.0 – 5.0 bits/ind. Fuente: (Moreno, 2001). π Índice de Dominancia de Simpson π Leyenda: Valores pueden oscilar desde 1 cuando la muestra se tiene una sola especie hasta D cuando todas las especies tienen exactamente el mismo número de individuos, Feisinger (2003). En relación al índice de diversidad de Simpson, los resultados obtenidos confirman los valores reportados por el índice de Shannon-Wiener calificando a la estación E-5 como diversidad baja mientras que las estaciones E-2 y E-3 reportaron los valores como diversidad muy baja, resultados que están relacionados con la poca diversidad en el área de estudio (Cuadro 04).

Cuadro 04. Índice del bentos registrado por estación de monitoreo en temporada de veda 2019 en el área circundante al DPA-Chimbote

Diversidad	Estaciones				
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
Número de Especies	3	1	1	3	8
Número de Individuos (N° ind./0,045 m ²)	24	4	5	24	59
Índice de Shannon-Wiener (H')	1,078	0,000	0,000	1,078	1,832
Dominancia de Simpson (D)	0,347	1,000	1,000	0,347	0,196
Diversidad de Simpson_1-D	0,653	0,000	0,000	0,653	0,804
Nivel de Diversidad (H')	Baja	Muy baja	Muy baja	Baja	Baja

Del resultado obtenido en los índices de diversidad concuerda con lo manifestado por (Orozco et

al.,1997), en la cual menciona en las evaluaciones realizadas en la Bahía El Ferrol que según el cálculo sobre índice de diversidad H' de SHANNON y WIENNER sus valores fluctuaron entre 0,492 a 2,881 bits/ind. La dominancia oscilo entre 0,133 y 0,85810 lo cual indicó dominancia de pocas especies (p.9).

4.4.2. Curva de dominancia tipo ABC Los resultados de la Curva de dominancia tipo ABC de los bentos submareal del Gráfico 19 (temporada de pesca 2019), donde se puede apreciar que la curva de Biomasa se encuentra por encima de la curva de abundancia la cual no se encuentra perturbada, esto se debe que los meses de mayo a julio del 2019 ingresó a la bahía el Ferrol corrientes de aguas costeras frías procedente del sur este, favoreciendo los recambios de agua en los puntos fijos de muestreo, y también se debe a que la descarga por parte de las embarcaciones pesqueras industriales para CHI se ausentó bajando la descarga que acrecentaban la contaminación existente y que se encuentra la mayor parte de descarga en la zona centro de la bahía de Chimbote, favoreciendo la no contaminación de la zona norte de la bahía.

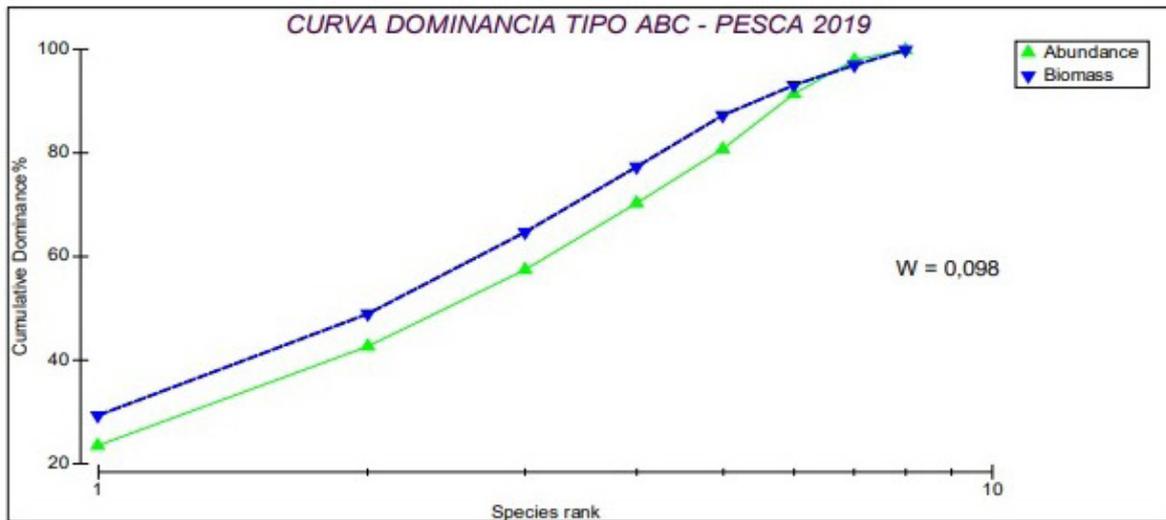


Gráfico 19. Curva ABC para bentos submareal en el área circundante del DPA Chimbote en temporada de pesca 2019. En relación al Gráfico 20 (temporada de veda 2019 abril y setiembre), indican perturbaciones ambientales por efecto de la contaminación de la calidad del agua generadas por los residuos procedentes de las embarcaciones pesqueras artesanales; adicionalmente a ello, la contaminación generadas por las aguas residuales municipales, y residuos domésticos generados en el desembarcadero artesanal (por achique de las cámaras isotérmicas las que son abastecidas de recursos hidrobiológicos por embarcaciones pesqueras), limpieza en el mercado de abastos cuyos residuos son derivados hacia el mar en las áreas circundante al DPA razón por la cual los sedimentos en donde se localizan los bentos se carguen de materia orgánica e inorgánica coadyuvando a la contaminación existente en la zona; asimismo, producto de ello altera o produce el estrés entre comunidades, esto coincide con Upadhyayula (2005) citado por (Gonzales et al., 2017), que indica que

el aumento en el nivel de sedimentación puede conducir a un cambio en la composición de la fauna marina, favoreciendo especies más resistentes (pp 24-25).

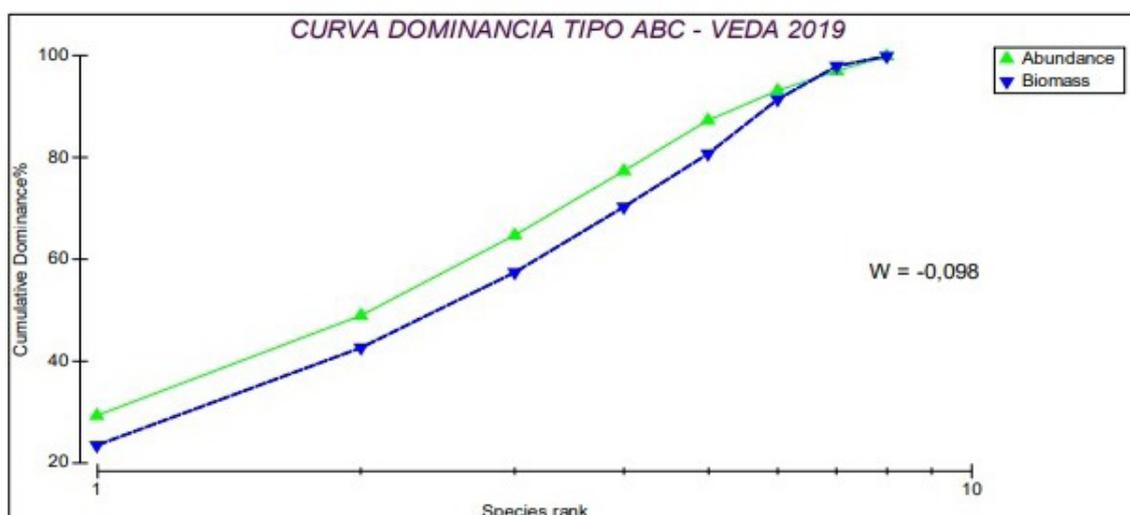


Gráfico 20. Curva ABC para bentos submareal en el área circundante del DPA Chimbote en temporada de veda 2019 Como se expresa en los gráficos 19 y 20, existe contaminación tanto en temporada de pesca y veda. Se explica esta contaminación en temporada de veda por cuanto la contaminación que se genera en temporada de pesca, el ecosistema no puede degradarlo en forma rápida y se mantiene en el tiempo, mucho más que se mantiene la pesca artesanal durante todo el año, que contribuye con la contaminación. En el 2019, se desembarcó diferentes variedades de recursos hidrobiológicos en el desembarcadero pesquero artesanal de Chimbote como se puede apreciar en el Gráfico 21, evidenciándose descargas tanto en temporada de veda y de pesca de las embarcaciones artesanales espineleras, poteras y cerqueras cuyas especies representativas son el perico, la pota y la anchoveta en cuyas actividades productos de las descargas y del manipuleo (Foto 01 en anexo) han generado residuos orgánicos como sanguaza (producto del achique al mar de las embarcaciones artesanales acoderadas a la plataforma (Foto 02 en anexo 17) y producto del achique hacia la plataforma por parte de las cámaras isotérmicas (Foto 03 en anexo) que se encuentran estibando con hielo las diferentes variedades de recursos hidrobiológicos en el desembarcadero así como restos de pescados y mariscos en la plataforma (Foto 04 en anexo); asimismo los residuos domésticos (producto de la ventas en el área de comercialización de centro de abastos de pescados y mariscos (Foto 05 en anexo) cuya disposición final producto de la limpieza (Foto 06 en anexo) es derivado al mar en el área circundante del desembarcadero lo que conllevaría contaminación eminente en todo el año.

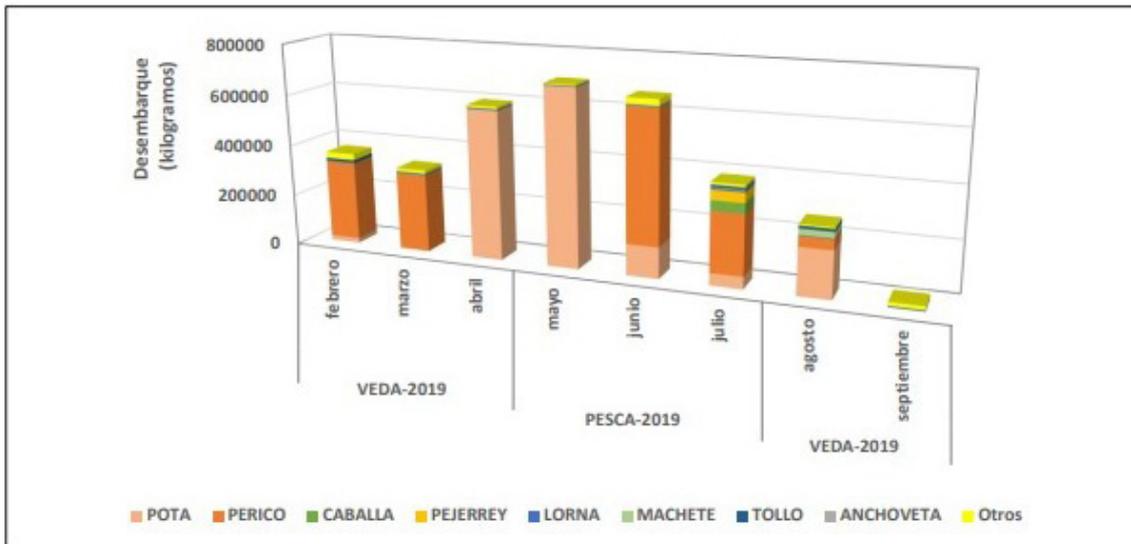
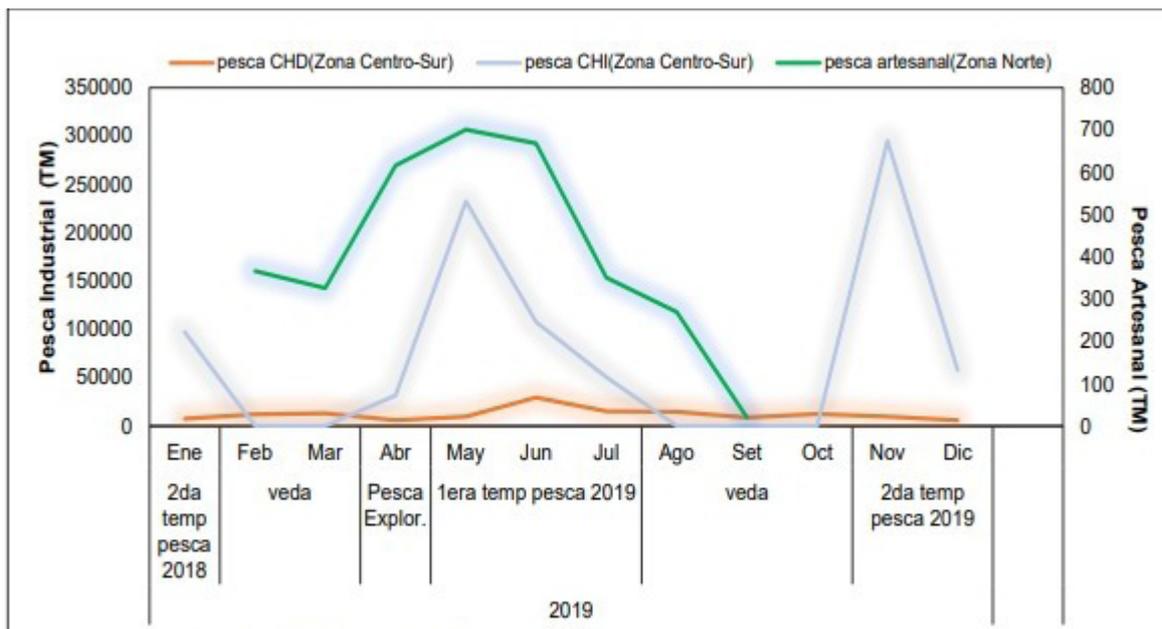


Gráfico 21. Descarga de los principales recursos hidrobiológicos por meses en el DPA-Chimbote. 2019 El desenvolvimiento de la pesca industrial (CHI, CHD) sus descargas de recursos hidrobiológicos tanto en chatas y muelles, producto de las embarcaciones pesqueras sus emisiones de efluentes son vertidos en la zona centro y sur de la bahía; en cambio, la contaminación dada en la zona norte es producto de las descargas de recursos hidrobiológicos sobre la plataforma del desembarcadero pesquero artesanal son vertidas directamente al mar ocasionando perturbación en la calidad del agua, por esta razón se aprecia en el Gráfico 22 que la pesca artesanal se desarrolló durante todo el periodo de estudio lo que indica que la descarga de la pesca industrial no influye directamente en la zona de estudio.



Fuente: DPA Chimbote-PRODUCE

Gráfico 22. Desembarque de recursos hidrobiológicos según tipo de Procedencia a nivel industrial y artesanal por meses en Chimbote durante el 2019 Según (Tresierra et al., 2007), indicó que el mayor porcentaje de materia orgánica total existe en el centro de la bahía, muy cerca del borde costero y frente a plantas pesqueras, este también señala que el alto contenido puede tener origen en los continuos vertimientos de las aguas industriales que llevan alta carga de residuos orgánicos como el que proviene de los vertimientos de la industria pesquera y de la población aledaña esto corrobora lo comentado por el autor de acuerdo a las imágenes satelitales obtenidas por la OEFA entre los años 2016 al 2017 (Gráfico 23), en que se evidencia alta concentración de materia orgánica en la parte centro-sur de la bahía mientras que del 2016 al 2017 se denota un incremento de materia orgánica en el lado norte de la bahía en el área circundante del desembarcadero pesquero artesanal de Chimbote lo que confirmaría luego de la evaluación realizada en el periodo (2019) conllevaría una reducción poblacional de organismos bentónicos e hidrobiológicos adyacentes en el área de estudio

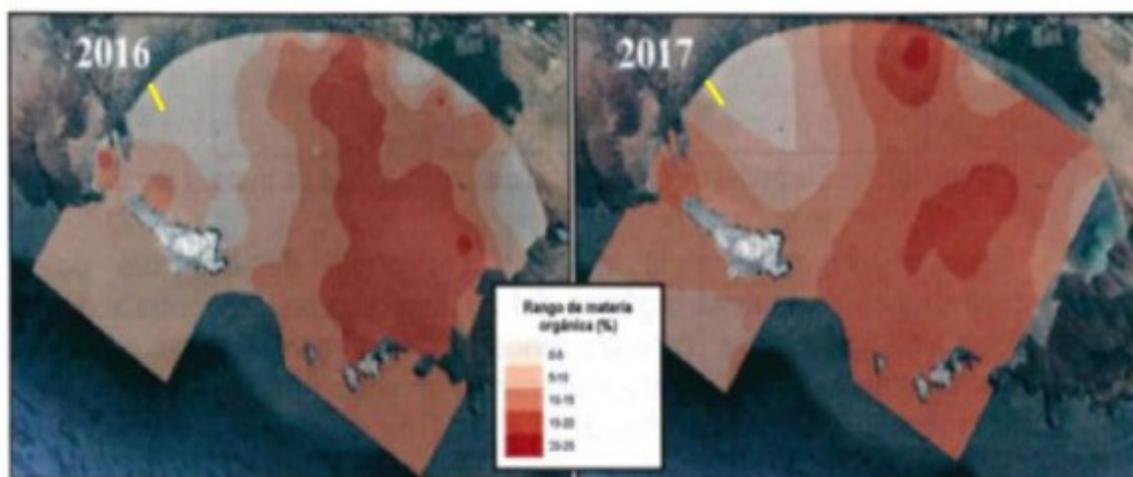


Gráfico 23. Diferencia de la concentración de materia orgánica en sedimento de la Bahía El Ferrol en los años 2016 y 2017 En el periodo de estudio, se evidenció al nivel intermareal en el área circundante del desembarcadero pesquero artesanal (Foto 07 en anexo) residuos sólidos: tales como botellas de plásticos, carrizos, bolsa de plásticos, vasos de plásticos, vasos de tecknopor, botellas de aguas, peines, envases de tecknopor la cual tuvo su disposición final a orillas frente a La Caleta (Foto 08 en anexo), esto confirmaría lo mencionado por (Gonzales et al., 2017), en la cual manifiesta que en playa La Caleta y La Bocana predominó la presencia de puntos de acumulación de sogas, sacos, boyas y plásticos de diferentes variedades relacionados a la actividad industrial pesquera y se acumulan principalmente en las orillas, por lo cual los residuos podrían ser traídos por las corrientes marinas a la costa. (pp. 132-134)

5.1. Conclusiones

La calidad del agua de mar en el área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, cumple parcialmente con el ECA del agua Cat.4:C3 (D.S 004-2017-MINAM), siendo esta no compatible con la biota presente en el área de estudio.

La calidad del agua de mar, en referente al parámetro Temperatura no cumple en las estaciones de muestreo: E-2, E-3 y E-5 por exceder el límite permisible del ECA del agua de mar Cat 4:C3. — La calidad del agua de mar, en referente al indicador Oxígeno disuelto y al nitrato no cumplen con el ECA del agua de mar Cat 4:C3.

Con respecto a los indicadores pH, DBO5 se encuentran dentro del límite establecido por el ECA.

El indicador biológico de coliformes termotolerantes, no cumplen con el ECA del agua de mar Cat 4:C3, por encontrarse dichos valores mayores a lo establecido, afectando la calidad del agua de mar en área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote

Se identificaron un total de 12 (doce) familias de organismos bentónicos en los periodos de pesca y veda de las cuales las especies tales como *Ophiotrix* sp., *Nephtys* sp., *Anachis nigricans*, *Nassarius gayi*, *Hepatus chiliensis* y *Paguros* sp., son considerados indicadores ambientales de la calidad del agua

5.2. Recomendaciones

Monitorear periódicamente los valores de parámetros físicos-químicos para la calidad de agua marina con el objeto de prevenir valores mayores a los límites normados en favor del ecosistema marino y la salud de las personas.

Se recomienda que aplique su sistema Programa de Higiene y Saneamiento y el Sistema HACCP en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote periódicamente.

Implementar un Programa de Mantenimiento a las instalaciones del desembarcadero.

Implementar un Plan de Contingencia que incluye estrategias y programas que orientan al administrador del DPA de Chimbote para la prevención, la reducción de riesgos, la atención de emergencias y la rehabilitación en casos de derrame de los efluentes permitiendo disminuir o minimizar los daños, según lo establecido en la (Ley 28551 - Ley que establece la obligación de elaborar y presentar planes de contingencia).

El desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, en coordinación con FONDEPES podrían adquirir una máquina recicladora de residuos.

Las autoridades y FONDEPES deben reestructurar el DPA de Chimbote, así como el muelle para

su operatividad en la descarga del pescado, el diseño e instalación de un buen sistema de desagüe para los efluentes residuales provenientes de la actividad del sistema de desagüe de los efluentes domésticos, sistema de manejo adecuado de los efluentes residuales y sólidos.

Referencias bibliográficas

Alvarado, P. (1999). *Nivel de Contaminación fecal de las aguas marinas costeras de la Bahía Ferrol – Chimbote – Perú*. Trabajo para optar el Grado de Maestro en Gestión Ambiental. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú.

APHA-AWWA-WPCF. (1992). Métodos de laboratorio y de campo para medición de la temperatura. 2550B .17 St. Ed.

APHA-AWWA-WPCF. (1992). Oxígeno disuelto. Método electrodo de membrana. 4500-O G. 17 St. Ed.

APHA - AWWA - WEF, 2005. Biochemical Oxygen Demand (BOD)₅ - Day BOD test. 5210 -B. 21 st Ed.

APHA-AWWA-WEF. (2005). Nitrogen (Nitrate) Cadmiun (Reduction). 4500 - NO₃-E. 21 Th.

APHA - AWWA - WEF. (2005). Phosphorus. Ascorbic Acid. 4500 - P - B, E 21 th.

APHA - AWWA - WPCF. (1992). Métodos de laboratorio y de campo, para medición de solidos disueltos totales. 2550B, 17 st Ed.

APHA – AWWA-WEF. (2005). Múltiple Tube Fermentation Technique for Members ofthe Coliform Group. Estándar Total Coliform Fermentation Techniques. 9221B,21 st Ed. pp. 9-52.

APHA – AWWA-WEF. (2005). Múltiple Tube Fermentation Technique for Members ofthe Coliform Group. Estándar Total Coliform Fermentation Techniques. 9221E,21 st Ed. pp. 9-56.

Aquino, S. J., & Maguiña T. S. R. (2018). Evaluación de la contaminación marina de la Bahía de Coishco 2015-2016. Ancash, Perú.

Arias, N. J.O (2020). Influencia del vertimiento de los efluentes de la industria pesquera en el agua de mar de la bahía de Coishco, Ancash, en los años 2015 y 2016. UNS. Perú: 171 pp.

Artigas, R. & García, J. (2015). Análisis comparativo de la estructura y biodiversidad de un sabinar litoral y su sucesión en el Espacio Natural Doñana. *Geographicalia*, (67), 29-51 pp.

Barbour, M.; J. B. Stribling & P. F. M. Verdonschot. (2006). The Multihabitat Approach of USEPA's Rapid Bioassessment Protocols: Benthic Macroinvertebrates. *Limnética*. 25: p.839-850.

- Brack, A. & Mendiola, V. (2000). Chimbote: La ciudad contaminada por excelencia. En *Ecología del Perú*. Recuperado de: <http://www.peruecologico.com.pe/libc23t03>.
- Cabrera, C. (2009). Estudio de la Contaminación de las Aguas Costeras de la Bahía de Piura. (Tesis de grado de magister) Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú.
- Cerna, F. (2012). Contaminación de la Bahía El Ferrol con aguas residuales domésticas y propuesta de gestión ambiental. (Tesis de grado de magister) Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad - Perú: 114 pp.
- Conapuma, C. (1989). Caracterización y vigilancia de la contaminación marina a partir de fuentes domésticas, industriales agrícolas y minería en el área costera de Chimbote. Informe de la Dirección de Hidrografía de la Marina, Lima-Perú.
- Cuadros, M. & González, S. (1991). Estudio del Impacto Ambiental de los efluentes de la Industria Pesquera en la Bahía El Ferrol. Informe.
- Falcon, P. & Yalico, C. (2015). Impacto ambiental de los efluentes de la industria pesquera en las aguas de mar de la Bahía de Chancay. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho. Perú.
- García, V.; Rubio, J.; Sánchez G.; Sánchez, S.; Orozco, R.; Huerto, M. & Cervantes, C. (2015). Calidad del Ambiente Marino Costero en la Región Áncash, 2012. IMARPE. Perú.
- García, V.; Orozco, R. y Perea, M. (2019). Evaluación de la calidad del ambiente marino y costero en el litoral de la Región Áncash, 2018. *Bol Inst Mar Perú*. 34(2): 406-431.
- Garrison, T. 2012. *Essentials of Oceanography*. Sixth Edition. p 1 07.
- González, J.; Gutiérrez, C.; Arenazas, N. y Rodríguez R. (2017). Informe de evaluación ambiental de la bahía El Ferrol, 2017. INFORME W O 4 0-2017-oEFA/DE-SDLB-CEAPIO. (p. 159).
- González I., Ureta K. (2012). Escasez de agua: en busca de soluciones normativas. *Economía Informa* (374): p. 53-74.
- Gozzer, W.R.M. (2018). Impacto de los efluentes de tanques sépticos en la calidad del agua y sedimento en la playa "El Inca" del balneario de Tortugas (Casma, Perú) durante verano-otoño 2017.
- Grant, W.D. & Long P. (1989). *Microbiología ambiental*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Guzmán, M., Morón, O., Villanueva, P., & Flores, G. (1997). Evaluación de la calidad del ambiente marino de la bahía de Ferrol, Chimbote. 26 a 29 julio 1996.
- Harrison, R. (1999). *Introducción a la Química Medioambiental y a la Contaminación*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Hidronav. (2019). Boletín diario de las Condiciones Oceanográficas (TSM) Según zonas. Dirección de Oceanografía-Dirección de Hidrografía y Navegación. Recuperado de: <https://www.dhn.mil.pe/>

boletin diario con-diciones oceanograficas

Jacinto, M. E., Cabello, R., Guzmán, M., Morón A, O., Villanueva, P., & Córdova, J. (1996). Evaluación de la contaminación marina en la Bahía Ferrol, Chimbote. 14-18 Julio 1994.

Jacinto, M., Guzmán, M., Morón, O., Delgado, E., Córdova, J. 1995. Evaluación de la calidad del medio marino en la bahía Ferrol, Chimbote. Octubre 1995. Inf. Prog.Inst. Mar Perú 49. Enero 1997.

Larrea, J. A., Rojas, M. M., Romeu, B., Rojas, N., & Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. Revista CENIC. Ciencias Biológicas, 44(3), 24-34.

Metcalf. (1995). Ingeniería de las aguas residuales. (Mc Graw-Hill, Ed). Madrid: Interamericana de España.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Dirección General de Calidad Ambiental (2009). *Identificación de Fuentes de Contaminación en la Bahía El Ferrol. Ancash, Perú.*

Ministerio del Ambiente, MINAM. (2017). Estándares de Calidad Ambiental para el Agua. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Recuperado de: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Moreno, C. E. (2000). Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. Manuales y tesis SEA.

Orozco, R., G. Flores, O. Morón, M. Grados & S. Castillo. 1995. Evaluación de efectos de la contaminación sobre el ecosistema marino de Huacho y Carquín. Inf. Progresivo Inst. Mar Perú. 53: 3-39.

Orozco, R., Castillo, S., Enríquez, E., Elizabeth, F., Morón, O., & Córdova, J. (1997). Evaluación de la contaminación y calidad microbiológica del agua de mar en las bahías de Ferrol y Samanco.

Rendón, L. A. Q., Agudelo, E. A., Hernández, Y. A. Q., Gallo, S. A. C., & Arias, A. F.

O. (2010). Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos colombianos. Gestión y ambiente, 13(3), 51-64.

Romero N. (2013). *Niveles de contaminación de agua y propuesta de manejo de residuos sólidos no peligrosos para el Puerto artesanal pesquero de Esmeraldas - Papes* (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Esmeraldas.

Sánchez G., Enríquez 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

Sánchez G., Morón O., Li Padilla G. & Orozco R., (1994). Evaluación de efectos de la contaminación en comunidades marinas en las Bahías Ferrol y Samanco. Agosto 1994. Inf. Ejecutivo. Inst. Mar. Perú: 19 p.

Seoanez, M. (2000). *Manual de Contaminación Marina y Restauración del Litoral. Contaminación, accidentes y catástrofes, agresiones a la costa y soluciones. El turismo de la costa, la pesca, la ordenación y la gestión del litoral*. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Seminario, M. y Tafur, S. (2018). Evaluación de la contaminación marina de la Bahía de Coishco 2015-2016. Ancash, Perú.

Spalging, M. D., Fox, H. E., Allen, G., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M., Robertson, J. (2007). Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience*, 57(7), 573-583. Retrieved from <https://doi.org/10.1641/B570707>.

Torres, L. (2019). Evaluación de la contaminación al medio marino de las operaciones artesanales en el muelle pesquero artesanal de Chorrillos con la finalidad de su recuperación. (Tesis de grado de Doctor) Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima - Perú.

Torres, L.; R. Loayza; Zelada, E., y F. Merino. 1995. Informe de Avances: Evaluación del Impacto Ambiental en algunas playas del Litoral Peruano. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional del Santa. Ancash, Perú.

Tresierra, A. (2010). Metodología de la Investigación Científica. 2da Edición Mayo 2010. Trujillo. Perú: pp 183.

Tresierra, A.; García, V.; Huerto, M.; Berrú, P.; Reyes, D. y Cervantes, C. (2007). Bahía El Ferrol, Chimbote, Perú: una visión integral de sus recursos marinos vivos y su ambiente. 2001-2005. *Inf. Inst. Mar Perú* 34(1): 25-68.

Trujillo, G., & Guerrero, A. (2015). Caracterización físico-química y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú. *ReBIol*, 35(1), 23-33 pp.

Trujillo, G. (2013). Caracterización físico-química y bacteriológica del agua marina en la zona litoral de las playas Huanchaco y Huanchaquito, la libertad 2013.

Warwick, R.M., 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92. 557-562