



UNS

ESCUELA DE

POSGRADO

**CALIDAD DEL AGUA DE MAR EN EL ÁREA
CIRCUNDANTE AL DESEMBARCADERO
PESQUERO ARTESANAL DE CHIMBOTE EN
EL 2019.**

**Tesis para optar el grado de Maestro en
Ciencias en Gestión Ambiental**

Autor:

Bach. Marco Antonio Apaéstegui Salazar

Asesor:

Dr. Luis Fernando Torres Cabrera

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2021



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

CONFORMIDAD DEL ASESOR

YO, Dr. Luis Fernando Torres Cabrera, mediante la presente certifico mi asesoramiento de la tesis titulado **“CALIDAD DEL AGUA DE MAR EN EL ÁREA CIRCUNDANTE AL DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL DE CHIMBOTE EN EL 2019”** que tiene como autor al Bachiller. Marco Antonio Apaéstegui Salazar, alumno de la Maestría en **GESTIÓN AMBIENTAL**, ha sido elaborado de acuerdo al Reglamento de Normas y Procedimientos para obtener el Grado de Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, de agosto del 2021

Dr. Luis Fernando Torres Cabrera

Asesor



CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

**“CALIDAD DEL AGUA DE MAR EN EL ÁREA CIRCUNDANTE AL
DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL DE CHIMBOTE EN EL 2019”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN GESTION AMBIENTAL

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:

Dr. Alvaro Edmundo Tresierra Aguilar

PRESIDENTE

MSc. Juan Hilarión Villarreal Olaya

SECRETARIA

Dr. Luis Fernando Torres Cabrera

VOCAL

DEDICATORIA

Gracias a Dios por darme la fortaleza, sabiduría y la habilidad guiándome con su santo espíritu, para resolver cada situación que se me presentó lo cual me ha permitido concluir exitosamente el presente trabajo.

A mis queridos padres, Alicia y Alejandro quienes partieron a la Gloria de Dios, por su inmenso amor, sus sabios consejos y dedicación invaluable, que fueron los pilares en gran parte de mi formación académica y profesional.

A mi amada esposa Norma y a mi hijo Alejandro quienes han sido mi motivación, fuente de inspiración y soporte para la elaboración y culminación del presente trabajo.

A mis queridas hermanas Rosa María, Rosario del Pilar, Carmen Margarita y Luz Aurora quienes me apoyaron incondicionalmente con sus oraciones en los momentos difíciles.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, por haber enriquecido mis conocimientos para optar el Grado de Maestro en Gestión Ambiental.

Expreso mi profunda gratitud y estima a los miembros del Jurado: Dr. Álvaro Edmundo Tresierra Aguilar y M.Sc. Juan Hilarión Villarreal Olaya, por su invaluable apoyo y orientación, brindándome las pautas indispensables para la elaboración del presente trabajo.

Deseo manifestar mi más profundo agradecimiento a mi asesor Dr. Luis Fernando Torres Cabrera, por haber depositado sus sabias experiencias pedagógicas y orientación necesaria para enfatizar y hacer realidad mi trabajo y mejorar mi formación profesional.

Agradezco a mis amigos, M.Sc. Eder Vásquez y M.Sc. Carlos Cervantes Renjifo, por apoyarme en la realización de las diferentes etapas del proceso investigativo y culminación del presente informe de Tesis.

ÍNDICE

	Pág.
CONFORMIDAD DEL ASESOR.....	iii
CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE	vii
LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE GRAFICOS.....	x
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación.....	3
1.2 Antecedentes de la Investigación.....	4
1.3 Formulación del problema de investigación.....	8
1.4 Delimitación del estudio.....	8
1.5 Justificación e importancia de la investigación.....	8
1.6 Objetivo de la investigación.....	9
CAPÍTULO II.....	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1.Fundamentos teóricos de la investigación.....	10
2.2. Marco conceptual.....	17
CAPÍTULO III.....	21
MARCO METODOLÓGICO.....	21
3.1 Hipotesis central de la investigación.....	21
3.2 Variables e indicadores de la investigación.....	21

	Pág.
3.2.1 Variables.....	21
3.2.2 Indicadores.....	21
3.3 Métodos de la investigación.....	22
3.4 Diseño o esquema de investigación.....	22
3.5 Población y muestra.....	22
3.6 Actividades del proceso investigativo.....	23
3.7 Técnicas e instrumentos de la investigación.....	24
3.8 Procedimientos para la recolección de datos.....	24
3.9 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	28
CAPÍTULO IV.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
CAPÍTULO V.....	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
5.1 Conclusiones.....	55
5.2 Recomendaciones.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS.....	63

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 01. Operacionalización de la variable, dimensión e indicadores.....	21
Cuadro 02. Ubicación de estaciones de muestreo en el área de estudio.....	23
Cuadro 03. Índice del bentos registrado por estación de monitoreo en temporada de pesca 2019 en el área circundante al DPA-Chimbote.	48
Cuadro 04. Índice del bentos registrado por estación de monitoreo en temporada de veda 2019 en el área circundante al DPA-Chimbote.	49

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 01. Mapa de la Bahía El Ferrol (Chimbote).	11
Gráfico 02. Esquema de diseño de investigación Longitudinal.	22
Gráfico 03. Ubicación de estaciones de muestreo en el área de estudio.	23
Gráfico 04. Temperatura (°C) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	32
Gráfico 05. Transparencia (m) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	33
Gráfico 06. Salinidad por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	34
Gráfico 07. Oxígeno disuelto por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	35
Gráfico 08. Demanda Bioquímica de Oxígeno-DBO ₅ promedio (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	36
Gráfico 09. Potencial de Hidrógeno (pH) promedio por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	37
Gráfico 10. Nitratos (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	39
Gráfico 11. Nitritos (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	40
Gráfico 12. Fosfatos (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	41
Gráfico 13. Sólidos Disueltos Totales (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	42
Gráfico 14. Coliformes Totales (NMP/100mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	43
Gráfico 15. Coliformes Termotolerantes (NMP/100mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	44
Gráfico 16. Composición de bentos submareal por phylum en a) temporada de pesca 2019 y b) temporada de veda 2019.	45

	Pág.
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.	46
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.	47
Gráfico 19. Curva ABC para bentos submareal en el área circundante del DPA Chimbote en temporada de pesca 2019.	50
Gráfico 20. Curva ABC para bentos submareal en el área circundante del DPA Chimbote en temporada de veda 2019.	51
Gráfico 21. Descarga de los principales recursos hidrobiológicos por meses en el DPA-Chimbote 2019.	52
Gráfico 22. Desembarque de recursos hidrobiológicos según tipo de procedencia a nivel industrial y artesanal por meses en Chimbote durante el 2019.	53
Gráfico 23. Diferencia de la concentración de materia orgánica en sedimento de la Bahía El Ferrol en los años 2016 y 2017.	54

ÍNDICE DE ANEXO

	Pág.
Anexo 1. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S N° 004-2017-MINAM. Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.	63
Anexo 2. Resumen de Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la calidad de agua de mar circundante al DPA-CHIMBOTE de los meses abril, mayo, julio y septiembre del 2019.	65
Anexo 3. Cuadro comparativo de Temperatura con relación al ECA.	66
Anexo 4. Resultados estadísticos descriptivos de los parámetros físicos, químicos y biológicos de la calidad de agua de mar por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	66
Anexo 5. Resultados de Test-Estadístico inferencial de diferencia de medias de los parámetros físicos, químicos y biológicos de la calidad de agua de mar en el área circundante del DPA Chimbote, 2019.	67
Anexo 6. Desembarque de recursos hidrobiológicos por meses en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote durante el 2019.	67
Anexo 7. Resultado estadístico de Temperatura (°C) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	68
Anexo 8. Resultado estadístico de Transparencia (m) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	68
Anexo 9. Resultado estadístico de Salinidad (ups) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	69
Anexo 10. Resultado estadístico de Oxígeno disuelto (OD) mg/L, en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	69
Anexo 11. Resultado estadístico de DBO ₅ (mg/L) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	70
Anexo 12. Resultado estadístico de Nitratos (mg/L) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	70
Anexo 13. Resultado estadístico de Nitritos (mg/L) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	71
Anexo 14. Resultado estadístico de Fosfatos (mg/L) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	71

	Pág.
Anexo 15 Resultado estadístico de Sólidos Disueltos Totales-SDT (mg/L) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.	72

ANEXO FOTOS

		Pág.
Foto 01	Descarga y manipuleo de recurso hidrobiológico en la plataforma del DPA-Chimbote.	73
Foto 02	Achique de Embarcaciones pesqueras artesanales acoderadas al DPA-Chimbote.	73
Foto 03	Achique de Cámaras Isotérmicas en la plataforma del DPA-Chimbote.	73
Foto 04	Restos de residuos orgánicos y botellas plásticas en la plataforma del DPA-Chimbote.	74
Foto 05	Limpieza en el centro de abastos de comercialización de pescados y mariscos en el DPA-Chimbote.	74
Foto 06	Limpieza en la plataforma del DPA-Chimbote.	74
Foto 07	Residuos sólidos a nivel intermareal en el área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote.	75
Foto 08	Residuos sólidos en la orilla del mar (Frente a la Caleta).	75
Foto 09	Residuos sólidos en la playa Frente a la Caleta.	75
Foto 10	Bomba de emisario submarino completamente obsoleto en el DPA	76
Foto 11	Poza de recepción de residuos de pescados y mariscos procedente del mercado del DPA-Chimbote.	76
Foto 12	Manguera que se encuentra conectada a la poza de recepción de residuos de pescado del DPA-Chimbote.	76
Foto 13	Sala de bombeo de residuos de pescado del DPA Chimbote.	77

RESUMEN

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 chiliensis* 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.

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 domesticas 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 la 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), Solidos 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).

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación

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 recepciona 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.

1.2. Antecedentes de la investigación

(Rendón *et al.*, 2010), en su trabajo de investigación: Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos colombianos; menciona que los puertos, debido al uso de los espacios costeros y como consecuencia de las actividades inherentes a su función, están alterando las condiciones naturales de la calidad de aguas, sedimentos y suelos. Las zonas portuarias generalmente compartidas con otro tipo de actividades como la pesca, la recreación, entre otras, son receptoras de descargas de los sistemas de tratamiento de agua residual de efluentes industriales, efluentes domésticos, o aguas de escorrentía, bien sea por emisiones puntuales o difusas (p.2).

Aquino & Maguiña (2018), mencionan que los resultados físico-químicos en temporada de pesca en la bahía de Coishco, mostraron un incremento en los valores de sólidos suspendidos totales, materia orgánica total, nutrientes (fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos) y demanda bioquímica de oxígeno; mientras que los valores de oxígeno disuelto disminuyeron en temporada de veda, entre tanto los valores de temperatura y salinidad no presentaron mayor variación en ambas temporadas. Como se puede apreciar la contaminación propia de la industria pesquera en la Bahía de Coishco sumado a los vertimientos efluente doméstico y regadío han generado perturbación constate en la bahía afectando la fauna macrobentónico con ausencia de esta en ambas temporadas y la alteración de algunos parámetros los cuales superan los estándares de calidad ambiental (p.14).

Por otro lado, Gozzer (2018), señala que los efluentes de tanques sépticos generan impactos en la calidad del agua como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), oxígeno disuelto (OD), Sólidos Totales Disueltos (STD) y salinidad, de igual modo en la calidad del sedimento marino en términos de fosfatos y nitratos. El agua de mar mejoró su calidad en la medida que en verano la DBO_5 fue 7,565 mg/L y disminuyó en otoño a 3,645 mg/L (p. 14).

Autores como Falcon y Yalico (2015, p. 93-99); mencionan que, el agua de mar en la bahía de Chancay presentó valores que están muy por encima de las normas vigentes (Ley general de aguas), con 5,44, a 6,23 mg/L de oxígeno disuelto en la superficie, mientras que el DBO_5 en superficie presentó valores de 55,40 a 120,00 mg/L.

(García *et al.*, 2015), determino en la bahía de Samanco tiene una concentración de oxígeno de 7.00 a 8.2 mg/L superando a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) categoría 4 Los valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) fueron <10,00 mg/L, estos valores no sobrepasaron los ECAs. Igualmente, en este mismo estudio registró valores >5,00 mg/L en las bahías de Coishco, El Ferrol, Tortuga, Casma, Huarmey y Caleta Culebras y que el pH presentó una relación directa con el oxígeno. Igualmente señala que los sólidos suspendidos totales

presentaron valores $>30,00$ mg/L en las bahías Coishco, El Ferrol y Tortuga, superando lo permitido por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, categoría 4.

Cabe mencionar que Sánchez, Blas y Chau (2010, p. 165), en su trabajo de investigación indican que “durante los últimos 10 años los niveles de contaminación marina se han mantenido y, en algunos casos, incrementado en varias zonas del litoral marino del Perú; tal es el caso de las bahías del Callao y El Ferrol - Chimbote presentaron altas concentraciones de cargas contaminantes que provienen principalmente de las aguas residuales domésticas e industriales. También sucede lo mismo en el litoral de Paita en Piura, catalogada como de moderada contaminación marina.

Cabrera (2009), manifiesta que “el puerto de Paita cuenta con uno de los principales ecosistemas de la zona, y que recibe una fuerte actividad productiva tanto para la extracción, procesamiento industrial de los recursos hidrobiológicos y el transporte en cámaras isotérmicas de los diferentes recursos hidrobiológicos; uniéndose a todo esto, las descargas de efluentes domésticos de la población de Paita; por ende, el muelle ha generado el deterioro del medio ambiente, producto de los diferentes vertimientos de residuos sólidos y líquidos al ambiente costero marítimo” (p. 8). Asimismo (Cabrera *et al.*, 2009), menciona que “la bahía de Paita al comportarse como receptor de vertimientos de efluentes líquidos y urbanos, y de residuos sólidos, hace que la calidad de sus aguas se vea disminuida, y las concentraciones encontradas para las variables bio oceanográficas en aguas y sedimentos marinos, se encuentran por encima de los rangos normales, según la Ley General de Aguas vigente”.

(Sánchez *et al.*, 2008), realizaron la evaluación ambiental en el 2002, de las bahías El Ferrol y Coishco. En la primera parte (26 - 30 abril) se fijaron 16 estaciones por mar, y en la segunda (24 - 27 julio), en ambos casos hubo 12 estaciones por playa, una en el río Santa y otra en el río Lacramarca. El oxígeno disuelto fue bajo en julio, con anoxia frente a las plantas pesqueras en El Ferrol e hipoxia en Coishco. Los altos niveles de

silicatos y fosfatos en Coishco recibieron influencia del río Santa. El DBO₅, se mantuvo dentro de los límites permisibles de la Ley General de Aguas. (p.7).

Además, indica que las aguas residuales domésticas y de la industria pesquera son las principales fuentes de contaminación de materia orgánica a las bahías de Coishco y El Ferrol, siendo más impactante en esta última, por tratarse de una bahía semicerrada (Sánchez *et al.*, 2008, p. 22).

(Jacinto *et al.*, 1994), manifestaron que el desarrollo de la actividad pesquera contrasta en la mayoría de casos con una tecnología obsoleta, que aunado a una inadecuada planificación viene agudizando los problemas serios de contaminación que involucran el ámbito marino. Si a esto se agrega la configuración de la bahía, donde los procesos lentos de circulación no favorecen una dispersión y degradación rápida de la carga contaminante, los graves problemas de deterioro pueden llevar a efectos perjudiciales irreversibles. Asimismo, el crecimiento del sector pesquero a nivel industrial y artesanal en nuestro país ha generado una gran cantidad de residuos que son descargados en las diferentes playas de nuestro litoral. El manejo inadecuado de los residuos orgánicos es una de las principales causas de contaminación ambiental (p.22).

(Sánchez *et al.*, 1994) mencionan que “la Bahía El Ferrol es una de las más importantes del país, debido a que es centro de una intensa actividad pesquera industrial y artesanal. Si bien al litoral costero confluyen una serie de efluentes (industriales y domésticos), la carga orgánica proveniente de la industria pesquera es la principal fuente de contaminación al medio marino” (p.4).

Estudios relacionados sobre calidad ambiental en la Bahía El Ferrol y Coishco han sido realizados por varios autores, entre ellos: Conapuma (1989); Cuadros y Gonzales (1991); (Sánchez *et al.*, 1994); (Orozco *et al.*, 1997); (Jacinto *et al.*, 1997); (Enriquez *et al.*, 1998). A través de los estudios en el litoral costero (García *et al.*, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013) se demuestra que en época de actividad pesquera las aguas residuales influyen en el medio marino detectándose áreas contaminadas;

en tanto que, en época de veda se produce un ligero restablecimiento del ecosistema marino (García *et al.*, 2018, p. 407).

1.3. Formulación del problema de Investigación

¿Cuál es la calidad del agua de mar en el área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, en el 2019?

1.4. Delimitación del estudio

El estudio de investigación está delimitado en el área marina circundante del Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote en donde se determinó puntos fijos de muestreo cuyo fin es obtener información sobre la calidad del agua de mar (parámetros físicos, químicos y biológicos) en periodos de pesca (mayo-julio) y de veda (abril y setiembre) durante el 2019.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

El Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote y las embarcaciones pesqueras que allí acoderan son las que generan la contaminación, para los recursos hidrobiológicos, y también para el agua de mar circundante a este desembarcadero.

El presente trabajo se justifica porque va a contribuir con información de cómo se encuentra la calidad del agua (parámetros físicos-químicos: Temperatura, Salinidad, Transparencia, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, pH, Nitritos, Nitratos, Fosfatos, Sólidos Totales Disueltos y parámetros microbiológicos: Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes así como organismos macrobentónicos), circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, en el 2019. Por lo tanto, servirá para establecer si la calidad del agua se encuentra en el marco de lo establecido por la normatividad ambiental (MINAM, 2017).

De acuerdo a los estudios que ha realizado el IMARPE fundamentalmente han sido en puntos de muestreo de la bahía de Chimbote sin considerar al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, de allí que no se cuenta con información o antecedentes de estudios relacionado

específicamente a la calidad del agua marina en el área de estudio. Por tal razón, los resultados de esta investigación, que servirían como insumo para la elaboración de una propuesta de manejo ambiental la que servirá para la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes a fin de mejorar la calidad de vida del ecosistema circunscrita en el área de estudio. Por tal motivo la importancia en la investigación de este problema ambiental.

1.6. Objetivo de la Investigación

1.6.1. Objetivo general

Determinar la calidad del agua de mar en el área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, en el 2019.

1.6.2. Objetivos específicos

- Cuantificar la Temperatura (°C), Transparencia (m) y Salinidad (ups) de la calidad del agua de mar en el área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, en el 2019 y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Categoría 4 del agua.
- Medir el Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), pH, Nitratos, Nitritos, Fosfatos y Sólidos Totales Disueltos de la calidad del agua de mar en el área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, en el 2019 y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Categoría 4 del agua.
- Estimar los coliformes totales y coliformes termotolerantes de la calidad del agua de mar en el área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, en el 2019 y comparar con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Categoría 4 del agua.
- Relacionar la calidad del agua con la contaminación del bentos marino en el área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, en el 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentos teóricos de la investigación

2.1.1. 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.



Fuente: Propia

Gráfico 01. Mapa de la Bahía El Ferrol (Chimbote)

2.1.2. Características físicas y químicas de la bahía de El Ferrol

Sánchez et al (2008), realizó evaluación en los meses de abril y julio con un total de 19 estaciones en mar y 6 en playa cuyas características de calidad de agua en la Bahía El Ferrol se muestran a continuación.

Temperatura (°C). En abril presentó la mayor temperatura y fue superficial (21 °C), cerca de la línea costera, y en el centro de la bahía (20,5 °C). En julio las temperaturas fueron menores y con poca diferencia en ambas profundidades.

Salinidad (ups). A nivel superficial, en abril y julio, se presentaron aguas de mezcla de Aguas Costeras Frías (ACF) con aguas de los ríos Santa para

Coishco y Lacramarca en El Ferrol, así como de las acequias y aguas residuales domésticas en ambas bahías. En abril, el 94% correspondió a aguas mixohalinas (35,048 a 33,901 ups); en julio sólo el 47% tuvo salinidad propia de agua de mezcla y en la zona muy costera. Hacia afuera, las concentraciones de sales se normalizaron alcanzando 34,975 ups (abril) y 35,066 ups (julio), por el ingreso de ACF en el extremo sur de la bahía El Ferrol.

Oxígeno disuelto (OD). A nivel superficial, en abril, los valores estuvieron dentro de los límites permisibles, en El Ferrol (3,21 a 1,06 mg/L); en julio hubo anoxia frente a la zona industrial pesquera de El Ferrol.

A nivel del fondo, se presentaron ambientes hipóxicos especialmente en El Ferrol. Esta tendencia fue más evidente en julio que en abril, por la actividad pesquera industrial todavía activa en el mes de julio.

Fosfatos. A nivel superficial. En abril: presentó 22,66 a 1,67 ug-at/L, promedio 5,49 ug-at/L. En julio: 18,12 a 2,06. Las mayores concentraciones se registraron en la costa norte y centro de la bahía El Ferrol. A nivel subsuperficial, los fosfatos estuvieron altos fuera de la línea costera, provenientes de aguas de afloramiento costero. En julio: los valores estuvieron dentro de lo esperado para la época del año.

Nitratos. A nivel superficial: En abril: los nitratos (19,93 a 0,95 ug-at/L, un promedio 5,22 ug-at/L) indicaron un ingreso de aguas de afloramiento por el extremo sur de la bahía, la bocana entre la península y la isla Ferrol Sur. En julio, 9,32 ug-at/L, presentando este valor alto afuera de la bahía. A nivel subsuperficial la tendencia fue semejante a nivel de superficie, con isolíneas de 5 ug-at/L muy cerca de la línea costera e isolíneas de 15 hacia afuera. En abril, en la bahía El Ferrol (17,25 a 1,52, promedio 12,94 ug-at/L) el valor más alto ocurrió en la bocana principal de la bahía y probablemente influenciada por aguas de afloramiento costero. En julio: (18,92 a 3,00 ug-at/L, promedio 10,96).

Nitritos. A nivel superficial: En abril: presentó valores entre 1,13 a 0,63 ug-at/L, promedio de 0,84 ug-at/L. En julio presentó valores muy altos (2,30 a 0,56 ug-at/L, promedio de 1,14 ug-at/L). A nivel subsuperficial, los nitritos en la bahía presentaron concentraciones de 2,32 a 0,86 ug-at/L, promedio 1,40 ug-at/L; en julio, de 1,80 a 0,59 ug-at/L, promedio 0,93 ug-at/L.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅). La evaluación se realizó en superficie. En abril, los valores fueron bajos y no sobrepasaron los límites permitidos fijados por la Ley General de Aguas (10 mg/L). En julio fueron ligeramente más altos que estuvieron por encima de lo permisible: una frente a las plantas industriales pesqueras (20,15 mg/L); y la otra, frente a la ciudad de Chimbote (12,20 mg/L). En la bahía El Ferrol, la DBO₅ mostró concentraciones más altas en la zona central, que disminuyeron hacia afuera. (pp. 10-14).

Cerna (2012), menciona que en la “actualidad los monitoreos de la Calidad de agua de los cuerpos marinos costeros es una actividad muy importante para conocer el grado de contaminación de las aguas producto de la descarga de efluentes contaminantes de origen industrial ó doméstico, así como del arrojo de desechos. Para ello, existen indicadores cuya medición nos ayuda de definir el grado de contaminación. La variación de estos parámetros o la detección de valores altos, respecto a los ECAs (coliformes fecales, temperatura, pH, O₂, DBO₅, nutrientes, etc).” (pp. 37-38).

Por eso hoy en día, evaluar la calidad del agua es de suma importancia 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, que producen cambios en los diferentes indicadores físico-químicos (el pH, la temperatura, el DBO₅, el O₂, los SDT, los nutrientes, etc.), están afectando no solo el residuo líquido, sino también a la diversidad de organismos así como a su fisiología, reproducción, conducta, crecimiento, etc. Seoanez (2000), Torres (1998) citado por Cerna (2012, pp 12-13).

(Sánchez *et al.*, 2000), citado por Aquino, M & Maguiña, S (2018), mencionan que la temperatura superficial cerca de la línea costera incrementa ligeramente de 1 a 2 grados en áreas muy costeras, producto de la mezcla con el agua dulce proveniente de los ríos, especialmente en época de verano (p. 120).

Según Pérez (2009), indica que la disminución del OD de verano a otoño se debería a la menor energía de la luz solar en otoño, que es la que alienta la fotosíntesis productora de oxígeno (p.1).

El ingreso de aguas de baja salinidad (34,90 ups) y el predominio de condiciones frías observadas indican un proceso de afloramiento que se desarrolla al sur de la bahía. Los vientos superficiales influyen a que las aguas cálidas y las bajas salinidades (por efecto de mezclas) se concentren en el extremo norte.

Seoanez (2000) citado por Cerna (2012), menciona respecto a los nutrientes como (Nitrógeno y Fósforo) la vida en el mar sería imposible, no sobreviviría; por tanto, el ingreso de nutrientes es imprescindible, pues da muchos efectos positivos, entre ellos, eleva la pesca y recordemos que Chimbote fue denominado hace décadas como el primer puerto pesquero del Mundo. Sin embargo, el exceso de nutrientes en el medio acuático, entre ellos el Mar, da lugar a un superabonado o eutrofización; lo que representa un serio problema de contaminación. La eutrofización es entonces un fenómeno que 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. Debemos indicar que mientras al inicio los nutrientes permiten una explosión de vida en el agua, luego sucumbe la muerte masiva y los organismos al irse al fondo de la Bahía se descomponen por acción de bacterias aerobias del fondo y acaban por desoxigenar el medio acuático marino, haciendo difícil la supervivencia de los otros seres para respirar el oxígeno disuelto. Poco a poco el medio se vuelve anóxico (pp. 40-41).

Es importante destacar, para la evaluación de la calidad del agua de mar tratar puntos relacionados a la parte biológica puntos para evaluar resaltar otro Por su parte las curvas ABC (Abundance/Biomass Comparison) utilizan las curvas de K-dominancia para determinar los niveles de perturbación en las comunidades. Al no disponer de datos de biomasa hemos utilizado los datos de dominancia con la cobertura, que está directamente relacionada con la biomasa Artigas y García (2015, pp. 44), Isaza y Betancur (2009). La curva de biomasa estará por encima de la curva de abundancia en ambientes no perturbados, mientras que sucede lo inverso en ambientes perturbados (Warwick *et al.*, 1986). Por el contrario, en ambientes donde la perturbación es moderada, ambas curvas tienden a coincidir de manera aproximada o sobreponerse una sobre otra.

Los parámetros físicos-químicos de la calidad de agua de mar circundante al DPA Chimbote antes de ser evaluados y comparados con el ECA deberán cumplir con los requisitos de la normatividad vigente (Anexo 1).

2.1.3. Contaminación ambiental en la Bahía El Ferrol

Centurión, Ganoza y Torres (2013) citado por Arias (2020) mencionan: “En el caso del agua, contaminar significa incorporar sustancias que producen una variación en las propiedades naturales que ella presenta; lo cual está relacionado con la cantidad y rapidez del aporte contaminante. Afectando directamente a todos los agentes con vida, en la disminución de sus posibilidades de sobre vivencia”.

El medio acuático es un sistema ecológico en equilibrio que representa un número de propiedades físico - químicos y biológicos estrechamente relacionados, constituyendo la base de toda la vida en este medio; sin embargo, este equilibrio es alterado por la contaminación, Guillen (1983) citado por Trujillo (2013, p.14).

Según MINAM (2009), la identificación de fuentes de contaminación en la bahía de Chimbote representa la Línea Base Ambiental, soporte sobre el cual se ha estructurado Planes de Descontaminación y Recuperación de la bahía; se realizó actividades de recopilación y sistematización de información disponible de las instituciones públicas y privadas en las cuales

identifican 50 descargas de aguas residuales que comprenden: aguas residuales industriales de empresas pesqueras, aguas residuales industriales de siderúrgica e hidrocarburos, muelle industriales y aguas residuales domésticas.

La contaminación de aguas costeras ha despertado la atención a nivel mundial, ya que las descargas de aguas residuales de origen industrial y doméstico con alto contenido de desechos orgánicos causan problemas serios de salud y modifican al ecosistema marino en los lugares adyacentes a las descargas, Cabelli (1984) citado por Trujillo & Guerrero (2015, p.24).

El medio ambiente se encuentra formado por elementos artificiales y naturales que se encuentran entre si interrelacionados y es donde viven los seres humanos con el resto de los seres vivos del planeta. Así mismo, del planeta se puede obtener los recursos necesarios para el mantenimiento de la vida como son: el oxígeno, los diferentes alimentos, el agua, diferentes refugios, etc. Y que estos pueden ser modificados por la acción humana generando un gran impacto, por lo que se debe moderar esa influencia nociva, intentando impedir su deterioro y haciendo todos los esfuerzos necesarios para reparar los daños ya causados en el medio ambiente, Metcalf & Eddy (1995, p. 8).

La contaminación generada por el hombre en el medio ambiente 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).

Chimbote es conocido en el Perú como un puerto pesquero muy importante; sin embargo, hoy en día la bahía El Ferrol (Chimbote) presenta serios problemas de contaminación ambiental, por los efluentes industriales y domésticos, producto de este problema de contaminación ambiental ha generado que diversos investigadores evalúen los diferentes tipos de contaminación presentes en la bahía El Ferrol, dentro de algunos estudios de investigación realizados tenemos a los elaborados por Sánchez (1994, p.38), Torres (1995, p.78) y Alvarado (1999, p.63); este último investigador

manifiesta que las contaminaciones presente en las orillas de las playa de la Bahía el Ferrol se encuentran elevadas, teniendo como indicador que los valores promedios sobre pasan los límites permisibles que se encuentran considerados en la Ley General de las aguas, perjudicando a la salud de la población y al medio ambiente.

2.2. Marco conceptual

- **Achicar**: Es la acción de succionar el agua u otro líquido de la sentina o algún compartimiento de la bodega de la embarcación, mediante achicadores, bombas o cualquier otro medio.

<http://nauticpedia.com/diccionario-nautico/#Diccionario Nautico A>

- **Agua circundante**: El origen del término circundante proviene del verbo circundar y este en el latín. En efecto, proviene de circumdare, circumdo, circumdatum, circumdedi, su significado es poner alrededor, cercar, rodear. Este verbo está compuesto por el prefijo circum: que significa alrededor.

<https://diccionarioactual.com/circundante/>

- **Límite Máximo Permisibles (LMP)**: es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción son establecidos por dicho Ministerio.

<https://es.slideshare.net/jihuva/qu-es-un-lmite-mximo-permisible>

- **Sanguaza**: Los residuos líquidos están compuestos principalmente por materia orgánica con un alto contenido en proteínas, sales, grasas y otros sólidos suspendidos. Los flujos generalmente son altos, debido a la gran cantidad de agua que se requiere en los procesos de producción. Estos son principalmente: agua con sangre, aguas de lavado provenientes de las

etapas de corte, eviscerado y fileteado, prensado de pulpa (en los congelados), envasado y cocción; otros residuos líquidos provenientes del proceso de cocción, aguas de enfriamiento y aguas provenientes de las operaciones de limpieza de la planta, o proveniente de embarcaciones pesqueras que achican sanguaza.

https://es.wikipedia.org/wiki/Aguas_residuales

Reglamento de la Ley General de Pesca D.S N.° 012-2001-PE.

Artículo 78.- Los titulares de las actividades pesqueras y acuícolas son responsables de los efluentes, emisiones, ruidos y disposición de desechos que generen o que se produzcan. Por lo tanto, están obligados a ejecutar de manera permanente planes de manejo ambiental y acciones necesarias para prevenir o revertir en forma progresiva, a través de la implementación de prácticas de prevención de la contaminación y procesos con tecnologías limpias, prácticas de reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final. Asimismo, están obligados a adoptar medidas destinadas a la conservación de los recursos hidrobiológicos y de los ecosistemas que les sirven de sustento.

- **Pesquería artesanal:** De acuerdo a la Ley General de Pesca (Decreto Ley N°25977), promulgada el 21 de diciembre de 1992, la actividad pesquera artesanal se define como aquella labor realizada por personas naturales o jurídicas sin empleo de embarcación o con empleo de embarcaciones de hasta 32,6 metros cúbicos de capacidad de bodega y de hasta quince metros de eslora, con predominio de trabajo manual, que tiene como objetivo principal la extracción de recursos hidrobiológicos para atender la demanda interna de pescado fresco o enfriado. Asimismo, los artes y aparejos de pesca utilizados son menores y tienen un área exclusiva de pesca comprendida entre la línea de la costa y las cinco millas. Desde el punto de vista social, se puede decir también que la pesca artesanal comprende desde una pesca de subsistencia hasta una pesca organizada en comunidades pesqueras, con un grado mayor de organización social. Otra característica de la pesca artesanal es que abastece la mayor parte de las especies para consumo humano directo, que terminan en los

principales mercados del país, especialmente en estado fresco. Cabe precisar que la división general de la actividad pesquera en industrial y artesanal se modifica para el caso específico de la pesca de la anchoveta, en relación con el tipo de embarcación y al lugar en el que se realiza la pesca de este recurso. Así, de acuerdo al DS. AGENDA 2014 Propuestas para mejorar la descentralización 005-2012-PRODUCE se determinó que para el caso de la captura de anchoveta se distingue dos tipos de flota: la propiamente artesanal, con un tamaño hasta de diez metros cúbicos de capacidad, y una llamada de menor escala, con un tamaño de entre 10 y 32,6 metros cúbicos de capacidad. Además, bajo el DS. 011-2012-PRODUCE se establece que la flota artesanal solo podrá hacer faenas de pesca en las primeras cinco millas desde la costa, mientras que la flota de menor escala podrá pescar entre las cinco y diez millas.

➤ **Oxígeno Disuelto:**

Es un parámetro importante para evaluar la calidad del agua superficial, su presencia en el agua se debe al aporte del oxígeno de la atmósfera y de la actividad biológica (fotosíntesis) en la masa de agua. El oxígeno disuelto, es un parámetro ambiental vital, porque su evaluación permite informar y/o reflejar la capacidad recuperadora de un curso de agua y la subsistencia de la vida acuática (González *et al.*, 2012).

➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):**

La DBO₅ es un parámetro relacionado como aporte de la materia orgánica, mide la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para oxidar, degradar o estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas, su determinación es en base a la oxidación natural de degradación. Asimismo, como antecedente se puede mencionar que en los monitoreos de calidad del agua de las cuencas hidrográficas del Perú, se han encontrado presencia de este parámetro cuyas concentraciones superan los ECA – Agua (González *et al.*, 2012).

➤ **Coliformes Totales:**

Son microorganismos de la familia de las Enterobacterias. Comprenden distintos géneros como: Escherichia, Enterobacter, Citrobacter, Serratia, Klebsiella.

Su presencia en el agua indica contaminación microbiana reciente sin informar de su origen y una deficiente calidad del agua.

No son específicos de contaminación fecal, excepto el género Escherichia.

No se admite la presencia de ninguna unidad formadora de colonia en 100 ml de muestra.

https://www.cofourense.com/antigua/index.php?option=com_content&view=article&id=104:interpretacion-de-resultado-de-analisis-de-aguas-de-

➤ **Coliformes Termotolerantes:**

Los coliformes termotolerantes (CF), denominados así porque soportan temperaturas hasta de 45 °C. Comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son indicadores de calidad por su origen (Larrea *et al.*, 2013).

➤ **Bentos:**

Conformado al conjunto de organismos que habitan la zona bentónica, es decir, en, sobre o cerca del fondo marino y en otros ecosistemas acuáticos. El uso de esta comunidad se debe a varias propiedades: su elevada diversidad taxonómica, lo que le permite presentar un amplio espectro de respuestas a las perturbaciones humanas; su naturaleza sedentaria y los largos ciclos de vida de algunos grupos, que permiten el seguimiento espacial y temporal de las alteraciones (Barbour *et al.*, 2006).

➤ **Sedimentos:**

Garrison (2012), define a los sedimentos como partículas de materia orgánica o inorgánica que se acumulan en forma suelta y no consolidada. Estas partículas se originan del desgaste y la erosión de las rocas, de la actividad de los organismos vivos, de las erupciones volcánicas, de los procesos químicos dentro del agua misma, e incluso del espacio.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Hipótesis central de la investigación

El agua de mar en el área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote, tiene la calidad compatible con el ECA Categoría 4 del agua.

3.2. Variables e indicadores de la investigación

3.2.1. Variables:

Calidad del agua.

3.2.1.1 Definición conceptual

Calidad del agua: Se define como la capacidad intrínseca que posee el agua, dependiendo del uso que se obtiene de ella; adicionalmente, también se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas que presenta una determinada clase de agua.

www.chj.es/es-es/medioambiente/planificacionhidrologica/Documents/Plan%20de%20Recuperacion

3.2.2. Indicadores: Definición operacional e indicadores

Cuadro 01. Operacionalización de la variable, dimensión e indicadores

VARIABLE	DIMENSION		INDICADOR	VALORES FINALES	TIPO DE VARIABLE
CALIDAD DEL AGUA	FÍSICOS		Temperatura	°C	Numérica/Continuo
			Transparencia	m	Numérica/Continuo
			Salinidad	UPS	Numérica/Continuo
	QUÍMICOS		Oxígeno Disuelto (O.D.)	mg/L	Numérica/Continuo
			Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	Numérica/Continuo
			pH	Numérico	Numérica/Continuo
			Nitratos, Nitritos	mg/L	Numérica/Continuo
			Fosfatos	mg/L	Numérica/Continuo
			Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg/L	Numérica/Continuo
			BIÓLOGICOS		Microbiológicos Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes
	Org. Biológicos Bentos	Numérico			Numérica/Discreto

Fuente: Propia

3.3. Métodos de la investigación

Se utilizó el método observacional para tener una idea clara sobre las características físicas, químicas y biológicas de la calidad del agua de mar en el área circundante del DPA Chimbote durante el 2019.

3.4. Diseño o esquema de la investigación

Para el trabajo de investigación se empleó el diseño de investigación Longitudinal debido a que este tipo de diseño se utiliza cuando se quiere observar el comportamiento de una variable a través del tiempo (Tresierra, 2010, p.97)

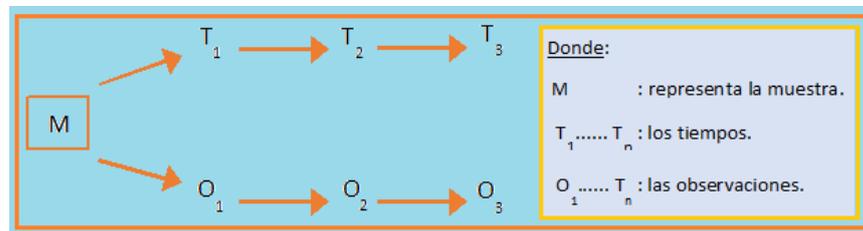


Gráfico 02. Esquema de diseño de investigación Longitudinal

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población:

La población está constituida por el agua marina circundante al DPA de Chimbote en las coordenadas 09° 04' 40,080'' Latitud Sur y en los 78° 36' 05,034'' Longitud Oeste,

3.5.2. Muestra:

Las muestras de agua de mar para la presente investigación fueron obtenidas de 5 estaciones del área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote (Cuadro 02 y Gráfico 03). Estas muestras se obtuvieron en época de pesca y veda, tanto en superficie como en fondo.

Las muestras de agua obtenidas en cada estación fueron utilizadas para analizar los diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos.

Cuadro 02. 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''

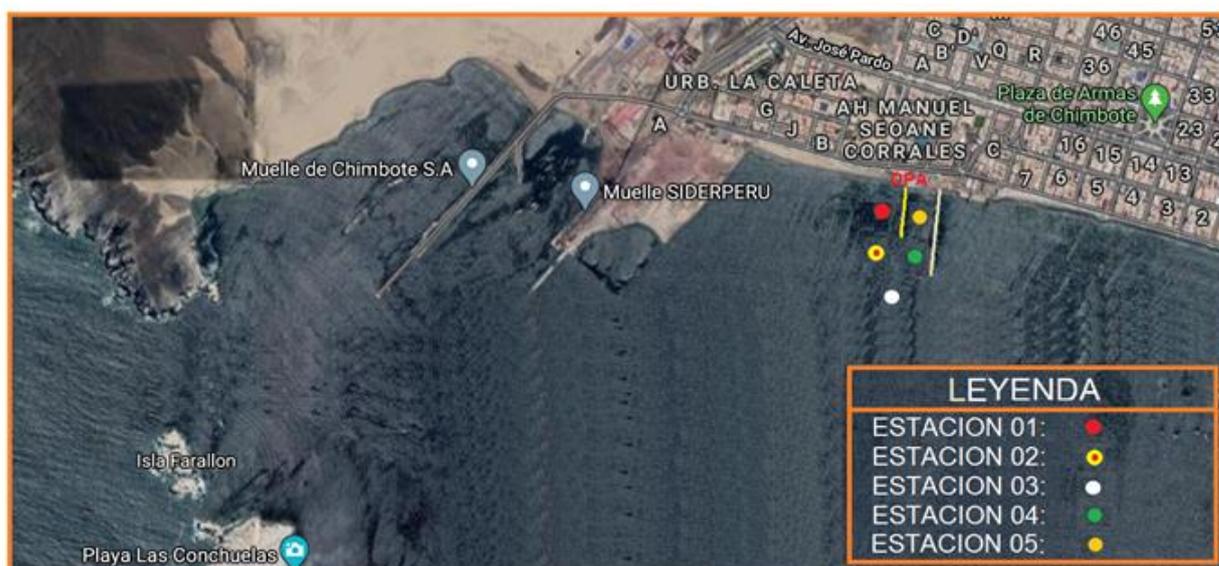
Fuente: Propia

Las estaciones 01 y 05: fueron consideradas como puntos de muestreo por presentar una interacción directa con aguas residuales domésticas.

Las estaciones 02 y 04: fueron consideradas como puntos de muestreo por las continuas descargas de recursos hidrobiológicos por parte de embarcaciones pesqueras artesanales y de menor escala en el DPA.

La estación 03: fue considerada como punto de muestreo por estar alejada del área circundante del DPA de Chimbote.

Gráfico 03. Ubicación de estaciones de muestreo en el área de estudio.



Fuente: Propia

3.6. Actividades del proceso investigativo

- Se realizó revisión bibliográfica por vía web o biblioteca de autores nacional o internacional relacionada al tema de investigación y sus variables, con el

fin de identificar la problemática, sustentar y clarificar la idea de investigación.

- Luego se realizó una descripción de los antecedentes del problema, justificación y los objetivos. Formular la hipótesis, el marco teórico y marco metodológico.
- En la recopilación de datos, se coordinó previamente con los encargados del Desembarcadero de Pesca Artesanal de Chimbote y el Laboratorio de Impacto Ambiental de Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa para la recolección y su respectivo análisis de las muestras.
- Posteriormente con los datos obtenidos, se dio un tratamiento para luego aplicarle técnicas estadísticas de procesamiento, análisis de los resultados de parámetros físicos, químicos y biológicos, y comparar con los estándares de calidad ambiental ECA para agua emitidos por el MINAM de acuerdo a los objetivos trazados y variables de interés.

3.7. Técnicas e instrumentos de la investigación

Se ha considerado como técnica la observacional y para el muestreo, se utilizó el manual “Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Hídrico Receptor” (Ministerio de la Producción, 2013). Para los análisis del laboratorio se utilizó el Método APHA-AWWA-WPCF 2550B.

En cuanto a los instrumentos mecánicos utilizados en los puntos de muestreos fueron: celular utilizando aplicación Global Positioning System (GPS) con GPS, ubicación, baldes, termómetro digital, Disco de Secchi de 30 cm, equipos digitales con electrodos de membrana, pH-metro ATAGO S-10 y refractómetro, asimismo se utilizó draga Van Veen, adicionalmente se utilizó cámara digital para toma de fotos y los instrumentos documentales como fichas o guías de observación, hojas de control, notas de campo.

3.8. Procedimiento para la recolección de datos

Para la realización de los diferentes muestreos se contó con el apoyo de una chalana.

Previamente al muestreo se desinfectaron las manos luego en el muestreo se utilizaron implementos como guantes descartables de polietileno, mascarilla y toca. Antes de esterilizar a los instrumentos estos deben estar libres de toda partícula extraña.

Los recipientes fueron de material impermeable, no tóxico y con cierre hermético, tales como: frascos de vidrio o plásticos de boca ancha (deben estar limpios y esterilizados) o bolsas de polietileno de alta densidad.

Se tomó diferentes muestras a alrededor del área circundante al DPA en los puntos establecidos a cierta profundidad, para luego ser analizados cada indicador.

Para los análisis de temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto, se tomó una muestra en un balde de 10 litros y se midió in situ.

En relación a la transparencia se utilizó disco secchi.

Para el caso de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Disueltos Totales se colectó muestras de agua en 2 frascos de vidrio de una capacidad 1 Lt., por estación. En cuanto a fosfatos, nitratos y nitritos se tomaron muestras de 500 ml para cada parámetro y cada estación y en el caso de Coliformes totales y Coliformes termotolerantes se tomó 500 ml de muestra en frasco estéril por estación.

En relación a muestras de bentos en cada estación se extrajo un sustrato de fondo por medio de draga.

Para la cual se utilizó una draga Van Veen de 0,0145 m², luego del dragado se tamizó con un tamiz de 500 y 1000 micras y se recolectaron los organismos que habitan en el fondo marino, los cuales fueron analizados en el laboratorio.

Las muestras recolectadas, son preservadas, transportadas y analizadas en el Laboratorio de Impacto Ambiental de Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa.

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-WPCF 2550B, 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.

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 21 th 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 solidos disueltos totales).

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.

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Posteriormente de haber culminado la recopilación de datos, estas se ordenaron, se resumieron, se clasificaron según meses y por estaciones, luego se evaluaron de acuerdo a la naturaleza de la variable de interés, indicados de acuerdo los objetivos del presente trabajo de investigación. Para ello se procesó en Excel y se elaboraron cuadros y gráficos.

Para el análisis de los datos de los parámetros físicos, químicos y biológicos se aplicó estadística descriptiva y se utilizó mediante programa estadístico SPSS v.21 para determinar media, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación y rango de límite inferior y superior, etc.

Para el análisis de estadística inferencial se aplicó el test de normalidad de los datos con la prueba K-S para 1 muestra para los datos de cada parámetro según el detalle siguiente:

Si: $P > \alpha = 5\%$, entonces se utiliza prueba paramétrica

Si: $P < \alpha = 5\%$, entonces se utiliza prueba no paramétrica

Se aplicó estadística inferencial para la prueba de Hipótesis se utilizó la prueba paramétrica T-Student y la no paramétrica de Wilcoxon, con un nivel de significancia $\alpha = 5\%$. Ambas pruebas se utilizaron la comparación de medias relacionadas para contrastar si hubo o no diferencias significativas entre temporadas de pesca y de veda según parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de mar.

Para el caso de los Indicadores: Nitratos, Nitritos y fosfatos se realizó la conversión de las unidades iniciales de $\mu\text{g-at/L}$ a mg/L , para poder realizar la comparación con el ECA.

Para determinar el promedio mensual y multianual, de los años 2017, 2018 y 2019, se contó con la data de temperaturas subsuperficial de mar de la Bahía del Ferrol, del boletín diario de las condiciones oceanografías de Dirección de Hidrografía y Navegación, para compararlas posteriormente con nuestros resultados.

Para el caso del bentos:

Se aplicó el índice de diversidad de Shannon-Wiener, para determinar la diversidad de especies en las estaciones de muestreo en los meses de abril y septiembre del 2019 se utilizó el Past estadístico.

El Índice de diversidad de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, Magurran (1988); Peet, (1974); Baev y Penev (1995) citado por Moreno (2000, p.43). Todas las especies están representadas en la muestra.

El índice de diversidad de Shannon–Wiener (H) se expresa en bits. Cuanto mayor sea el valor de H mayor será la diversidad.

Se calcula a partir de: $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$, Donde: $p_i = n_i/N$ y $N = \sum n_i$
 n_i : representa el valor de importancia de la clase i y puede evaluarse mediante abundancias, biomásas o intensidades de transferencia de energía.

Donde H' = índice de Shannon-Wiener

p_i = es la probabilidad de aparición de la especie "i" en la muestra.

Su valor varía entre 0,5 y 5 valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos.

Curvas de dominancia tipo ABC

Las curvas de dominancia del tipo ABC (comparación, abundancia y biomasa) (Warwick, 1986), fueron graficados para cada temporada: pesca y 2019 y veda-2019. Estas curvas ABC representan el porcentaje acumulado de la abundancia y la biomasa promedio versus el ranking de especies en escala logarítmica. Las curvas ABC pueden caracterizar una comunidad no perturbada, si la curva de biomasa se encuentra por encima de la abundancia o una fuertemente perturbada si sucede a la inversa, y curvas sobrepuestas más o menos coincidentes indican perturbación moderada. Cabe mencionar que las curvas de dominancia ABC se realizó con ayuda del software PRIMER 6, en donde se introdujo todos los datos de biomasa y abundancia de cada especie por estaciones de monitoreo, luego se seleccionó la opción “analyse”, seguidamente de la opción “dominance plot” y finalmente la opción “abundance and biomass data (ABC)”, dando como resultado las curvas de dominancia ABC.

CAPÍTULO IV

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 (Anexo 1).

4.1. Cuantificación de la temperatura, transparencia y salinidad

4.1.1. Temperatura

En el Gráfico 04, 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 (Anexo 3) , 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 (Anexo 5).

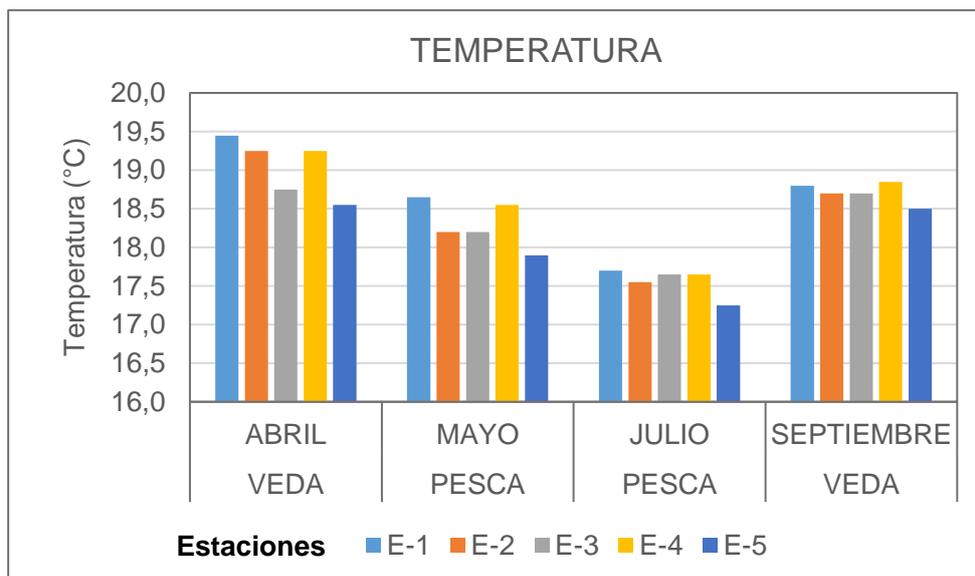


Gráfico 04. Temperatura (°C) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

4.1.2. 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 (Anexo 6)

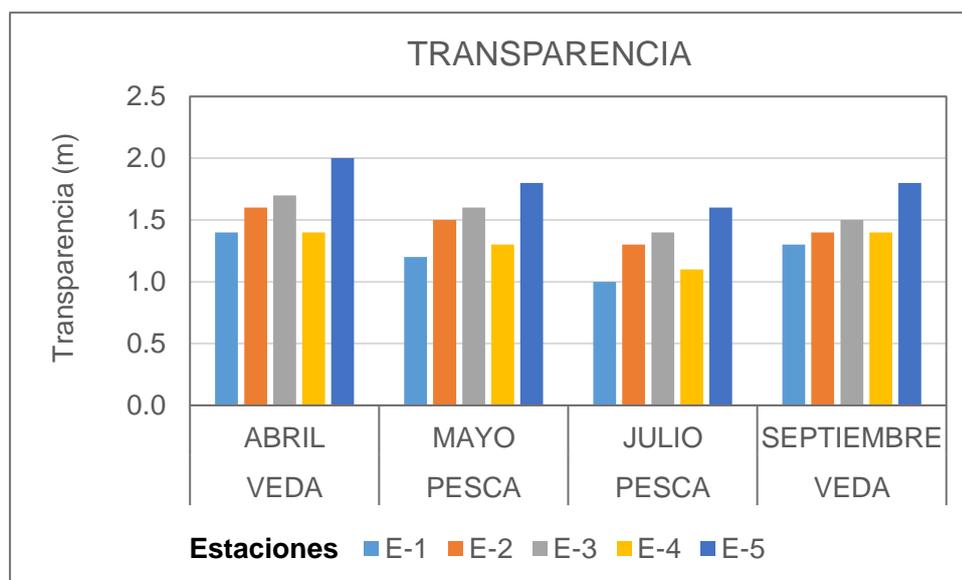


Gráfico 05. Transparencia (m) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

4.1.3. 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 (Anexo 9).

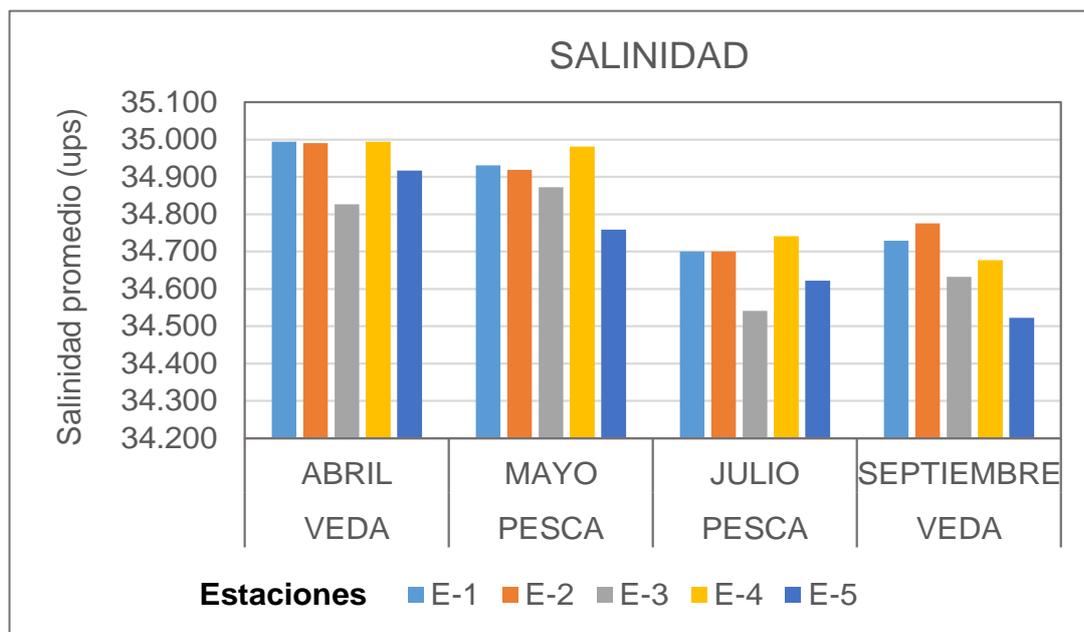


Gráfico 06. Salinidad por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

4.2. Medición del Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), pH, Nitratos, Nitritos, Fosfatos y Sólidos Disueltos Totales.

4.2.1. 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).

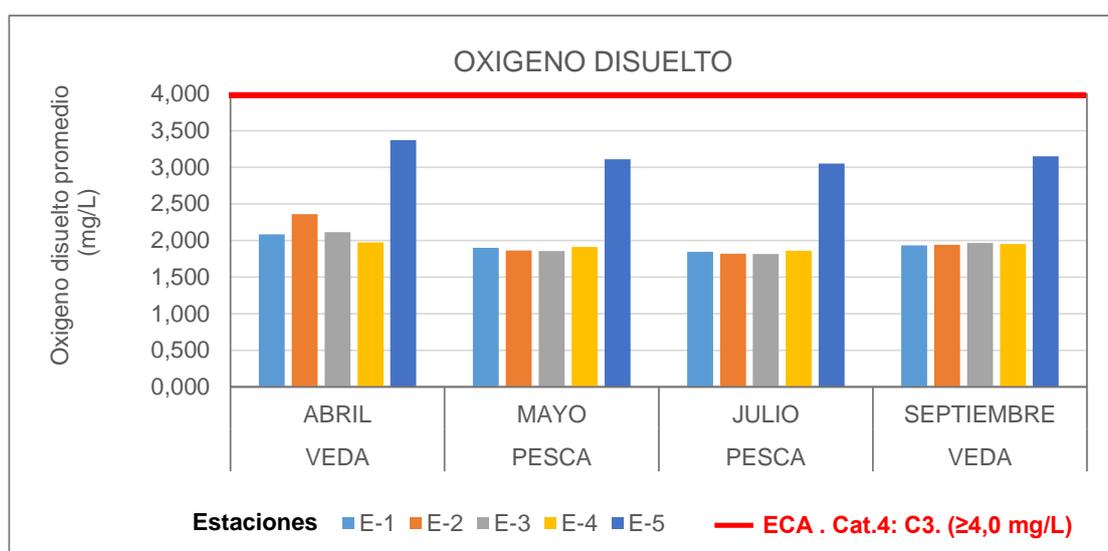


Gráfico 07. Oxígeno disuelto por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

4.2.2. 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 (Anexo 11).

De acuerdo al Anexo 2 indica que 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 200 m de línea de playa” (p. 14)”

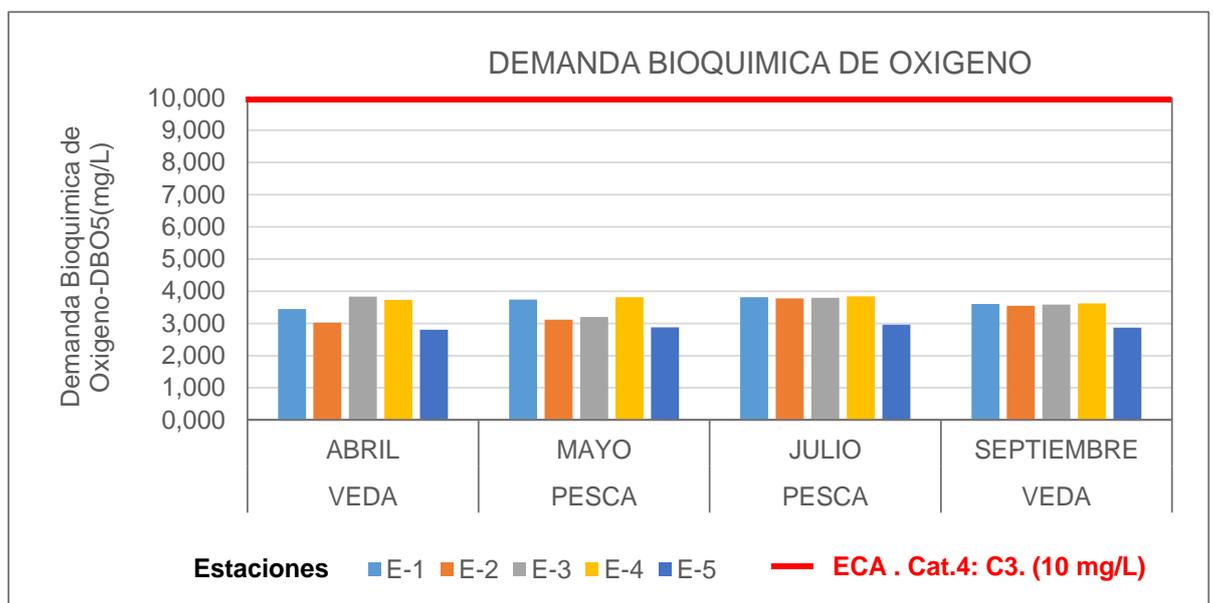


Gráfico 08. Demanda Bioquímica de Oxígeno-DBO₅ promedio (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

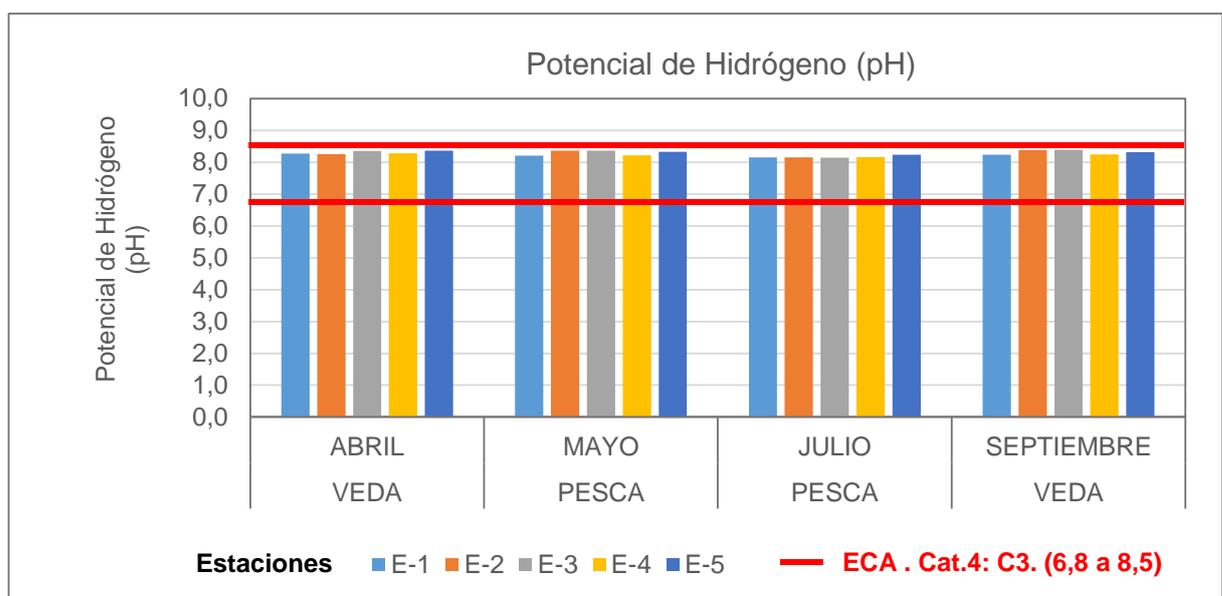
4.2.3. Potencial de Hidrógeno (pH)

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). (Gráfico 09 y Anexo 2).

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 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 (Anexo 12).



. Gráfico 09. Potencial de Hidrógeno (pH) promedio por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

4.2.4. 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 (Anexo 13).

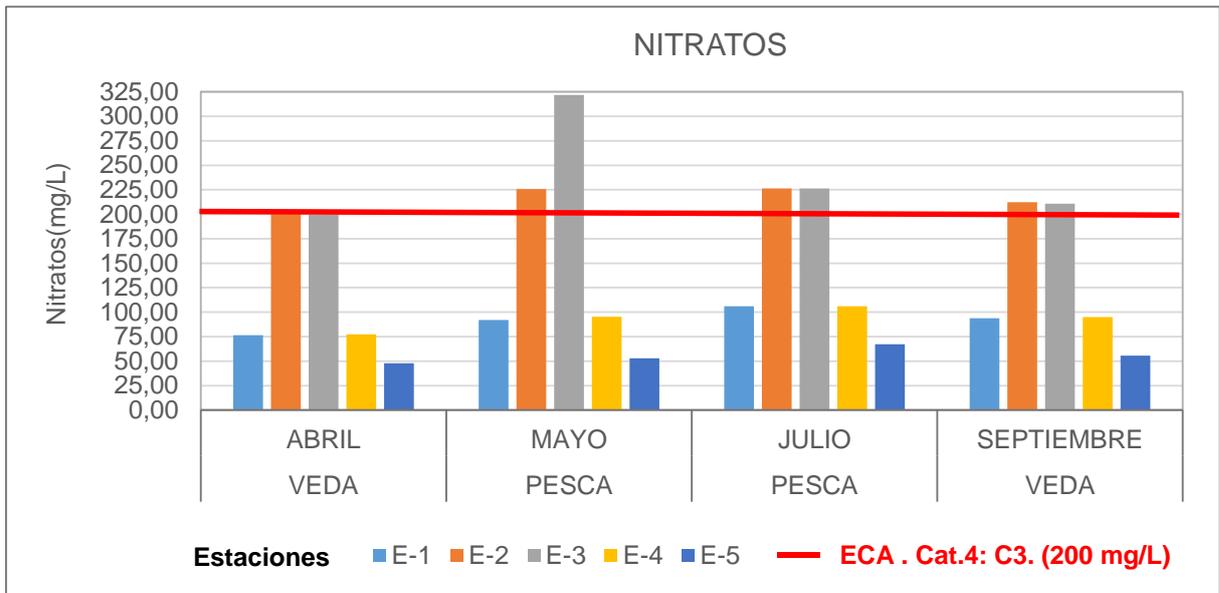


Gráfico 10. Nitratos (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

4.2.5. 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)

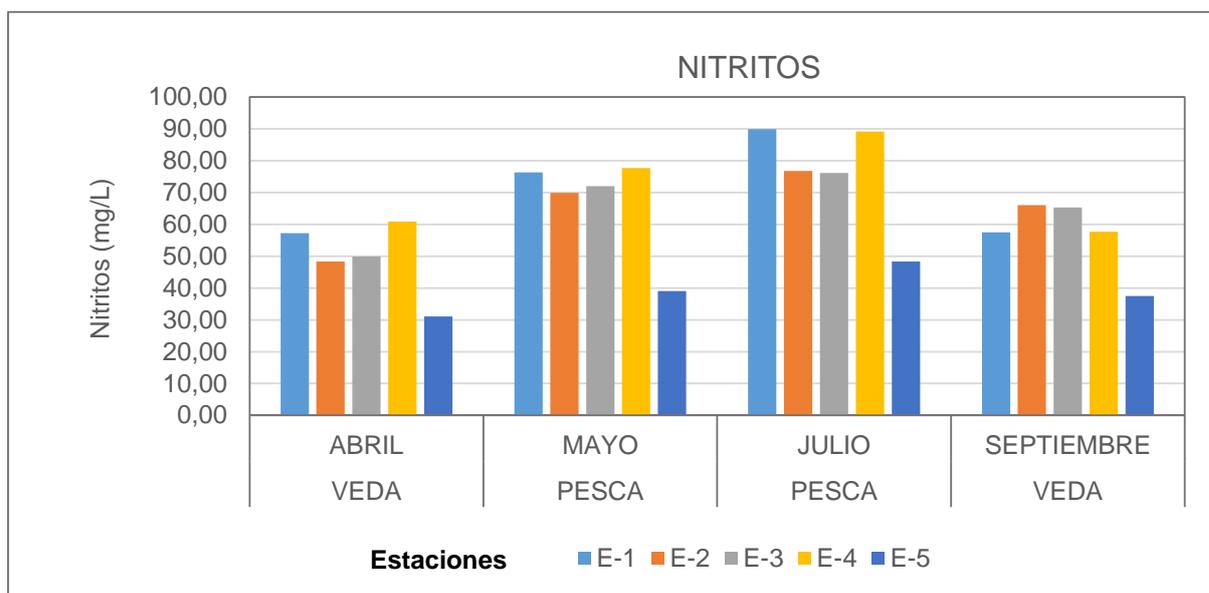


Gráfico 11. Nitritos (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

4.2.6. 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 (Anexo 15)

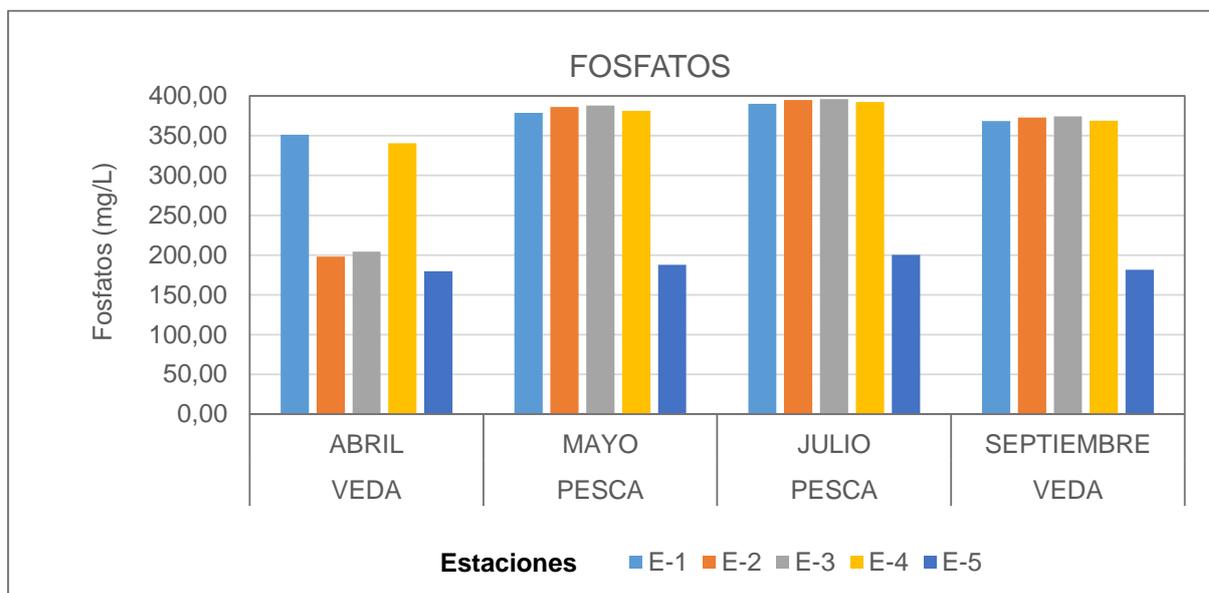


Gráfico 12. Fosfatos (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

“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 sobresatura y no permite equilibrar las variables ambientales.

4.2.7. 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 espinelera 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).

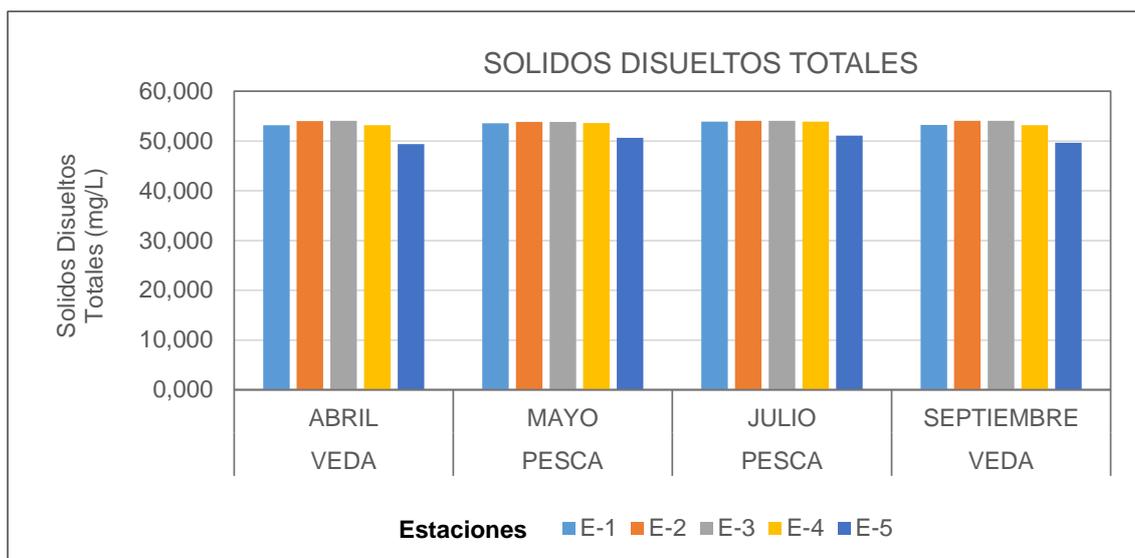


Gráfico 13. Sólidos Disueltos Totales (mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

4.3. Dimensión Biológica de la calidad del agua de mar

4.3.1. 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).

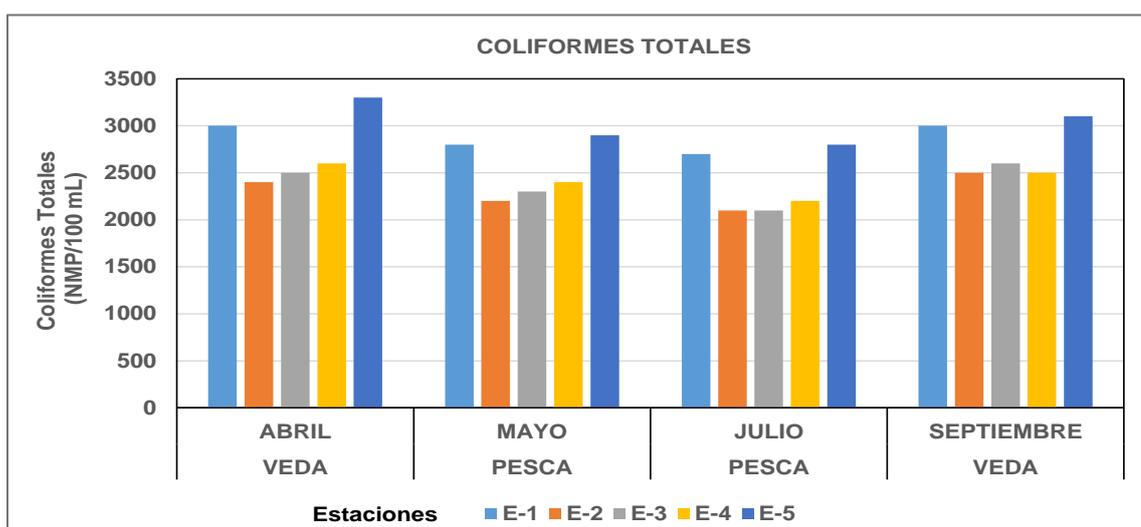


Gráfico 14. Coliformes Totales (NMP/100mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

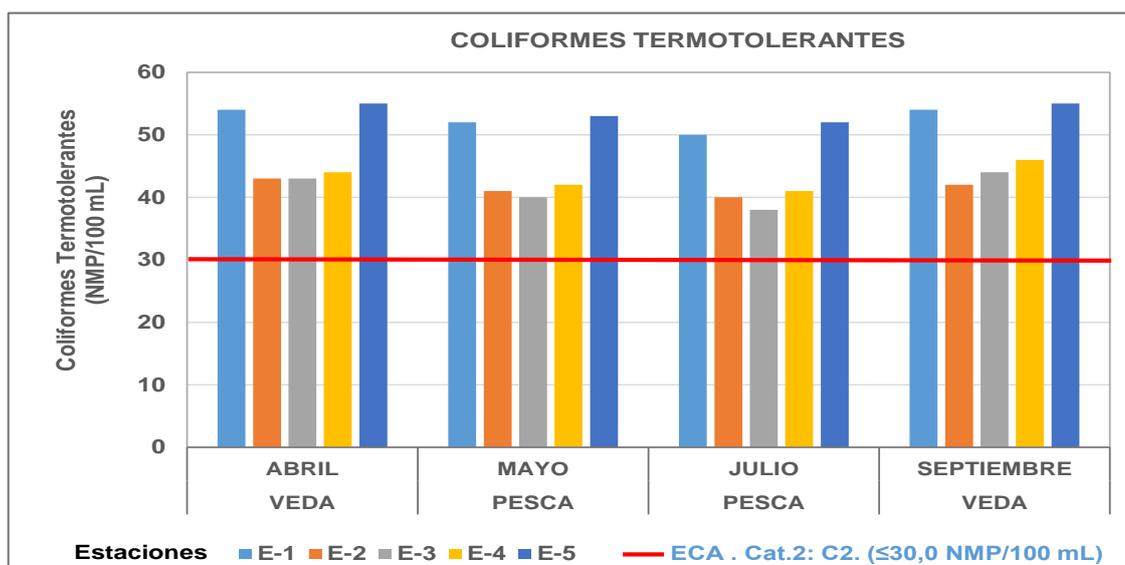


Gráfico 15. Coliformes Termotolerantes (NMP/100mg/L) por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

Los datos de los parámetros de la calidad del agua de mar en el área circundante del DPA Chimbote según temporadas, analizados por medios estadísticos se consideró lo referido por Gozzer, W (2018), en la cual se categorizó las diferencias de medias en diferencia altas, bajas, nulas y negativas.

Asimismo, se consideró en el análisis estadístico el coeficiente de variación según Ronald (2007), en la cual menciona que un coeficiente de variación superior a 25 % indica un alto grado de dispersión y por lo tanto poca representatividad de la media aritmética. Al comparar los parámetros físico-químicos se evidencia que los valores de oxígeno disuelto, nitratos, nitritos y fosfatos están por encima del 25% mientras que los valores de temperatura, transparencia, DBO₅, pH, SDT, salinidad y los coliformes totales y coliformes termotolerantes, son más uniforme al presentar menor coeficiente de variación del 25% (Anexo 03).

Para los parámetros de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nitratos, nitritos y SDT se obtuvo un valor de $p < 0,05$ que se interpretan que existen diferencia estadísticamente significativa entre las medias de temporada de pesca y temporada de veda. Respecto a los parámetros de Transparencia, DBO₅, pH, Fosfatos, Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes se

obtuvo un valor de $p > 0,05$ que expresa que no existen diferencia estadísticamente significativa entre la temporada de pesca y veda (Anexo 4).

4.4. RELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE MAR CON LA CONTAMINACIÓN EN EL BENTOS MARINO

4.4.1. 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).

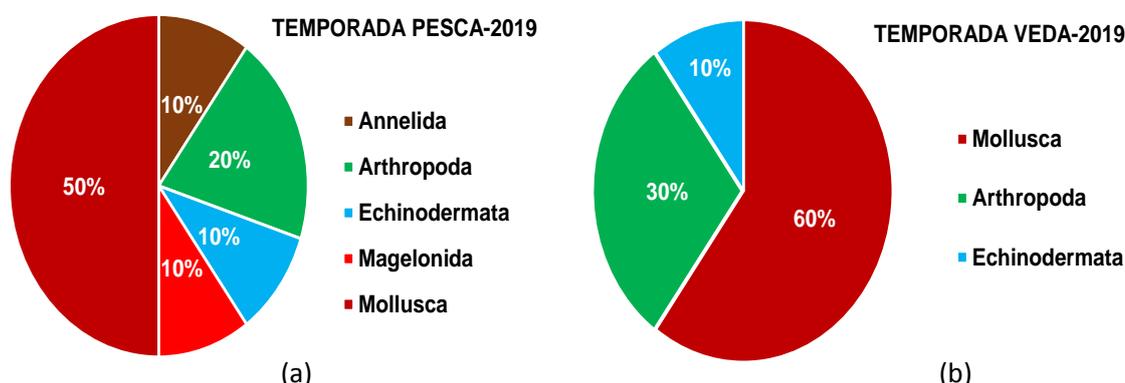


Gráfico 16. Composición de bentos submareal por phylum en a) temporada de pesca 2019 y b) temporada de veda 2019.

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: *Paguros sp.*, y *Anachis nigricans*, los cuales son

indicadores biológicos de contaminación, como se observa en el gráfico 17 b.

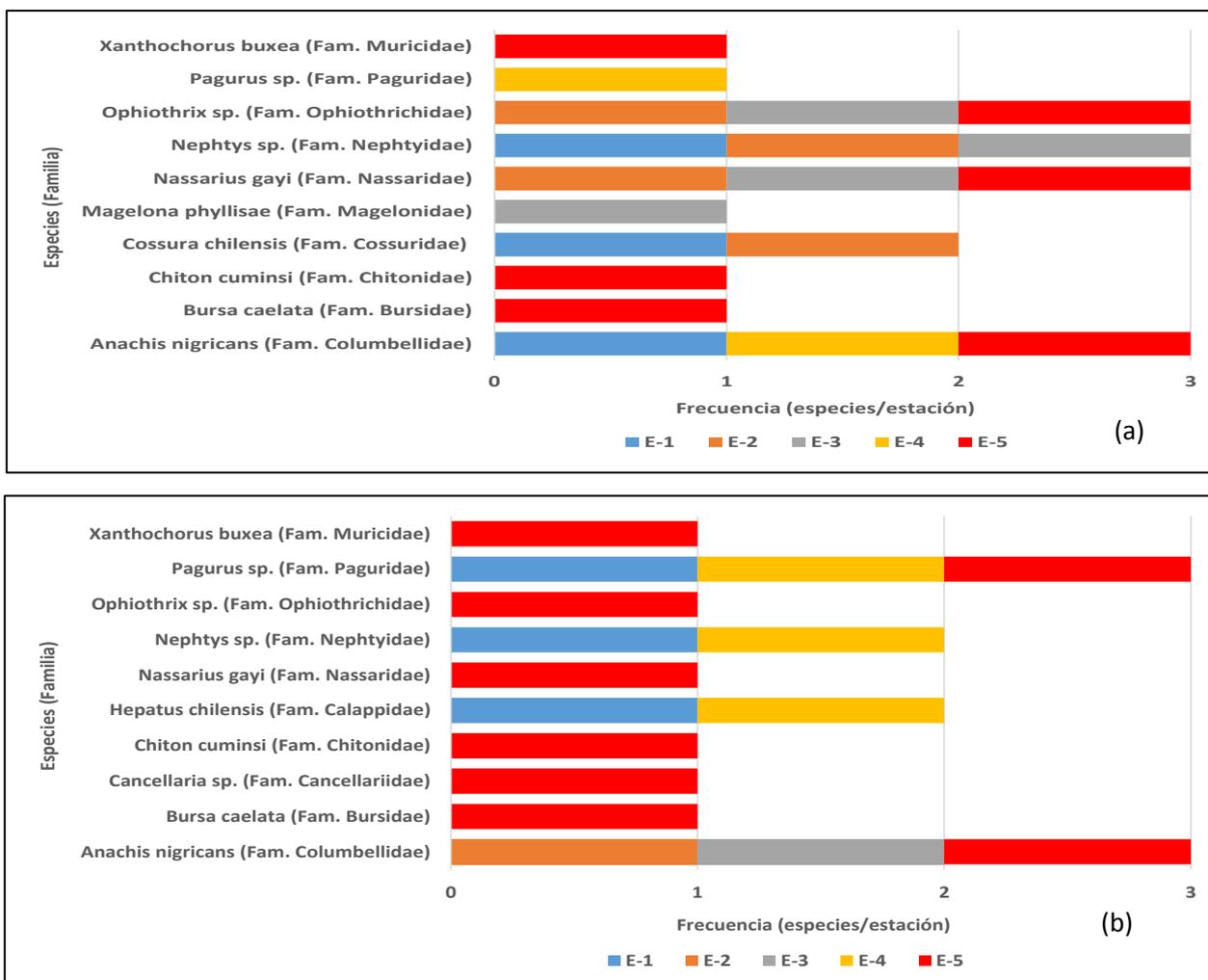


Gráfico 17. Composición de bentos submareal por especies-familia más abundante registrado por estación de muestreo en: a) Temporada de pesca 2019 y b) Temporada de veda 2019.

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

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.

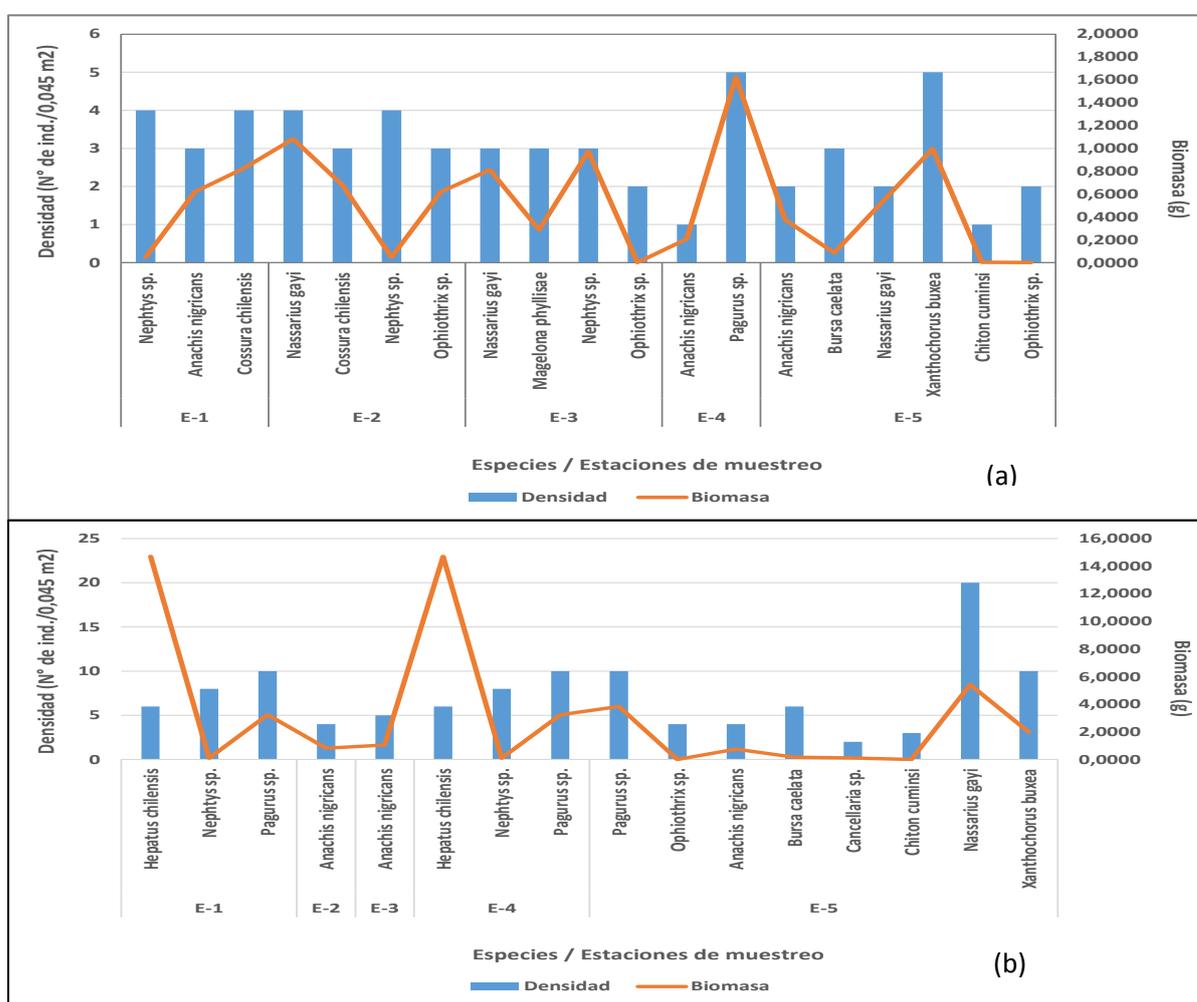


Gráfico 18. Densidad y Biomasa de bentos por especie y estación registrada en el área circundante del DPA Chimbote: a) Temporada de pesca 2019 y b) Temporada de veda 2019.

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')
- ❖ 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).
- ❖ Índice de Dominancia de Simpson
- ❖ 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

Elaboración: Propia

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.

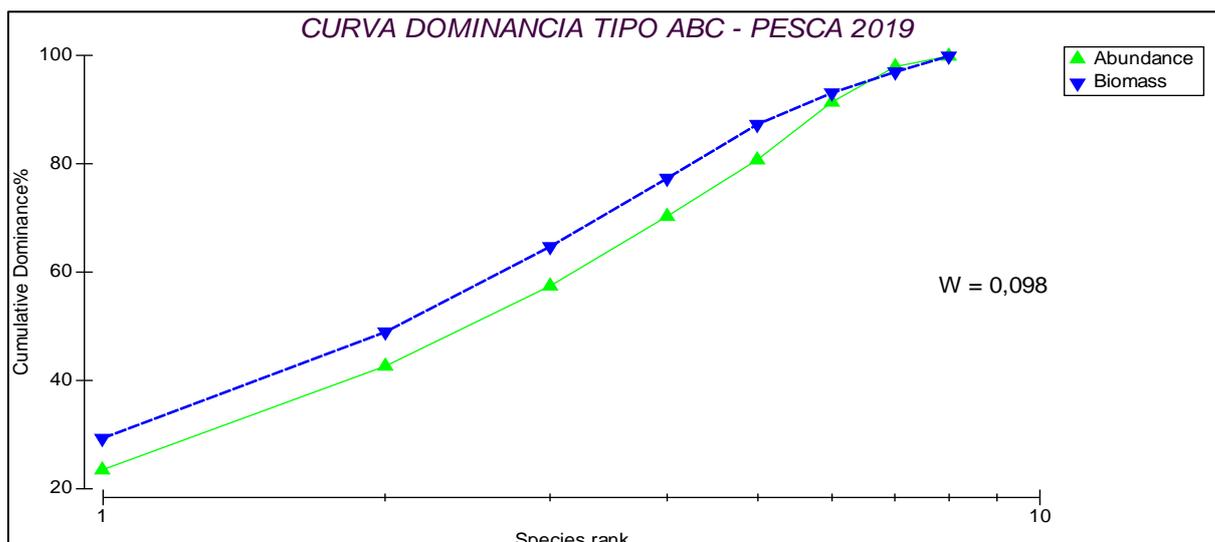


Gráfico 19. Curva ABC para bentos submareal en el área circundante del DPA Chimbote en temporada de pesca 2019.

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).

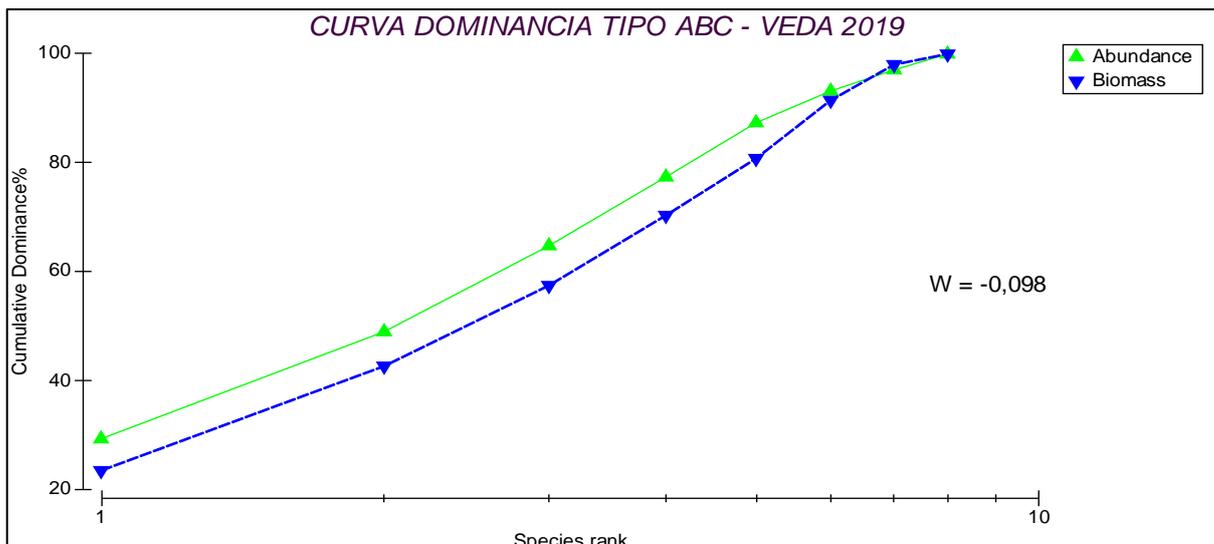


Gráfico 20. Curva ABC para bentos submareal en el área circundante del DPA Chimbote en temporada de veda 2019

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.

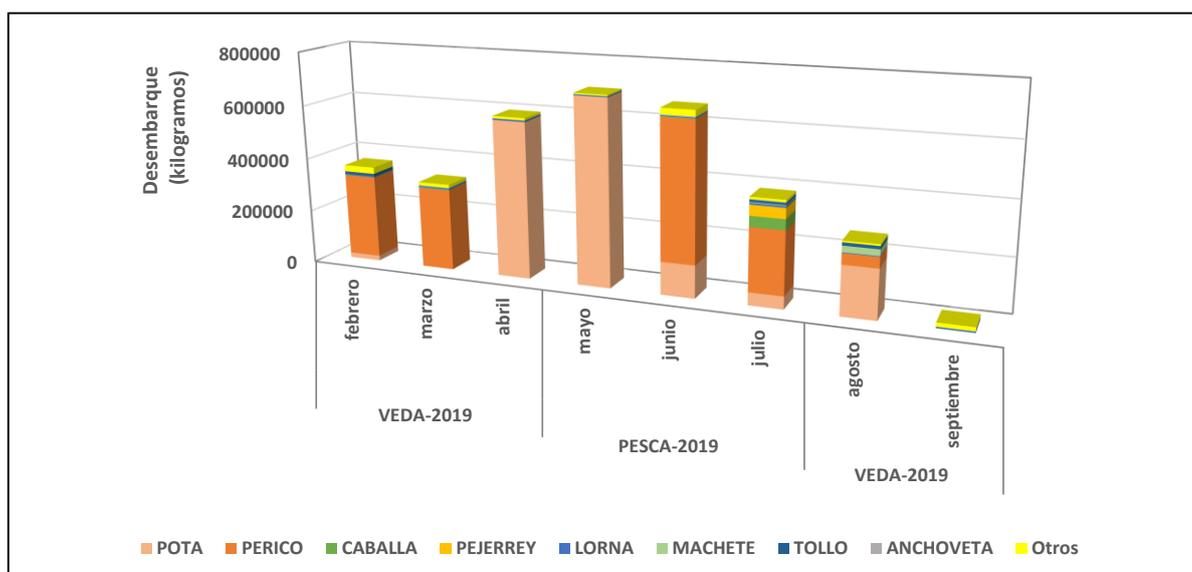
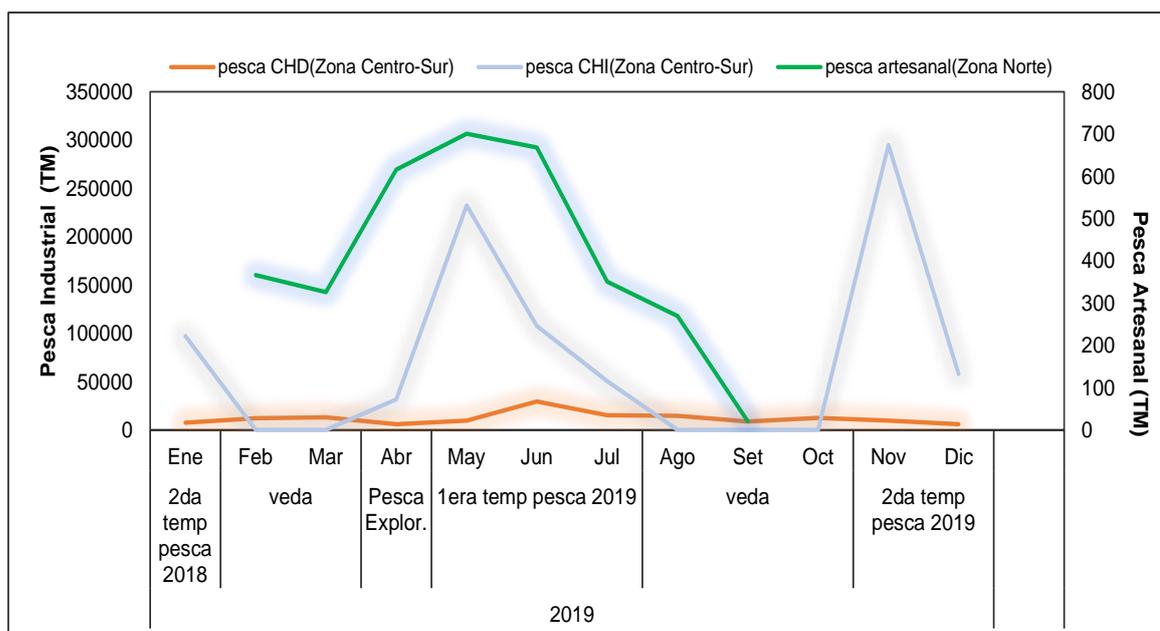


Gráfico 21. Descarga de los principales recursos hidrobiológicos por meses en el DPA-Chimbote. 2019

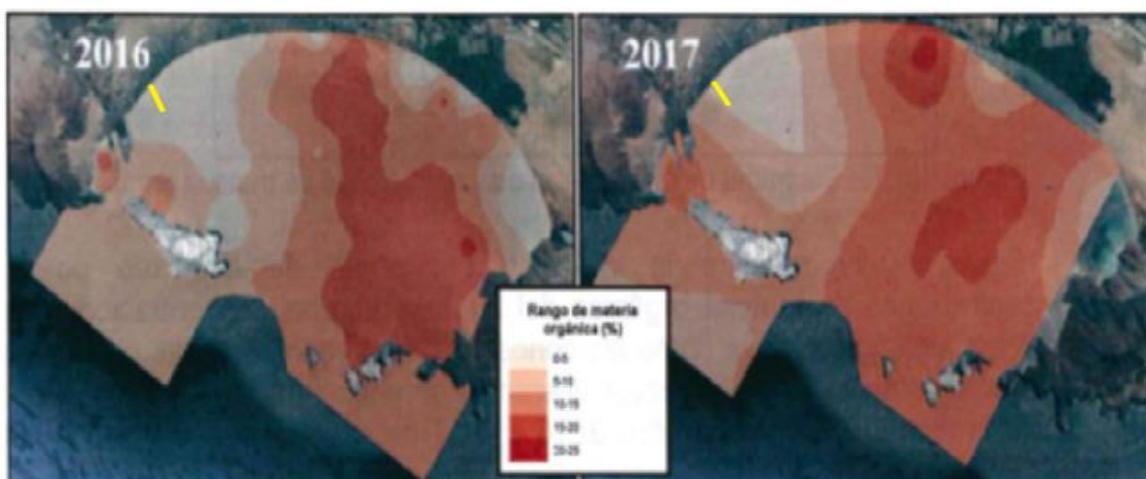
El desenvolvimiento de la pesca industrial (CHI, CHD) sus descargas de recursos hidrobiológicos tanto en chatas y muelles, producto de las embarcaciones pesqueras sus emisiones de efluentes son vertidos en la zona centro y sur de la bahía; en cambio, la contaminación dada en la zona norte es producto 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.



Fuente: OEFA-MINAM

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 tecnopor, botellas de aguas, peines, envases de tecnopor 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).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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 BIBLIOGRAFICAS

- 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 of the Coliform Group. Estándar Total Coliform Fermentation Techniques. 9221B, 21 st Ed. pp. 9-52.
- APHA – AWWA-WEF. (2005). Múltiple Tube Fermentation Technique for Members of the 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 0-2017-0EFA/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_condiciones_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. ReBlol, 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.

ANEXOS

Anexo 1. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. D.S N° 004-2017-MINAM.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero. Escala PtCo	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	µS/cm	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo Total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH ₃)	mg/L	-1	-1	-1	-2	-2
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	>= 5	>= 5	>= 5	>= 4	>= 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 a 8,5	6,8 a 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<= 25	<= 100	<= 400	<= 100	<= 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,54	0,54	0,54	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1,0	1,0	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081

.....Continúa Cuadro 01.

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilo Policlorado (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordeno	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDO y 4,4-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfan	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000
<p>(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).</p> <p>(b) Después de la filtración simple.</p> <p>(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO_3^- -N), por el factor 4,43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).</p> <p>Δ 3: Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.</p> <p>Nota 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría. - Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario. <p>(1) Aplicar la Tabla N°1 sobre el estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH_3) que se encuentra descrita en la</p> <p>(2) Aplicar la Tabla N°2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3).</p>						

Fuente: Ministerio del Ambiente MINAM, D.S N° 004-2017

Anexo 2. Resumen de Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la calidad de agua de mar circundante al DPA-CHIMBOTE de los meses abril, mayo, julio y septiembre del 2019.

DIMENSION	INDICADOR	UNIDAD	TEMPORADA	MES	ESTACIONES					Decreto Supremo N°004-2017
					E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	
FISICO	Temperatura	(°C)	veda	abril	19,5	19,3	18,8	19,3	18,6	Δ2
		(°C)	pesca	mayo	18,4	18,2	18,2	18,6	17,9	
		(°C)	veda	julio	17,7	17,6	17,7	17,7	17,3	
		(°C)	veda	septiembre	18,8	18,7	18,7	18,9	18,5	
	Transparencia	(m)	veda	abril	1,4	1,6	1,7	1,4	2,0	*
		(m)	pesca	mayo	1,2	1,5	1,6	1,3	1,8	
		(m)	veda	julio	1,0	1,3	1,4	1,1	1,6	
		(m)	veda	septiembre	1,3	1,4	1,5	1,4	1,8	
	Salinidad	ups	veda	abril	34,858	34,837	34,841	34,850	34,436	*
		ups	pesca	mayo	34,711	34,867	34,869	34,941	34,599	
		ups	veda	julio	34,850	34,810	34,952	34,743	34,652	
		ups	veda	septiembre	34,853	34,830	34,829	34,851	34,431	
QUIMICO	Oxigeno disuelto	mg/L	veda	abril	2,09	2,36	2,12	1,98	3,37	≥4
		mg/L	pesca	mayo	2,54	1,87	1,86	1,91	3,11	
		mg/L	veda	julio	1,85	1,82	1,82	1,86	3,05	
		mg/L	veda	septiembre	1,94	1,94	1,97	1,95	3,15	
	DBO ₅	mg/L	veda	abril	3,45	3,02	3,83	3,73	2,80	10
		mg/L	pesca	mayo	3,74	3,12	3,20	3,81	2,88	
		mg/L	veda	julio	3,81	3,78	3,80	3,84	2,96	
		mg/L	veda	septiembre	3,60	3,55	3,58	3,62	2,87	
	pH		veda	abril	8,28	8,26	8,36	8,29	8,37	6,8 - 8,5
			pesca	mayo	8,28	8,37	8,37	8,22	8,34	
			veda	julio	8,16	8,16	8,15	8,17	8,24	
			veda	septiembre	8,24	8,39	8,40	8,25	8,32	
	Nitratos	mg/L	veda	abril	76,58	202,14	199,35	77,51	47,74	200
		mg/L	pesca	mayo	92,08	225,70	321,81	95,18	53,01	
		mg/L	veda	julio	106,03	226,32	226,32	106,03	67,28	
		mg/L	veda	septiembre	93,94	212,37	210,82	94,87	55,49	
	Nitritos	mg/L	veda	abril	57,28	48,31	49,92	60,96	31,05	*
		mg/L	pesca	mayo	76,37	69,93	72,00	77,75	39,10	
		mg/L	veda	julio	89,94	76,83	76,14	89,25	48,31	
		mg/L	veda	septiembre	57,51	66,02	65,33	57,74	37,49	
	Fosfatos	mg/L	veda	abril	351,39	198,02	204,19	340,47	179,50	*
		mg/L	pesca	mayo	378,94	386,06	387,96	381,31	187,57	
		mg/L	veda	julio	390,33	395,08	396,03	392,23	200,39	
		mg/L	veda	septiembre	368,49	372,76	374,19	368,96	181,40	
Solidos Disueltos Totales	mg/L	veda	abril	53,20	54,04	54,07	53,19	49,40	*	
	mg/L	pesca	mayo	51,90	53,83	53,86	53,63	50,67		
	mg/L	veda	julio	53,89	54,06	54,08	53,91	51,12		
	mg/L	veda	septiembre	53,24	54,07	54,06	53,21	49,65		
BIOLÓGICO	Coliformes Totales	NMP/100 mL	veda	abril	3000	2400	2500	2600	3300	*
			pesca	mayo	2800	2200	2300	2400	2900	
			veda	julio	2700	2100	2100	2200	2800	
			veda	septiembre	3000	2500	2600	2500	3100	
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	veda	abril	54	43	43	44	55	≤30
			pesca	mayo	52	41	40	42	53	
			veda	julio	50	40	38	41	52	
			veda	septiembre	54	42	44	46	55	

Fuente: Elaboración Propia/MINAM

ECA: Estándares Nacionales para Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM).

*: No presenta valor de ECA este parámetro para la sub categoría.

#: Valores que están fuera de los límites del ECA Categoría 4, Sub Categoría E3.

Anexo 3. Cuadro comparativo de Temperatura con relación al ECA

MES	ESTACION	T°C (Estacion)	T°C (Promedio mensual Multianual)	Decreto Supremo N°004-2017 MINAM-CAT 4:C3 ECA (Δ 2)
ABRIL	E-1	19,5	21,2	-1,7
	E-2	19,3	21,2	-1,9
	E-3	18,8	21,2	-2,4
	E-4	19,3	21,2	-1,9
	E-5	18,6	21,2	-2,6
MAYO	E-1	18,7	20,4	-1,7
	E-2	18,2	20,4	-2,2
	E-3	18,2	20,4	-2,2
	E-4	18,6	20,4	-1,8
	E-5	17,9	20,4	-2,5
JULIO	E-1	17,7	18,5	-0,8
	E-2	17,6	18,5	-0,9
	E-3	17,7	18,5	-0,8
	E-4	17,7	18,5	-0,8
	E-5	17,3	18,5	-1,2
SEPTIEMBRE	E-1	18,8	18,0	0,8
	E-2	18,7	18,0	0,7
	E-3	18,7	18,0	0,7
	E-4	18,9	18,0	0,9
	E-5	18,5	18,0	0,5

FUENTE: HIDRONAV / PROPIA

#: Valores que están fuera de los límites del ECA Categoría 4, Sub Categoría E3.

Anexo 4. Resultados estadísticos descriptivos de los parámetros físicos, químicos y biológicos de la calidad de agua de mar por temporadas de pesca y veda en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.

Dimensión	Indicador	Temporada	Rango		Media	Mediana	Varianza	Desv estand	CV%
			Mínimo	Máximo					
FISICA	Temperatura (°C)	pesca	16,3	19,9	17,9	17,9	1,71	1,31	7,30
		veda	17,0	21,0	18,9	18,7	1,57	1,25	6,63
	Transparencia(m)	pesca	1,0	1,8	1,4	1,4	0,06	0,25	18,01
		veda	1,3	2,0	1,6	1,5	0,05	0,22	14,35
Salinidad (ups)	pesca	34,510	35,146	34,821	34,781	0,03	0,18	0,52	
	veda	34,343	35,000	34,761	34,709	0,05	0,22	0,63	
QUIMICA	Oxigeno disuelto (mg/L)	pesca	0,10	4,78	2,10	2,49	3,35	1,83	86,97
		veda	0,15	4,93	2,28	2,75	3,45	1,86	81,35
	DBO ₅ (mg/L)	pesca	2,88	3,84	3,49	3,76	0,16	0,40	11,46
		veda	2,8	3,83	3,41	3,57	0,14	0,37	10,83
	pH	pesca	8,00	8,49	8,24	8,31	0,03	0,17	2,01
		veda	8,05	8,61	8,31	8,38	0,03	0,17	2,09
	Nitratos (mg/L)	pesca	0,75	5,70	2,45	1,70	3,31	1,82	74,23
		veda	0,69	5,40	2,05	1,44	2,73	1,65	80,55
	Nitritos (mg/L)	pesca	0,73	2,38	1,56	1,55	0,21	0,45	29,12
		veda	0,58	1,95	1,16	1,26	0,18	0,42	36,46
Fosfatos (mg/L)	pesca	1,82	5,99	3,68	2,32	3,60	1,90	51,55	
	veda	1,68	5,77	3,10	2,08	3,01	1,74	56,09	
Sólidos Totales Disueltos(mg/L)	pesca	49,67	55,64	53,26	52,49	3,71	1,93	3,61	
	veda	48,02	55,98	52,81	52,15	5,71	2,39	4,53	
BIOLÓGICA	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	pesca	2100,00	2900,00	2450,00	2350,00	100555,60	317,11	12,94
		veda	2400,00	3300,00	2750,00	2600,00	100555,60	317,11	11,53
	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	pesca	38,00	53,00	44,90	41,50	36,32	6,03	13,42
		veda	42,00	55,00	48,00	45,00	32,44	5,70	11,87

Fuente: Propia

Anexo 5. Resultados de Test-Estadístico inferencial de diferencia de medias de los parámetros físicos, químicos y biológicos de la calidad de agua de mar en el área circundante del DPA Chimbote, 2019.

Dimensión	Indicador	Periodo	Media	n	Prueba de Hipótesis ($\alpha=0,05$)	Significancia (Valor p)	Interpretación
FISICA	Temperatura (°C)	pesca	17,9	20	$t_0=-2,346$	$p=0,02$ ($p<0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
		veda	18,9	20			
	Transparencia(m)	pesca	1,38	10	$t_0=-1,612$	$p=0,12$ ($p>0,05$)	Las dos medias son significativamente iguales
veda		1,55	10				
	Salinidad (ups)	pesca	34,821	20	$z=-2,259$	$p=0,02$ ($p<0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
		veda	34,761	20			
QUIMICA	Oxigeno disuelto (mg/L)	pesca	2,10	20	$z=-3,922$	$p=0,00$ ($p<0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
		veda	2,28	20			
	DBO ₅ (mg/L)	pesca	3,49	10	$z=-1,786$	$p=0,07$ ($p>0,05$)	Las dos medias son significativamente iguales
		veda	3,41	10			
	pH	pesca	8,24	20	$t_0=-1,433$	$p=0,16$ ($p>0,05$)	Las dos medias son significativamente iguales
		veda	8,31	20			
	Nitratos (mg/L)	pesca	2,45	20	$z=-3,923$	$p=0,000$ ($p<0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
		veda	2,05	20			
	Nitritos (mg/L)	pesca	1,56	20	$z=-3,923$	$p=0,00$ ($p<0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes
		veda	1,16	20			
Fosfatos (mg/L)	pesca	3,68	20	$t_0=1,019$	$p=0,31$ ($p>0,05$)	Las dos medias son significativamente iguales	
	veda	3,10	20				
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	pesca	53,26	20	$z=-2,838$	$p=0,01$ ($p<0,05$)	Las dos medias son significativamente diferentes	
	veda	52,81	20				
BIOLÓGICA	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	pesca	2450,00	20	$t_0=-2,115$	$p=0,05$ ($p<0,05$)	Las dos medias son significativamente iguales
		veda	2750,00	20			
	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)	pesca	44,90	20	$t_0=-1,182$	$p=0,25$ ($p<0,05$)	Las dos medias son significativamente iguales
		veda	48,00	20			

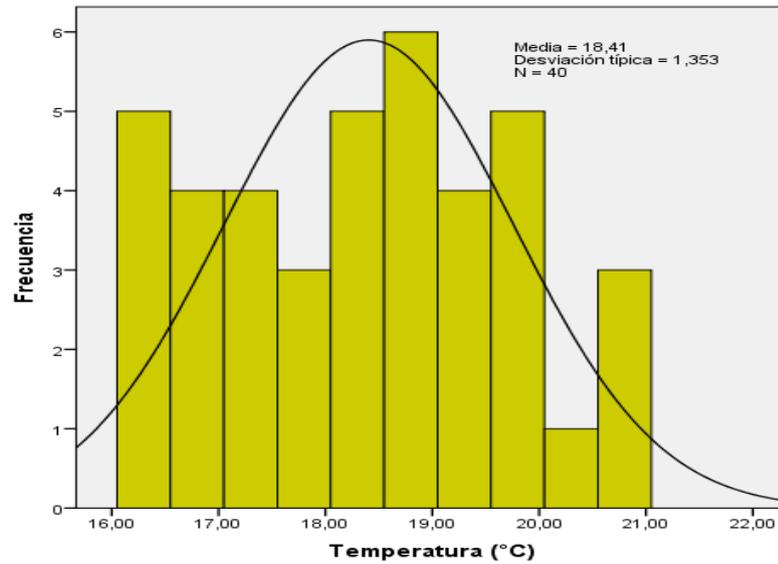
Fuente: Propia

Anexo 6. Desembarque de recursos hidrobiológicos por meses en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote durante el 2019.

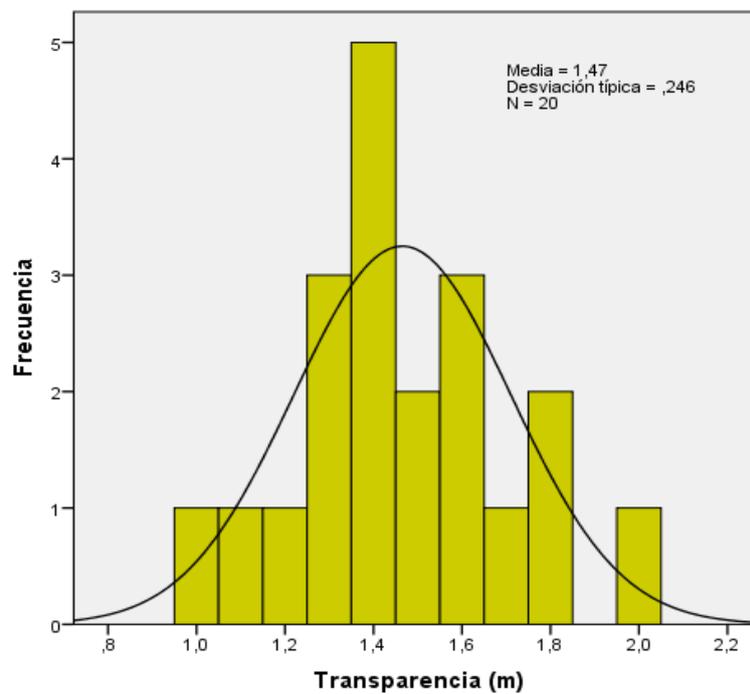
ESPECIES/MESES	Desembarque de Recursos Hidrobiológicos en kilogramos								
	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	TOTAL
POTA	18200		581000	689125	121340	47000	182000		1638665
PERICO	306850	302550			513240	233000	40000		1395640
CABALLA	600	1390	265	225	1205	38910	225	325	43145
PEJERREY	3500	2285	20528	2205	2720	4590	4800	945	41573
LORNA	3530	5845	5165	3325	3745	6367	2637	4445	35059
MACHETE	250	1875	940	1233	1695	2840	22953	700	32486
TOLLO	10075				40	8000	11000		29115
ANCHOVETA		850	470	850	1850	2670	900	800	8390
OTROS	23640	11230	7860	3760	22410	7733	5308	13725	95666
TOTAL	366645	326025	616228	700723	668245	351110	269823	20940	3319739

Fuente: Administración del Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote

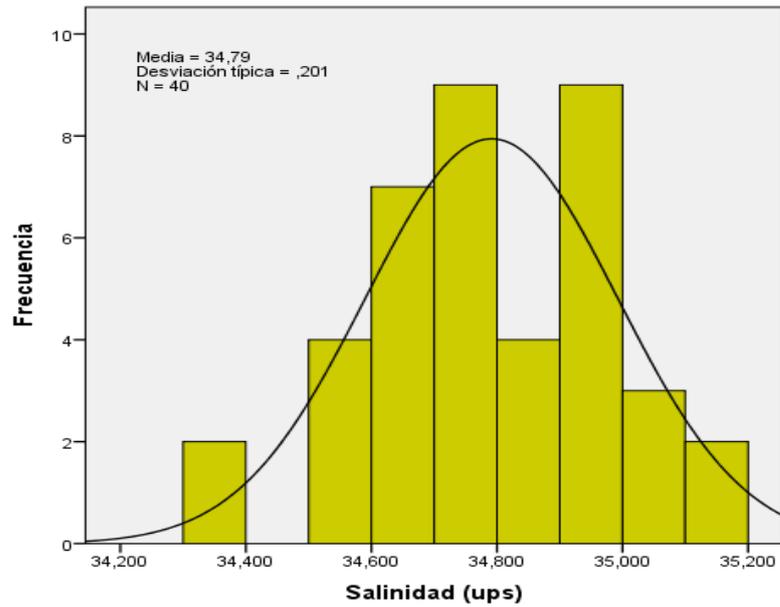
Anexo 7. Resultado estadístico de Temperatura (°C) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.



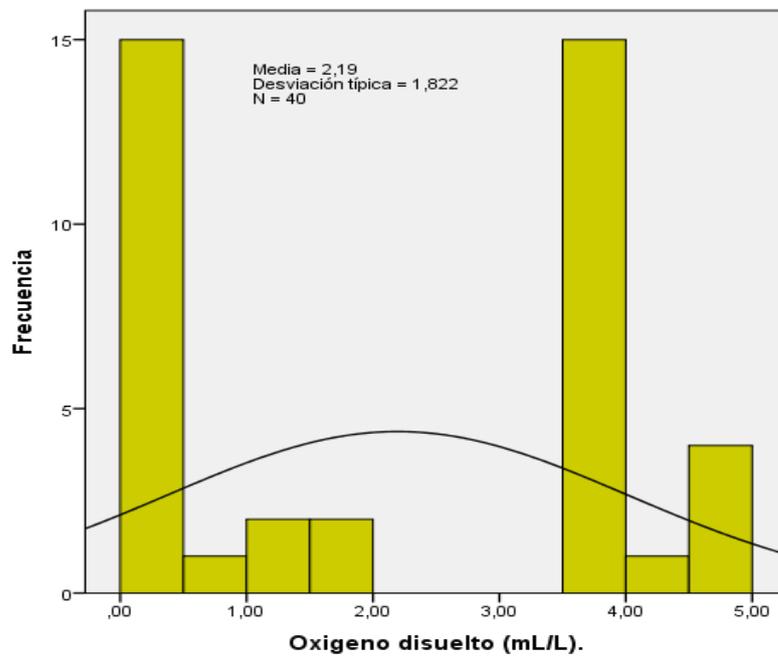
Anexo 8. Resultado estadístico de Transparencia (m) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.



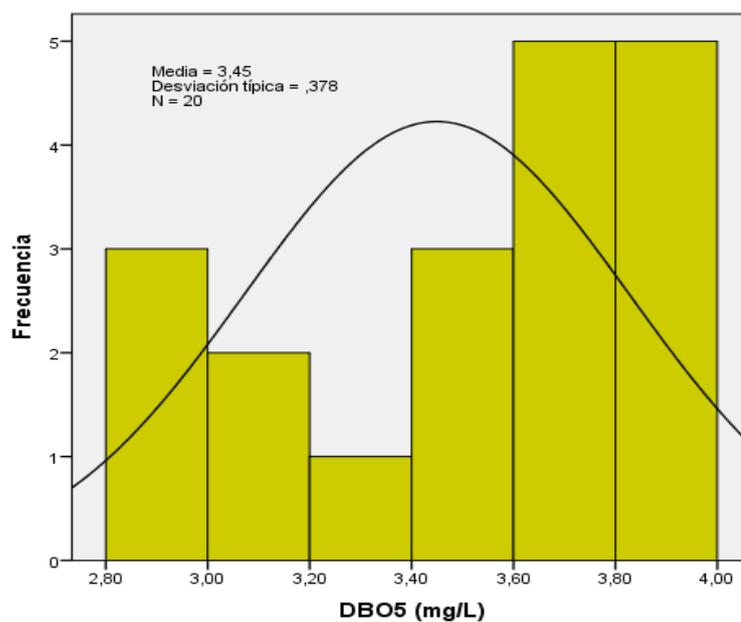
Anexo 9. Resultado estadístico de Salinidad (ups) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.



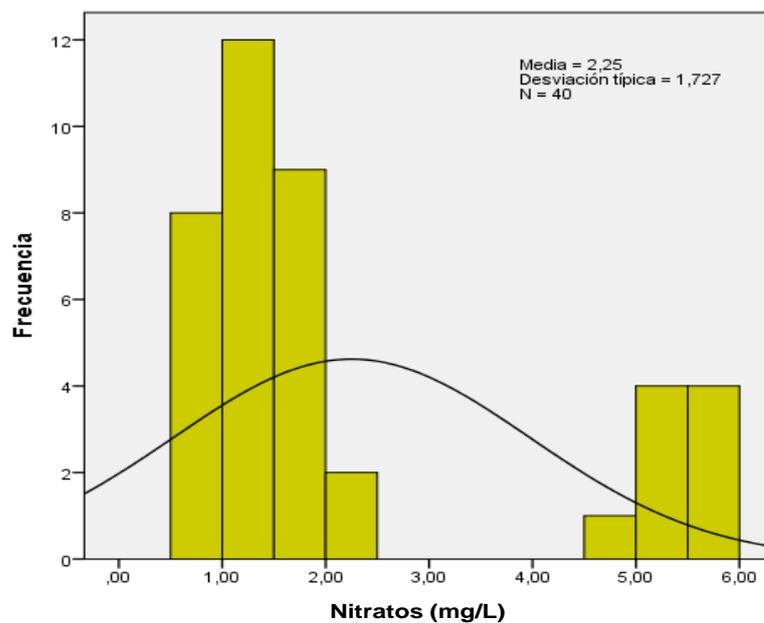
Anexo 10. Resultado estadístico de Oxígeno disuelto (OD) mg/L, en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.



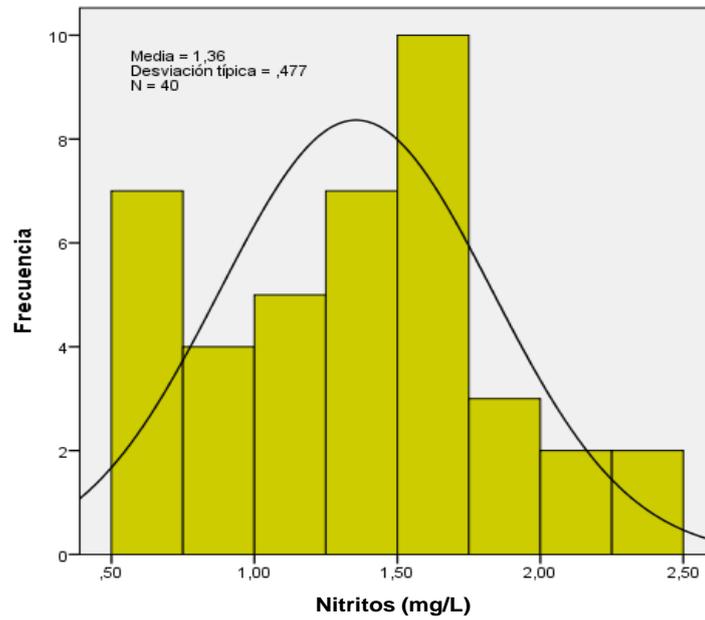
Anexo 11. Resultado estadístico de DBO₅ (mg/L) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.



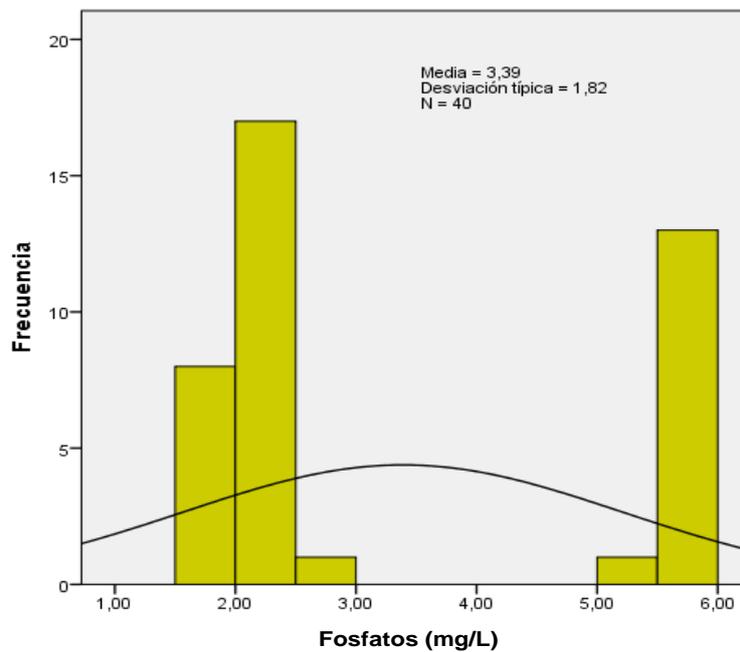
Anexo 12. Resultado estadístico de Nitratos (mg/L) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.



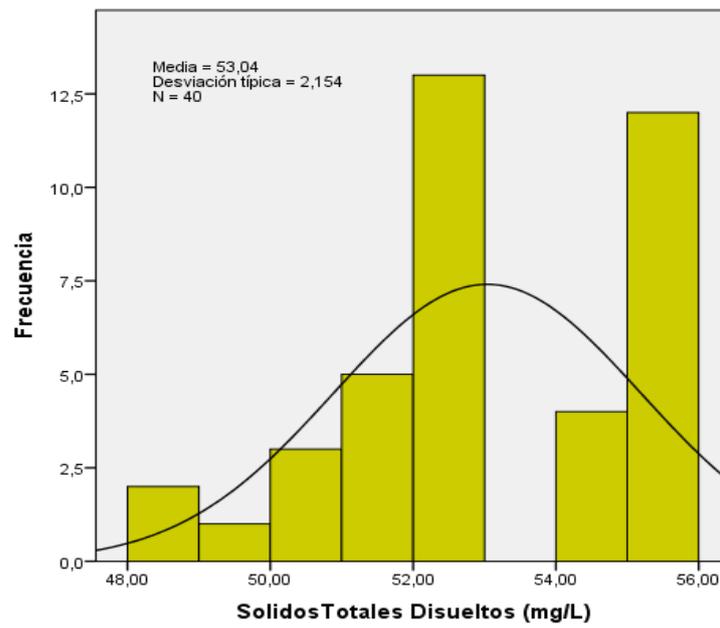
Anexo 13. Resultado estadístico de Nitritos (mg/L) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.



Anexo 14. Resultado estadístico de Fosfatos (mg/L) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.



Anexo 15. Resultado estadístico de Sólidos Disueltos Totales-SDT (mg/L) en el área circundante del DPA-Chimbote durante el 2019.



ANEXO FOTOS

Fotos relacionadas a las operaciones en el Desembarcadero Pesquero Artesanal



Foto 01: Descarga y manipuleo de recurso hidrobiológico en la plataforma del DPA-Chimbote.



Foto 02: Achique de Embarcaciones pesqueras artesanales acoderadas al DPA-Chimbote.



Foto 03: Achique de Cámaras Isotérmicas en la plataforma del DPA-Chimbote.

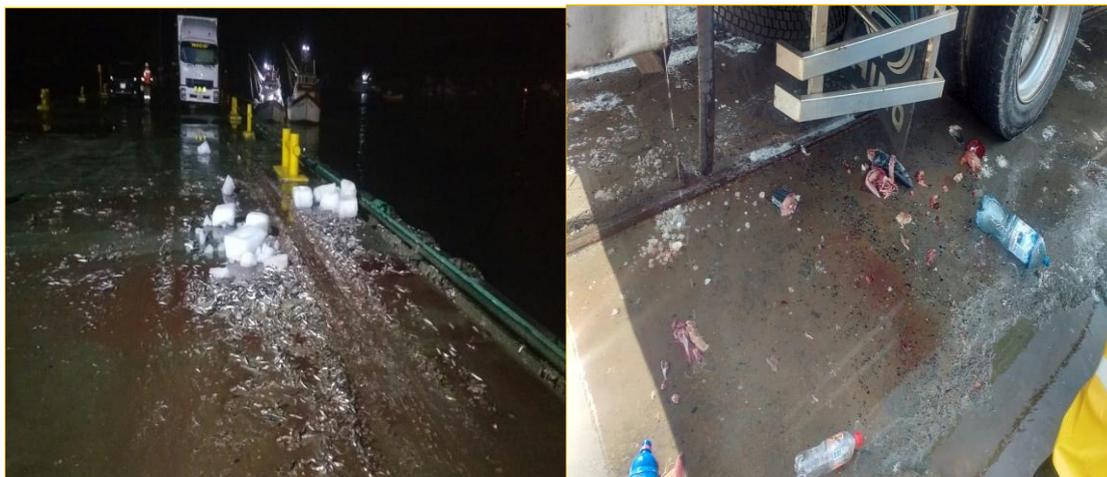


Foto 04: Restos de residuos orgánicos y botellas plásticas en la plataforma del DPA-Chimbote.



Foto 05: Limpieza en el centro de abastos de comercialización de pescados y mariscos en el DPA-Chimbote.

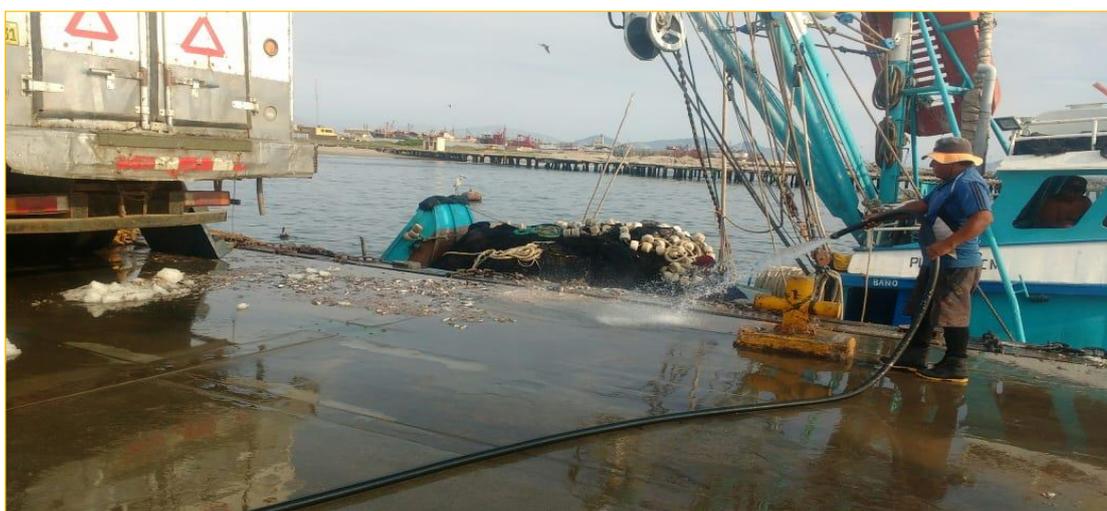


Foto 06: Limpieza en la plataforma del DPA-Chimbote.



Foto 07: Residuos sólidos a nivel intermareal en el área circundante al Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote.



Foto 08: Residuos sólidos en la orilla del mar (Frente a la Caleta).



Foto 09: Residuos sólidos en la playa Frente a la Caleta.



Foto 10: Bomba de emisario submarino completamente obsoleto en el DPA.



Foto 11. Poza de recepción de residuos de pescados y mariscos proveniente del mercado del DPA-Chimbote.



Foto 12: Manguera que se encuentra conectada a la poza de recepción de residuos de pescado del DPA-Chimbote.



Foto 13: Sala de bombeo de residuos de pescado del DPA Chimbote.



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo,
MARCO ANTONIO APAÉSTEGUI SALAZAR

Facultad:	Ciencias	X	Educación		Ingeniería	
Escuela Profesional:						
Departamento Académico:						
Escuela de Posgrado	Maestría	X	Doctorado			

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el trabajo de investigación intitulado:

CALIDAD DEL AGUA DE MAR EN EL ÁREA CIRCUNDANTE AL DESEMBARCADERO PESQUERO
ARTESANAL DE CHIMBOTE EN EL 2019

presentado en 97..... folios, para la obtención del Grado académico: (X)

Título profesional: () Investigación anual: ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote,

Firma:

Nombres y Apellidos: MARCO ANTONIO APAÉSTEGUI SALAZAR

DNI: 18133195