



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LA CALIDAD DE AGUAS, MEDIANTE UN MODELO  
BIDIMENSIONAL, EN LA BAHÍA DE CARQUÍN, PROVINCIA DE HUAURA-REGIÓN  
LIMA 2017**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**CARLOS ALFONSO MALDONADO VÁSQUEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

**LIMA-PERÚ**

**2019**

### **DEDICATORIA**

A mi creador, que me dio la fortaleza para continuar, cuando me sentía desfallecido y a punto de caer; por todo ello y con toda la humildad, que mi alma puede emanar, dedico mi trabajo a Dios.

Así mismo, dedico esta tesis a mis padres, que supieron formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, los cuales fueron herramientas, que me permitieron siempre salir adelante, en los momentos más álgidos, a Pedro, Elena Cleoffe, mis hermanos, todos ellos en la gracia de Dios y siempre atentos y guiándome, a mis queridas hermanas Nelly, Juanita, Teresa, Ana y Enith, que siempre están a mi lado.

A mis hijos, Charito, Josué y mi Walter, alicientes para nunca dejarme caer, y seguir siempre adelante, a mi esposa Cecilia, que me apoyo, incondicionalmente, mi fiel compañera y ejemplar profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas del Laboratorio de Huacho, Instituto del Mar del Perú, Francisco Ganoza, Jefe del Laboratorio Costero de Huacho-IMARPE, Rafael Gonzales, Gilberto Silva, Adrián Ramírez, Hely García, María Hurtado y Nelly Blas por bríndame su amistad y apoyo durante mi permanencia en el Laboratorio. A los integrantes del Laboratorio de Microbiología Acuática-IMARPE, en la sede central, a la Jefa, Blga, Rita Orozco, y a los integrantes del Laboratorio de contaminación química, del IMARPE, a su Jefe Ing. Manuel Guzmán.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Glosario de abreviaturas	x
Índice de tablas	xii
Índice de figuras	xiii
Resumen	xv
Abstract	xvi
Introducción	xvii
<b>Capítulo I Planteamiento del problema</b>	<b>pág. 1</b>
1.1 Caracterización de la problemática	pág. 2
1.2 Delimitación de la Investigación	pág. 5
1.2.1 Delimitación espacial	pág. 5
1.2.2 Delimitación temporal	pág. 8
1.2.3 Delimitación teórica	pág. 9
1.3 Formulación del problema	pág. 9
1.3.1 Problema principal	pág. 9
1.3.2 Problema secundario	pág. 9

1.4 Objetivos de la investigación	pág. 10
1.4.1 Objetivo General	pág. 10
1.4.2 Objetivo Especifico	pág. 10
1.5 Hipótesis	pág. 10
1.5.1 Hipótesis General	pág. 10
1.5.2 Hipótesis Especifica	pág. 10
1.6 Justificación e importancia de la investigación	pág. 11
1.7 Limitaciones de la investigación	pág. 14
<b>Capítulo II</b> Fundamentos teóricos	pág. 16
2.1 Antecedentes de la investigación	pág. 17
2.1.1 Internacionales	pág. 17
2.1.2 Nacionales	pág. 17
2.1.3 Locales	pág. 19
2.2 Definición de términos básicos	pág. 20
2.2.1 Conceptos	pág. 22
2.3 Bases teóricas y científicas	pág. 23
<b>Capítulo III</b> Planteamiento metodológico	
3.1 Método	pág. 24
3.2 Tipo de investigación	pág. 25
3.3 Diseño de Investigación	pág. 25
3.4 Procesamiento y Análisis de datos	pág. 30
3.5 Universo	pág. 32

3.6 Técnicas e instrumentos de acopio de información	pág. 32
3.6.1 Técnicas	pág. 32
3.6.2 Instrumentos	pág. 33
3.7.0 Procesamiento y Análisis de la Información	pág. 33
3.8 Resultados	pág. 33
3.8.1 Parámetros Físicos	pág. 34
3.8.1.1 Temperatura del mar	pág. 34
3.8.2 Parámetros químicos y Bioquímicos	pág. 34
3.8.2.1 Oxígeno disuelto	pág. 35
3.8.2.2 Fosfatos	pág. 35
3.8.2.3 Nitratos	pág. 35
3.8.2.4 Salinidad	pág. 35
3.8.2.5 Sólidos Suspendidos Totales	pág. 36
3.8.2.6 Coliformes totales y termotolerantes	pág. 36
3.8.2.7 Demanda Bioquímica de Oxígeno	pág. 36
3.8.2.8 Material Orgánico Extractable en Hexano (Grasas)	pág. 37
3.8.2.9 Sulfuros	pág. 37
3.8.2.10 Potencial de iones hidrógeno (pH)	pág. 37
3.8.3 Aspectos Geo-atmosféricos de la Bahía Carquín	pág. 38
3.8.3.1 Batimetría en la bahía Carquín	pág. 38
3.8.3.2 Régimen de Corrientes	pág. 38

3.8.3.3 Régimen de Vientos	pág. 39
<b>Capítulo IV</b> Organización, Presentación, Análisis de resultados	pág. 40
4.1 Asignación de recursos	pág. 41
4.2 Presupuesto	pág. 41
4.3 Cronograma	pág. 43
4.4 Análisis de los Resultados	pág. 43
Discusión	pág. 45
Conclusiones	pág. 48
Recomendaciones	pág. 48
Bibliografía	pág. 49

## ANEXOS

### Anexo 1

Matriz de consistencia pág. 52

### Anexo 2

Metodologías analíticas pág. 53

A. Determinación de oxígeno disuelto pág. 53

B. Determinación de sulfuros pág. 55

C. Determinación de sólidos suspendidos totales pág. 60

D. Determinación de aceites y grasas pág. 62

E. Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno pág. 65

F. Determinación de Nitratos pág. 69

G. Determinación de fosfatos pág. 72

Formatos Analíticos para la determinación de parámetros pág. 76

Formato para el análisis de oxígeno disuelto pág. 77

Formato para el análisis de la DBO<sub>5</sub> pág. 76

Formato para el análisis de nutrientes pág. 78



## FOTOS

- Foto N°01.- Botella Niskin, para la recolección de las muestras de fondo  
- Caleta Carquín Dic-2017 pág. 92
- Foto N°2.- Análisis de Aceites y Grasas- Caleta Carquín Dic-2017. pág. 92
- Foto N°3.- Preservación de muestras para oxígeno disuelto- Caleta  
Carquín Dic-2017. pág. 93
- Foto N°4.- Lanzamiento de botella Niskin-muestras de fondo-  
Caleta Carquín Dic-2017. pág. 93
- Foto N°5.- Lado Sur-Oeste del área evaluada- Caleta Carquín Dic-2017. pág. 94

**GLOSARIO DE ABREVIATURAS**

AG	Aceites y Grasas
ANA	Autoridad Nacional del Agua
°C	Grados centígrados
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DS	Decreto Supremo
ECA	Estándar de Calidad Ambiental
EMAPA	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
IMARPE	Instituto del Mar del Perú
I.E.	Institución Educativa
I.E.P.	Institución Educativa Particular
INDECOPI	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
Kg	Kilogramos
LMP	Límite Máximo Permisible
MINAM	Ministerio del Ambiente
mn	Millas náuticas
mg. L <sup>-1</sup>	Miligramo por litro

MINEDU	Ministerio de Educación
NMP	Número Más Probable
OD	Oxígeno Disuelto
ODS	Oxígeno Disuelto en Superficie
ODF	Oxígeno Disuelto en Fondo
PAMA	Programa de Adecuación y Manejo Ambiental
pH	Potencial de iones hidrógeno
PRODUCE	Ministerio de la Producción
PO <sub>4</sub>	Fosfatos
RM	Resolución Ministerial
SST	Sólidos Suspendidos Totales
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
µg. at. L <sup>-1</sup>	Microgramo átomo por litro
ups	Unidades Practicas de Salinidad
ZMC	Zona Marino Costera
ZMO	Zona Mínima de Oxígeno

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1.- Datos Oceanográficos, Caleta Carquín-diciembre 2017	pág. 79
Tabla N°2.- Desembarque Artesanal en la Caleta Carquín - diciembre 2017.	pág. 79
Tabla .3.- Zonas de pesca, Pescadores Caleta Carquín- diciembre 2017	pág. 80
Tabla .4.- Comparación entre los promedios obtenidos Dic 2017 y decreto supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 1-B.	pág. 81
Tabla .5.- Comparación entre los promedios obtenidos Dic 2017 y Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4.	pág. 81
Tabla 6.- Volumen de Solución necesario para preparar la mezcla de reactivos (25 muestras).	pág.82
Tabla 07 – Parámetros dimensionales por estratos de profundidad dic. 2017 - Bahía de Carquín.	Pág. 82
Tabla 8.- Comparativo de los valores obtenidos en el análisis, entre las variables Oxígeno disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno-Caleta Carquín dic-2017.	Pág. 82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1.- Intervención del proyecto-Bahía de Carquín	pág. 83
Figura N°2.- Zonificación de la zona de intervención (Caleta de Carquín)	pág. 83
Figura N°3.- Diseño experimental de investigación para el muestreo	pág. 84
Figura N°4.- Área total de muestreo en la bahía de Carquín.	pág. 84
Figura 5a.- Temperatura Superficial del mar	pág. 85
Figura 5b.- Temperatura del fondo marino.	pág. 85
Figura 6a.- Oxígeno Disuelto en Superficie	pág. 85
Figura 6b.- Oxígeno Disuelto en fondo.	pág. 85
Figura 7a.-Fosfatos en Superficie	pág. 86
Figura 7b.- Fosfatos en fondo.	pág. 86
Figura 8a.- Nitratos en superficie	pág. 86
Figura 8b.- Nitratos en fondo.	pág. 86
Figura 9a.- Salinidad en superficie	pág. 87
Figura 9b.- Salinidad en fondo.	pág. 87
Figura 10a.- Sólidos Suspendidos Totales en superficie	pág. 87
Figura 10b.- Sólidos Suspendidos Totales en fondo.	pág. 87
Figura 11a.- Coliformes totales en superficie	pág. 88
Figura 11b.- Termotolerantes en superficie.	pág. 88
Figura 12.- Demanda Bioquímica de Oxígeno en Superficie.	pág. 88

Figura 13.- Material Orgánico Extractable en Hexano en Superficie.	pág. 89
Figura 14.- Sulfuros en fondo.	pág. 89
Figura 15a.- pH en la superficie.	pág. 90
Figura 15b.- pH en el fondo.	pág. 90
Figura 16.- Reconstrucción tridimensional (3D) del relieve submarino de la Bahía de Carquín, diciembre 2017	pág. 90
Fig.17.- Velocidad de Corrientes (cm/s) a) superficie y b) fondo Estudio de delimitación y caracterización de bancos naturales y pesca artesanal. Caleta Vidal-Punta Carquín. Noviembre del 2009.	pág.91

## Resumen

En el presente trabajo de investigación se ha trabajado con 2 variables, la variable independiente que es el impacto ambiental, con sus 2 dimensiones, que son los efluentes industriales y las aguas residuales domesticas o municipales, y la variable dependiente que es el modelo bidimensional, (gráfico), en la cual se puede observar el comportamiento de los diferentes parámetros de la calidad de aguas.

La zona de intervención es la bahía de Carquín, ubicada entre los 11°04´LS y los 11°05´LS, a 3 horas de la ciudad de lima y a 15 minutos de la ciudad de Huacho, allí se ubica una asociación de pescadores (200 pescadores) que se dedican a la pesca artesanal de la lorna y el pejerrey, y en sus aguas se vierten: los efluentes industriales de plantas pesqueras, los efluentes domésticos de los distritos de Santa María, Hualmay, Huacho y Caleta Carquín, en la Provincia de Huaura, la desembocadura del rio Huaura, y a todo esto se suman los escombros que son depositados por la población, en la línea costera, configurando a esta bahía, como un ecosistema frágil.

Los datos obtenidos a partir del análisis de laboratorio, nos han permitido tener una data, la cual fue comparada con los Estándares de Calidad Ambiental Acuática (ECAs), dada con Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, y dando como resultado que los valores de DBO<sub>5</sub>, Oxígeno Disuelto, Aceites y Grasas, Coliformes totales, termotolerantes y Sólidos Suspendidos Totales, no se encontraran incursos en la normativa citada, así mismo las isolíneas formadas a partir del modelaje bidimensional realizada en el programa Surfer 13, también fueron comparadas con los datos de los ECAs vigentes, DS N°004-2017-MINAM, donde se encontró que la mayoría de los valores de las isolíneas predominantes en las áreas de estudio sobrepasaron los valores establecidos en los ECAs vigentes.

## Abstract

In the present research work, we have worked with 2 variables, the independent variable that is the environmental impact, with its 2 dimensions, which are industrial effluents and domestic or municipal wastewater, and the dependent variable that is the two-dimensional model, (graph), in which we can observe the behavior of the different parameters of water quality.

The intervention zone is Carquín Bay, located between  $11^{\circ}04'LS$  and  $11^{\circ}05'LS$ , 3 hours from the city of Lima and 15 minutes from the city of Huacho, there is an association of fishermen (200 fishermen) who are dedicated to the artisanal fishing of lorna and pejerrey, and its waters are poured: The industrial effluents from fishing plants, the domestic effluents from the districts of Santa María, Hualmay, Huacho and Caleta Carquín, in the Province of Huaura, the mouth of the Huaura river, and to all this are added the rubble that is deposited by the population, on the coastline, configuring this bay as a fragile ecosystem.

The data obtained from the laboratory analysis, have allowed us to have a data, which was compared with the Aquatic Environmental Quality Standards (ECAs), given with Supreme Decree N°004-2017-MINAM, and giving as a result that the values of BOD5, Dissolved Oxygen, Oils and Fats, Total Coliforms, thermotolerants and Total Suspended Solids, the isolines formed from the two-dimensional modeling carried out in the Surfer 13 program were also compared with the data of the current ECAs, DS N°004-2017-MINAM, where it was found that most of the values of the predominant isolines in the study areas exceeded the values established in the current ECAs



## Introducción

Los problemas medioambientales que afectan el medio marino costero en la provincia de Huaura, en los distritos costeros de Huacho, Carquín y Vegueta, se caracterizan por la alta productividad de sus aguas y por su problemática ambiental marina (receptor de efluentes industriales y de aguas residuales municipales) que les confieren una gran fragilidad a estos ecosistemas.

En el presente trabajo de investigación, se pretende determinar el impacto de la calidad de las aguas, mediante un modelo bidimensional, que permita visualizar los espacios o zonas de impacto de los parámetros a evaluar, este modelo ha sido elaborado mediante un programa SIG(Sistema de Información Geográfica) ,denominado Surfer 13, a través de la interpolación lineal de datos , y en la cual se utilizaron escala de colores, teniendo como base los valores establecidos en la normativa vigente ECAs (DS 004-2017-MINAM).

Es importante señalar que se ha tomado muy en cuenta la variable interviniente, como es el mal funcionamiento de los equipos de medición, factor humano y error en el muestreo, para evitar que nuestros resultados fueran ser sesgados, y puedan reflejar la realidad de este ecosistema.

En general se ha podido demostrar que este ecosistema en comparación a la normativa vigente, se encuentra altamente impactado en relación a algunos parámetros, como Coliformes totales, termotolerantes, y Demanda Bioquímica de Oxígeno.

El presente trabajo de investigación, será elevado a las autoridades nacionales, regionales y locales de la Región Lima, para que puedan tenerlo como referencia, para su seguimiento y fiscalización, de acorde a sus funciones y competencias.

**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## 1.1 Caracterización de la problemática.

La contaminación ambiental es un causal de afectación directa, con consecuencias en nuestra salud y en la salud ambiental. Los efluentes generados del desembarque de las bolicheras y los vertimientos de las plantas harineras y aceiteras, registran elevados residuos orgánicos, que producen mortalidad masiva de los recursos acuáticos, así como también en la acuicultura, generando pérdidas masivas de millones de dólares y serios impactos sociales. Por otro lado, las emisiones aéreas generan un incremento en la incidencia de enfermedades dérmicas y respiratorias de las poblaciones aledañas, con la normativa sectorial vigente han sido atenuadas por los ECA, en los componentes aire y suelo y de acuerdo a las siguientes normativas:

R.M. N° 621-2008-PRODUCE que establece disposiciones dirigidas a titulares de plantas de harina y aceite de pescado y de harina residual de pescado a fin de realizar la innovación tecnológica para mitigar sus emisiones al medio ambiente.

D.S. N° 011-2009-MINAM, Aprueba Límites Máximos Permisibles para las emisiones de la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Harina de Residuos Hidrobiológicos.

R.M. N° 242-2009-PRODUCE, modifica el literal a) del artículo 2° de la R.M. N° 621-2008-PRODUCE.

D.S. N° 003-2008-PRODUCE, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Aire.

DS.004-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.

La industria pesquera, y su desarrollo, dio lugar a cierto tipo de procesos, que han impactado los recursos terrestres, atmosféricos y acuáticos con materiales tóxicos y otros contaminantes, amenazando a las personas y los ecosistemas con graves riesgos para la salud. “El uso cada vez más generalizado e intensivo de materiales y energía ha originado una creciente presión en la calidad de los ecosistemas locales, regionales y mundiales, antes de que se emprendiera un esfuerzo concertado para reducir el impacto de la contaminación, el control ambiental apenas existía y se orientaba principalmente al tratamiento de residuos para evitar daños locales, aunque siempre con una perspectiva a muy corto plazo; sólo en aquellos casos excepcionales en los que se consideró que el daño era inadmisibles se tomaron medidas al respecto. A medida que se intensificó el ritmo de la actividad industrial y se fueron conociendo los efectos acumulativos, se impuso el paradigma del control de la contaminación como principal estrategia para proteger al medioambiente” (Álvarez C., L y S., “La industria pesquera y su influencia en la contaminación ambiental”, Universidad Nacional Agraria de la Molina 2010).

En el distrito de la Caleta Carquín, se encuentran ubicadas 3 plantas pesqueras; Pesquera Exalmar SAA, ubicado en la Av. Industria 690, Pesquera Bahía SAC, Avenida, San Martín 680 y Pesquera Juanita ubicado en Calle Siete Manzana. s/n Lote. 1 (Altura Penal a espaldas Pesquera Exalmar), las cuales vierten sus aguas residuales procesadas, al cuerpo marino receptor (bahía de Carquín). El acopio de las especies con destino a la actividad industrial se realiza mediante embarcaciones de gran capacidad, cuyo producto se orienta a la fabricación de harina de pescado y aceite de pescado, así como a la fabricación de conservas de pescado para la exportación, estas plantas pesqueras instaladas registran una capacidad de procesamiento de 134Ton/h,(toneladas por hora) los efluentes pesqueros que se producen a partir de este proceso, son primeramente tratados y posteriormente eliminados al cuerpo receptor (bahía de Carquín), “Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huacho 2013-2022”, en el marco del proyecto

fortalecimiento y desarrollo de capacidades para el ordenamiento territorial, impulsado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

A 300 metros de línea costera, y a 9 metros del nivel del mar se localiza un colector de la EPS Aguas Lima Norte (Ex EMAPA) ,que desemboca 200l/s (litros/s), de aguas servidas al río Huaura y esta desemboca finalmente a la bahía del distrito de la Caleta Carquín, zona de estudio; el caudal de aguas residuales , que ingresa a la red de alcantarillado, se ha calculado en base a los resultados de los estudios de “Caracterización y Aforo de Caudales en los dos puntos de vertimiento hacia el mar, la bahía de Huacho 153.23 l/s, caleta Carquín de 200 l/s” y la calle AMINCOMAR de 29.56 l/s, El caudal promedio aforado es de 382.83 l/s. (Isique M., "Gestión de las Aguas Residuales en la ciudad de Huacho", 2012, Aguas Lima Norte, Ex – EMAPA).

Estudios realizados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), registraron la presencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal en la bahía de Carquín, determinando una alta concentración de termotolerantes y Coliformes totales que superaron los Estándares de Calidad Ambiental (Orozco, 2006), así mismo en temporadas de pesca, se registraron valores hipóxicos (valores bajos de oxígeno), altos valores de sólidos suspendidos totales y alta concentración de sulfuros en fondo (Cabello R. y Maldonado C. 2006, Instituto del Mar del Perú-Informe interno).

La bahía de Carquín está influenciada permanentemente por el vertimiento de residuos de origen antropogénico (aguas servidas, sanguaza, residuos industriales etc.) y de fuentes naturales como la desembocadura del río Huaura, por lo que es de importancia continuar e implementar mejoras a la metodología de monitoreo de la calidad acuática, que actualmente se basa en el muestreo puntual (se ubican las estaciones de acuerdo a la presencia de chatas, efluentes u otros no es al azar). Es importante resaltar que el río Huaura, que nace en la vertiente occidental de la cordillera de los andes, a más de 5,000 msnm y

desemboca en esta caleta, acarrea una serie de impactantes, desde la cuenca alta (posiblemente metales pesados), hasta la cuenca baja, donde los agroquímicos, fábricas y camales, impactan al río.

Se ha identificado algunos peligros eminentes de impacto negativo en la bahía como son:

- El emisor del desagüe doméstico de EMAPA-HUACHO, ahora Aguas Lima Norte, por el peligro del agua residual doméstica no tratada, es latente la amenaza a la vida y al medio ambiente.
- El Colector de la empresa pesquera Exalmar, que se ubica en la parte central de la bahía.
- El río Huaura, cuya desembocadura al mar acarrea aguas posiblemente contaminadas, con la amenaza a la vida y al medio ambiente.
- Las áreas de cultivo de la zona rural, el peligro está dado por el uso de insumos químicos y forraje seco; generando riesgos del agua superficial y subterránea, del suelo y el aire; incendios y contaminación del aire por quemadura del forraje seco.

(Estudio: Mapa de Peligros de la Ciudad de Huacho – INDECI – PNUD PER/02/051 00014426 – Ciudades Sostenibles)

## 1.2 Delimitación de la Investigación

### 1.2.1 Delimitación espacial

El distrito de Caleta de Carquín, se encuentra a tres kilómetros de Huaura, la capital de la provincia, y sede del Gobierno Regional de Lima, su altura promedio es de 14 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar) y sus coordenadas son; latitud Sur, 11°05'21" y longitud Oeste 77°37'36". El distrito de Caleta de Carquín, se ubica sobre la pendiente de un cerro y llega hasta la ribera del mar, hasta el año de 1941 era políticamente anexo del distrito de Hualmay. El distrito dejó de ser anexo del distrito de Hualmay, por iniciativa de sus pobladores, quienes solicitaron que el distrito de Caleta de Carquín fuese distrito, ante la

situación de atraso y descuido que se encontraban como pueblo por parte de sus autoridades. En ese sentido, es creado legalmente como distrito, por Ley N° 9389, el 30 de setiembre de 1941. El distrito comprende los siguientes sectores: la Caleta propiamente dicha, la zona de Carquín Alto y la zona de Carquín Bajo. La zona a trabajar abarcó un área total de 0,72 mn<sup>2</sup> (millas náuticas) en la zona localizada entre Los Gigantes (11°04'10,2''LS) y Punta Carquín (11°05'16.6''LS) hasta 1 mn de la costa, se registra la desembocadura del río Huaura (11.0841°LW-77.6283°LW), y es una zona generalmente de pesca, recreación y baño (Anexo 5-Fig 1).

### **Distrito de la Caleta de Carquín (Zona de intervención)**

El distrito de Caleta de Carquín, se destaca por su actividad pesquera, y su población se dedica especialmente al secado de anchoveta, para cocinar su plato predilecto el charquicán de Anchoveta seca. La actividad productiva consiste en la extracción y transformación del pescado en harina, para ello en el distrito se asientan dos plantas industriales procesadoras, asimismo, en el marco concerniente a la pesca, sobresale la actividad extractiva para consumo humano, dedicándose a ella la mayor masa poblacional de este distrito.

Entre los datos de censos de pescadores solo existe el del 2012 (INEI, 2012) en la cual se realizó la caracterización de puntos de desembarque en la provincia de Huaura (PRODUCE, 2003). En base a estos datos se evidenció el número de pescadores artesanales, número de pescadores embarcados, número de pescadores no embarcados y número de jaladores.

El desembarque pesquero en la Caleta Carquín, durante diciembre del 2017, se comportó de la siguiente manera:

Con respecto a peces de litoral; El “pejerrey” *Odontesthes regia regia* registró 49,400 Kg, de captura, la “lorna” *Sciaena deliciosa* 65,818Kg, el “machete” *Ethmidium maculatum*, 13,201Kg, la “lisa” *Mugil cephalus*, 9,445Kg, *Cilus gilberti* “corvina”, 1,729 Kg., *Isacia conceptionis* “cabinza”, 197Kg., *Serirolella violacea* “cojinoba”, 25Kg., *Selene peruviana* “pampanito”, 1Kg, en relación a los

invertebrados, se capturo, 10,241Kg de “cangrejo violáceo”, *Platyxanthus orbigny*, y 2854 Kg, de “cangrejo peludo” *Romaleon setosum*, entre los recursos pelágicos más abundantes capturados tenemos a la “anchoveta” *Engraulis ringens* con 9749Kg, la “caballa” *Scomber japonicus*, 699Kg y al “bonito” *Sarda chiliensis chiliensis*, con 53Kg, también hubo capturas del “Jurel” *Trachurus murphyi*, “la samasa” *Anchoa nasus* “sierra” y “Pez cinta” *Trichiurus lepturus* y finalmente entre los recursos demersales más representativos tenemos al “coco” *Paralonchurus peruanus*, (3935Kg) “mis mis” *Menticirrhus ophicephalus* (908Kg) y la “pintadilla”, *Cheilodactylus variegatus*, (646Kg) (Tabla N°02) ( Fuente: Laboratorio Costero de Huacho, Instituto del Mar del Perú, Informe Mensual, Diciembre 2017).

Empleando los datos de las “Características básicas de los puntos de desembarque de la pesca artesanal marítima”, periodo (2000-2004), se determinó que los mayores datos de pescadores embarcados, no embarcados y jaladores estuvieron presentes en el puerto de Huacho. Siendo para ese periodo, la población total dependiente de la pesca artesanal marítima aproximadamente de 4000 personas. En el puerto de Vegueta se determinó que el total de la población dependiente de la pesca artesanal marítima fue aproximadamente de 400 personas y en la Caleta de Carquín fue de 250 personas.

La mayor zona de pesca, para los pescadores de la Caleta Carquín, estuvieron cerca al islote lobillos, e islotes Carquín, con 30,408 Kg, seguido de la zona de pesca frente a la punta Carquín, mar afuera, aproximadamente a media milla, con 20,204Kg, seguido de las chatas, 17,689Kg, las bajas, 17,328Kg, lobillos 12,679Kg y otros, Tabla N° 03 (Fuente: Laboratorio Costero de Huacho, Instituto del Mar del Perú, Informe Mensual, diciembre 2017).

En el sector salud, el distrito de la Caleta de Carquín, tiene la cobertura de los servicios no adecuados, debido a que la demanda de servicios por parte de la población es alta, pues la zona urbana es más poblada que la rural. Asimismo, existe un alto porcentaje de población vulnerable y de condiciones económicas modestas lo que impide que puedan acudir a servicios privados.



El distrito cuenta con un solo centro de Salud, el mismo que viene siendo una debilidad, ya que no se cuenta con un proyecto de inversión pública que mejore la calidad del servicio y la atención a los vecinos así mismo para prestar sus servicios con normalidad, se tiene el apoyo del Hospital Regional de Huacho, la misma que atraviesa serias dificultades.

La educación es la base del desarrollo y el verdadero motor de cualquier política económica y social, según ESCALE del MINEDU, en el año 2017, de un total de 15 instituciones educativas, 10 son de gestión pública entre ellas tenemos a I.E. 20313, I.E. 20314, I.E. 329, I.E. 661, I.E. José Olaya Balandra, etc., y 5 instituciones educativas de gestión privada entre ellas I.E.P. Corazón de Jesús y I.E.P. San Pedro Chanel. Es decir que el 66.66% son instituciones educativas de gestión pública. En ellas estudian 977 alumnos, que corresponden a las instituciones educativas públicas y 173 alumnos a las privadas, con un total de 1,150 alumnos en el distrito de la Caleta de Carquín. Esta población escolar es atendida por 75 docentes, de los cuales 57 trabajan en instituciones educativas públicas y 18 en instituciones educativas de gestión privada.

En cuanto a infraestructura educativa en el distrito de la Caleta de Carquín, los materiales de construcción, ventilación e iluminación han cumplido sus ciclos de vida, observándose deficiencia en las aulas, los servicios higiénicos, los patios y otros, así mismo, el acceso a internet es deficiente.

La zona de intervención registra 5 zonas bastante diferenciadas, la zona urbana, cerca al cerro Carquín y se prolonga hacia al Sur-Este y Sur-Oeste de la ciudad, la zona industrial en la zona Sur Este, la zona agrícola hacia el Este y colindante con el distrito de Hualmay y de Huaura, la zona de pesca al Nor-Oeste y finalmente la zona de recreación y baños, que correspondería al varadero de la Caleta Carquín (Fig.2)

### 1.2.2 Delimitación temporal

Teniendo en cuenta que es imperativo delimitar la zona de intervención, nos hemos permitido tomar datos y realizar los análisis respectivos en un periodo que correspondería a una temporada de pesca.

Establecido que la limitante es anual y con respecto a las estaciones de pesca, definimos que esta limitante es transversal porque nos permitirá un estudio y una evaluación rápida, que permita sacar conclusiones sobre los impactos positivos o negativos, producidos por los vertimientos.

### 1.2.3 Delimitación teórica

El presente estudio, pretende primero brindar conocimientos de la problemática ambiental de la zona, brindar información geomorfológica de la misma y la relación que tienen los impactantes de cuerpo receptor, con respecto a la calidad de las aguas, se tabularan los datos obtenidos en Excel y se procesaran y graficaran en el programa Surfer 13.0, programa informático de interpolación y geoestadística (SIG), en la cual se utilizó el método de interpolación geoestadística por Krigeage o “kriging” para generar cuadrículas interpoladas de la distribución vertical de los valores.

## 1.3 Formulación del problema

### 1.3.1 Problema principal

¿En qué medida un modelo bidimensional favorecería el análisis de la calidad de aguas y la distribución de sus parámetros en la bahía de Carquín, provincia de Huaura, Región Lima 2017?.

### 1.3.2 Problema secundario

- ¿Un modelo bidimensional, determinaría la calidad de aguas en la bahía de Carquín, provincia de Huaura, Región Lima 2017, ¿a partir de los Efluentes industriales y sus indicadores?

- ¿Un modelo bidimensional determinaría la calidad de aguas en la bahía de Carquín, provincia de Huaura, Región Lima 2017 a partir del análisis de las aguas domesticas municipales y sus indicadores?

## 1.4 Objetivos de la Investigación

### 1.4.1 Objetivo general

Determinar el impacto de la calidad de aguas a partir de un modelo bidimensional, en la bahía de Carquín, provincia de Huaura, Lima 2017.

### 1.4.2 Objetivo especifico

- Determinar el impacto de los efluentes industriales y sus indicadores a partir de un modelo bidimensional, en la bahía de Carquín, Provincia de Huaura, Región Lima 2017.
- Determinar el impacto de los efluentes domésticos municipales y sus indicadores, a partir de un modelo bidimensional, en la bahía de Carquín, Provincia de Huaura, Región Lima 2017

## 1.5 Hipótesis

### 1.5.1 Hipótesis General

El modelo bidimensional permitirá un análisis más eficiente del impacto de la calidad de aguas, en la bahía de Carquín, provincia de Huaura, Región Lima 2017

### 1.5.2 Hipótesis específica

- El impacto de los Efluentes industriales y sus indicadores genera resultados en un modelo bidimensional, en la bahía de Carquín, provincia de Huaura, Región Lima 2017.
- El impacto de las aguas domésticas municipales y sus indicadores genera resultados en un modelo bidimensional, en la bahía de Carquín, provincia de Huaura, Región Lima 2017.

## 1.6 Justificación e importancia de la investigación

En la industria pesquera, como las demás industrias que se desarrollan en el país producen contaminación ambiental, siendo las fuentes principales de contaminación las que a continuación se mencionan:

- Los desembarques de pescado en los muelles o chatas mediante bombeo hidráulico, la sangre, escamas, trozos de pescado o pescado entero, de los cuales una parte, vierten al mar.
- Las playas que contienen aceites, grasas y material fecal en suspensión que degradan las arenas y las aguas en la línea de playa, afectando la vulnerabilidad de ellas y su ecosistema.
- En la planta de enlatado, los desechos del lavado y las escamas se vierten al desagüe para luego descargar al mar. Los residuos de detergentes y soda caustica que se utilizan en la limpieza también se vierten al desagüe y llegan al mar. Las aguas condensadas calientes, proveniente del esterilizado, igualmente son descargadas al mar.

La actividad de la flota pesquera, presenta tres factores de contaminación por esta actividad:

- a) Aguas de sentina. El achique de sentinas desde los barcos se realiza frecuentemente en el puerto, previo a la recarga de combustible.
- b) Limpieza de bodegas. El lavado de las bodegas se realiza en puerto, utilizando la bomba de descarga y evacuando todos los residuos al mar.
- c) Derrames ocasionales de hidrocarburos en las faenas de carga de combustible o reparaciones en puerto.

Las aguas de sentina deberían ser eliminadas de acuerdo a las normas internacionales y bajo estricto control de la autoridad marítima, a través de controles de bitácora del buque. Las aguas del lavado de bodegas y aguas de lavado de sistemas de descarga deberían considerar procesos de tratamiento o eliminación fuera de la plataforma continental en sitios previamente seleccionados.

Durante el proceso de descarga de la pesca, el principal factor de contaminación es el agua de sangre (sanguaza), producida en las bodegas del buque y que es vaciada directamente al mar. En la zona Nor-Centro, la tendencia de la industria ha sido aumentar la capacidad de bodega en la flota pesquera con el propósito de aumentar la eficiencia en la captura y disminuir los costos de operación, esto significa un mayor tiempo de permanencia de la pesca en bodega, disminución del rendimiento en la elaboración de materia prima y un incremento de los orgánicos. La descomposición del pescado aumenta los desechos y su impacto en el agua de mar, al aumentar la solubilidad de las proteínas y la concentración de material particulado, se estima que, en sólo 12 horas, las pérdidas por descomposición pueden llegar a un 15% en buques de alto tonelaje. Los parámetros que influyen la descomposición son: el tiempo de residencia del pescado en las bodegas del buque, temperatura ambiente, presión de la pesca sobre el fondo de la bodega.

Como Ecosistema, la zona costera es altamente productiva y compleja, ecológicamente estable, pero frágil y con numerosas aristas, desde los ángulos económico y sociopolítico es extremadamente valiosa, sus usos, humanos han sido diversos, aunque desgraciadamente muchos de ellos han provocado efectos negativos (Vásquez A., 2016. "Metals in sediments of the new of the gulf of Mexico, lithogenic vs anthropogenic. Possible geochemical disturbance due to the spill of the deepwater horizon" Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México).

Las aguas residuales, debido a la gran cantidad de sustancias (algunas de ellas tóxicas) y microorganismos que portan, pueden ser causa y vehículo de contaminación, en aquellos lugares donde son evacuadas sin un tratamiento previo. Se puede definir la polución del agua como una modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia y peligrosa para el consumo humano, la agricultura, la pesca, las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural. Según esta definición, la polución sería una consecuencia ineludible del

desarrollo y la civilización. Esto es explicable, ya que conforme aumenta el desarrollo de las poblaciones, se incrementa a su vez la diversidad de los agentes contaminantes procedentes de actividades agrícolas, industriales y urbanas, que el hombre no se preocupa de destruir o reciclar, o no lo hace en la magnitud suficiente. De esta forma, se acaba saturando el poder auto depurador del medio natural. Algunas de estas sustancias tienen un comportamiento desconocido en los organismos vivos. En otros casos, es evidente que la contaminación ambiental es debido a diversas sustancias, que quizás no estén en alta concentración en el medio, pero a las que el hombre está expuesto durante largos períodos de tiempo, es importante en varias enfermedades crónicas, incluido el cáncer. (Espigares M., Pérez J., "Aspectos sanitarios del estudio de las aguas" Universidad de Granada. Servicio de Publicaciones. Granada.1985.).

La vida en el ambiente acuático está determinada por la calidad y las características del agua, todo cambio en ella, involucra cambios en la biota y en su composición físico-química, de allí la importancia de conocer las condiciones del agua.

La bahía de Carquín, ubicada en la provincia de Huaura, Región Lima, alberga 2 especies importantes que sustentan la pesquería demersal en la provincia de Huaura la «lisa» *Mugil cephalus* y el «pejerrey» *Odonthestes regia regia*, el impacto en la calidad del agua haría que estas especies migren hacia zonas no impactadas, de esta manera se incrementaría el esfuerzo-de pesca de los pescadores artesanales.

La calidad ambiental es uno de los componentes de la calidad de vida en una comunidad, ya que dependiendo del estado de los recursos naturales, se recibirán sus invaluable beneficios o en caso contrario, sus efectos que se reflejarán en un impacto nocivo para la salud, por lo cual es necesario que los recursos naturales, receptores de los vertimientos, residuos y emisiones de las actividades humanas, como el agua, el suelo y el aire conserven condiciones de

cantidad y calidad, que les permitan recibir determinado nivel de contaminantes y tener la capacidad de auto depurarlos de tal forma que se conserve un medio ambiente adecuado para la vida tanto del hombre como de las diferentes especies de fauna y flora que conforman nuestro ecosistema. (CDMB, 2010).

Se puede definir el concepto “calidad ambiental” como el conjunto de características del ambiente, en función a la disponibilidad y facilidad de acceso a los recursos naturales y a la ausencia o presencia de agentes nocivos. Todo esto es necesario, para el mantenimiento y crecimiento de la calidad de vida de los seres humanos; asociados a este concepto, se encuentran los términos Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y Límite Máximo Permisible (LMP), instrumentos de gestión ambiental que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental, permitiéndole a la autoridad ambiental desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización de los efectos causados por las actividades humanas, (Compendio de la legislación ambiental peruana, Volumen V, Calidad ambiental”, 2010, Editada por la Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental del Ministerio del Ambiente, pp 3).

De hecho todas las formas de vida oceánicas están interconectadas y dependen de la composición química del agua de mar y del fitoplancton, el cual compone la base de la cadena alimenticia, el impacto humano (denominado como antropogénico) afecta la composición de algunos de estos elementos, donde aquellos elementos que son indispensables para la vida, han incrementado sus concentraciones debido a la influencia del hombre, y en algunos casos dependiendo de otras condiciones en el océano, tales como temperatura, masas de agua, entre otros, se pueden volver tóxicos para los organismos marinos(Cifuentes, J., Cupul F., “Temas sobre Investigaciones Costeras” Universidad de Guadalajara 2014).

## 1.7 Limitaciones de la Investigación

Actualmente todos los diseños de modelamiento empleados en la calidad de aguas son hechos a base de diseños bidimensionales, superficie y fondo, por lo que ocurre en la mitad de columna son procesos de interpolación hasta ahora desconocidas.

Así mismo los diseños de muestreo hasta ahora realizados son hechos a base de un protocolo elaborado en el año 2000, el cual ya se encuentra obsoleta y se enmarcó en tomas de muestras puntuales y no aleatorias, en el presente trabajo de investigación se plantea un muestreo al azar y aleatorio.

Una de las principales limitaciones del trabajo, es el poco conocimiento que se tiene acerca de los procesos químicos, bioquímicos y biológicos marinos, en muchos casos la interrelación y conexión de los diversos procesos de los indicadores o parámetros de calidad, son hasta ahora desconocidas.

Los parámetros y variables, empleados no son los suficientes, para tener una resolución de la contaminación de la bahía, es necesario estudiar aspectos sedimentológicos, bentos marinos y algunos ensayos ecotoxicológicos de la biodiversidad marina en este ecosistema.





**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

## **2.1 Antecedentes de la investigación**

### **2.1.1. Internacionales**

Gonzales E., 2011, “Calidad bacteriológica del agua marina en Acapulco, México” Instituto Politécnico Nacional, se encontraron los siguientes resultados: En épocas de lluvia (invierno) la mayoría de las muestras sobrepasaron los Límites Máximos Permisibles (LMP), en comparación a las épocas secas (Caletilla, Papagayo, Hornitos). En el horario de 9, 15 y 17 horas se registraron mayores muestras que sobrepasaron los LMP. La concentración de microorganismos es mayor en zonas cercanas a las descargas de aguas.

### **2.1.2. Nacionales**

Maldonado C y Cabello R., 2012, «Calidad de aguas en las bahías con alto potencial de contaminación, Huacho, Carquín, Vegueta y Chancay», Presenta los resultados de los parámetros de calidad de agua, de los elementos y compuestos químicos evaluados del 17 al 19 de abril en 1996. Se encontraron bajos valores de oxígeno y estados anóxicos, asimismo elevados sulfuros, se registraron principalmente en la parte central de la bahía.

Jacinto M., Chávez J., Martínez C., Guzmán M., “Evaluación de la calidad medio marino en la Bahía de Talara” 1996, Evaluó el estado de la calidad del medio marino costero, especialmente como consecuencia de las actividades petrolíferas de la zona, se registró la presencia de compuestos hidrocarbonados. También se obtuvo información sobre los niveles de cobre y descargas provenientes de fuentes terrestres que generaron un impacto ambiental en el estado de las playas.

Jacinto M., 2014 “Propuesta de un sistema de indicadores ambientales y socio económicos en la zona marino costera de pisco – Paracas” Tesis para optar el

grado académico de maestro en ciencias con mención en gestión ambiental; En primavera y verano del 2000, 2002, 2004 los indicadores de estado, sobrepasaron los ECA (en SST y AG), al confluir los residuos generados por las actividades industriales pesqueras y operación de dragado de las actividades de proyecto Camisea de Plus Petrol. Por otro lado, a nivel de fondo los ECA no deberían aplicarse debido, a que existe una relación directa entre temperatura, oxígeno y pH, los cuales se incrementan cuando se desarrollan procesos de floraciones algales nocivas. Diversos factores influyen en su contenido: la profundidad, el afloramiento, procesos de degradación de la materia orgánica ocurren en un fondo que es muy rico en este contenido. La norma no establece su campo de aplicabilidad y ello debe tomarse en cuenta para el medio marino, dada la importancia de la zona eufótica y de las interacciones que se realizan entre las diversas componentes especialmente con la componente biológica; dada la variabilidad ambiental de la zona.

Beltrán D., Palomino R., Moreno E., Peralta C., y Montesinos-Tubée D., 2011, "Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011", En este estudio, el promedio de la concentración de oxígeno disuelto en el agua fue de 6.62 mg/L, este dato así como los reportados por Mollocondo (1985) y Pineda (1997) se encuentran dentro de los valores que Northcote et al. (1991) menciona para temperaturas de 10 y 20 °C , siendo los niveles de oxígeno disuelto en aguas saturadas del lago de 7.3 y 5.8 mg/L respectivamente. Por otro lado, Constantini (2004) registró el mayor valor (9.15 mg/L), mientras que el valor mínimo (4.82 mg/L) fue reportado por Angles (2006). Las diferencias podrían ser ocasionadas por el uso de diferentes metodologías, horario de muestreo y la ubicación de las estaciones de muestreo.

Arévalo W., Maldonado M., Iglesia S., Cabrera C., Concepción L., 2013, "Evaluación de la calidad ambiental del ecosistema de la bahía de Ancón durante octubre 2013", respecto a los parámetros de fosfatos y silicatos se hallaron en altas concentraciones; además de la presencia de 2,000 a

3,100NMP de Coliformes fecales, que indicarían niveles de contaminación en la zona próxima al muelle artesanal de Ancón, donde se han observado dos zonas con influencia de cargas orgánicas antrópicas provenientes del aporte del río Rímac, Chillón y colector de Comas (Estaciones 1, 4 y 5).

### 2.1.3. Locales

Maldonado C. 2002, "Calidad de agua en la bahía de Huacho. 2002". Informe Instituto del Mar del Perú 39(3-4): 212-217, cumpliendo con el Programa de Vigilancia en Bahías con Alto Potencial de Contaminación, se realizaron cinco prospecciones en las bahías de Huacho (11°05'S-11°07'S) y Carquín (11°04'S-11°05'S). En las dos bahías, la temperatura promedio anual fue 17,7 °C; el O<sub>2</sub> promedio en superficie varió entre 3,5-3,8 ml/L y en fondo entre 1,3-1,7 ml/L. Los fosfatos en Huacho presentaron valores normales, en Carquín excedieron los límites permisibles en la LGA (15,80 µg-at/L, julio), los silicatos también superaron los límites. La salinidad fue baja por la descarga del río Huaura. Ambas bahías mostraron mayores valores de contaminación en momentos de mayor actividad de plantas pesqueras y por efecto de efluentes domésticos, industriales y de irrigación.

Maldonado C y Orozco R, 2008, "Calidad de aguas en la bahía de Carquín" La zona comprendida entre punta Carquín, emisor submarino y desembocadura del río Huaura registró valores de oxígeno disuelto que no se ajustaron a los requisitos de calidad acuática contemplados en la LGA. El valor registrado de sólidos en superficie, en la estación 3 (frente a desembocadura de río) supero los 100mg/L establecido como ECAs, las estaciones 3 y 6 (desembocadura del río Huaura y cercanías del emisor submarino de fábrica EXALMAR) registraron valores altos de Coliformes totales y termotolerantes que superaron ampliamente los Estándares de Calidad Acuática (ECAs)».

Maldonado C y Cabello R, 2010, «Calidad de aguas en las bahías con alto potencial de contaminación, Huacho, Carquín, Vegueta y Chancay», con los siguientes resultados: la bahía de Carquín, presentó los siguientes promedios: la temperatura del mar en superficie(17,7°C), fondo(17,2°C), el oxígeno disuelto en superficie(5,24mg/L), fondo(3,10mg/L), fosfatos 2,66µg-at/L(superficie) y 2,41µg-at/L(fondo), nitratos en superficie(9,34µg-at/L) y fondo(10,31µg-at/L), DBO5 (2,27mg/L).

## 2.2. Definición de términos básicos

Fuente:

- Dr. Rafael Barla Galván, “Diccionario para la Educación Ambiental”.
- Mata A., Quevedo F., Diccionario didáctico de Ecología.

**Absorbancia.** - Se define como la porción de la luz incidente que logra atravesar una muestra, manteniendo una longitud de onda determinada, y se expresa por medio de la ecuación intensidad de luz de la muestra sobre intensidad del rayo que incide.

**Agua de descarga o de bombeo.** - Es el agua de mar empleada en el transvase de la materia prima desde la chata a la planta de procesamiento y tiene una proporción aproximada de 2:1 de agua-pescado.

**Agua de cola.** - Fracción líquida obtenida a partir del licor de prensa, después de haber eliminado gran parte de los sólidos en suspensión y de la materia grasa.

**Alícuota.** - Es una fracción en volumen de una solución determinada.

**Bolichera.** - Barco de pesca, mayormente utilizado en la captura del recurso anchoveta, y que por lo general utiliza el chinchorro.

**Calibración.** - Comparación de la lectura de un instrumento generado por un patrón o estándar conocido con el objetivo de realizar los ajustes que eliminen desviaciones o desajustes instrumentales.

**Caja de registró.** - Espacio incluido en el tramo del emisor por donde pasan uno o más efluentes a su destino final.

**Caracterización ambiental.** - Es la descripción del ambiente en los aspectos físicos, químicos, biológicos, entre otros.

**Cuerpo Hídrico Receptor.** - Medio acuático, terrestre, atmosférico que recepciona efluentes líquidos, sólidos o gaseosos.

**Desagüe general.** - Es el conducto que lleva residuos líquidos provenientes del procesamiento y/o limpieza de la planta y servicios higiénicos.

**Estándar de Calidad Ambiental (ECA).** - Niveles de concentración máxima de contaminantes en el cuerpo hídrico receptor, que es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana y a la vida acuática.

**Efluente.** - Descarga líquida de materiales de desecho en el ambiente, el cual puede estar tratado o sin tratar generalmente se refiere a aguas contaminantes.

**Emisor submarino.** - Conducto que lleva los efluentes a su disposición final en el mar.

**Estudio de Impacto Ambiental (EIA).** - Estudio que evalúa y describe las características físicas, químicas, biológicas y socioeconómicas existentes en el área de influencia de un proyecto, previas a la ejecución de las actividades pesqueras; identificando los impactos y las medidas de mitigación a aplicar una

vez iniciadas las actividades de producción, a fin de lograr el desarrollo sostenible de la actividad pesquera.

### **Límites Máximos Permisibles (LMP)**

Los LMP miden la concentración de ciertos elementos, sustancias y/o aspectos físicos, químicos y/o biológicos, que se encuentran presentes en las emisiones, efluentes o descargas generadas por una actividad productiva en particular, pues son a través de ellos que se puede afectar el aire, el agua o el suelo.

**Línea de base.** - Caracterización del ambiente antes de la implementación del proyecto o actividad.

**Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).** - Es un conjunto de métodos, medidas, procedimientos, acciones o inversiones que son necesarias para la incorporación de adelantos tecnológicos y científicos a fin de evitar o mitigar a niveles tolerables el impacto negativo que producen las actividades pesqueras instaladas.

**Residuos industriales líquidos.** - Son los diversos fluidos que se generan durante todo el proceso productivo, e incluyen sustancias como la soda cáustica.

**Vertimientos.** - Evacuación deliberada de desechos u otras sustancias al ambiente.

**Sanguaza.** - Es el líquido residual, constituido por la mezcla de sangre, residuos orgánicos y agua, el aporte considerado es de 50 litros por tonelada de materia prima.

### **2.2.1. Conceptos**



**Programa de Monitoreo Ambiental.** - son las acciones de observación, muestreo, medición y análisis de datos técnicos y ambientales, que se realizan para definir las características del medio o entorno, identificar los impactos ambientales de las actividades del sector, y conocer su variación o cambio durante el tiempo.

## 2.3 Bases teóricas y científicas

**CUADRO  
DE OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES**

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
V1: Medición del Impacto de la Calidad de Aguas	Alteraciones ambientales acuáticas en un determinado lugar o región, como consecuencia de actividades antrópicas pasadas o presentes en los términos de normas legales (fuente: Sánchez L., 1978, Escuela Politécnica de la Universidad de Sao Paulo)	Mediciones, realizadas con instrumentos operativos y calibrados, que nos permitieron eliminar los sesgos de una variable interviniente, y obtener valores validados.	Efluentes industriales Pesqueros	DBO <sub>5</sub> , Oxígeno disuelto, Aceites y grasas, sólidos suspendidos totales, sulfuros
			Aguas Residuales Municipales	Coliformes totales y Termotolerantes
V2: Modelo Bidimensional	El modelo es la representación de algún objeto o sistema, Los modelos bidimensionales (2D) consideran las variaciones en las dos dimensiones del plano horizontal.  <a href="http://www.biblioteca.udep.edu.pe">http://www.biblioteca.udep.edu.pe</a>	Surfer es un software que permite interpolar a partir de datos puntuales y generar isolíneas de nivel representativas del área estudiada. Para el presente trabajo se realizaron superficies marinas, en las que se distribuyeron los parámetros hidroquímicos, Para la interpolación utiliza diversos métodos, entre ellos la geoestadística (Kriging)	Interpolación de datos lineal	Variograma
			Interpolación de datos polinómica	Variograma

### 2.3.1. Variable independiente.

Parámetros e indicadores de impacto de calidad de aguas.

### 2.3.2. Variable dependiente.

Modelo bidimensional establecido para determinar el impacto.

**CAPÍTULO III**  
**PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

### 3.1. Método.

Los principales métodos que se emplearon para el presente trabajo de investigación fueron: Analítico, deductivo, inductivo, hipotético, descriptivo, estadístico entre otros.

### 3.2 Tipo de Investigación

El presente estudio reúne las condiciones de un nivel de estudio de Investigación aplicada, debido a que el modelo bidimensional que vamos a reflejar en el trabajo, permitirá determinar el grado de impacto que tiene la bahía de Carquín, pero así mismo también es cuantitativo, porque medimos y analizamos datos numéricos en relación a ambas variables, que han sido previamente establecidas, pero también es correlacional, porque a partir de la información de los valores establecidos en la medición(variable independiente), podemos conocer el comportamiento de los mismo en un modelo bidimensional(variable dependiente).

### 3.3 Diseño de investigación

El “Esquema experimental de colección de datos” estuvo formado por 4 líneas de muestreo distribuidas paralela y perpendicularmente entre sí; el recorrido se rastreó acústicamente utilizando un ecosonda FURUNO FCV667 y se realizaron 11 estaciones con colección de muestras en superficie y en el fondo; para determinar la distribución de las variables oceanográficas (Anexo 4- Fig.3).

#### Selección de los parámetros

Se seleccionaron los siguientes parámetros:

Temperatura, Oxígeno Disuelto, Sulfuros, Sólidos Suspendidos Totales, Aceites y Grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Fosfatos, pH, Nitratos.

#### Actividades de pre-muestreo

Los equipos e instrumentos de medición in situ, fueron revisados y estaban limpios y calibrados antes de ir al campo, se tomaron las precauciones debidas,

para evitar la contaminación de muestras, seleccionando los recipientes apropiados, lavándolos y manipulándolos adecuadamente.

#### Preparación de muestras “blanco”

Antes de salir al campo se seleccionó el 10 % de cada tipo de botella, esta selección fue utilizada como “blancos de botella”.

#### Métodos de muestreo

La frecuencia de muestreo, se realizó en temporadas de pesca, las muestras fueron tomadas en superficie y fondo, y para el cuadro comparativo solo se tomaron los resultados obtenidos en superficie (Jacinto M., 2014, “Propuesta de un sistema de indicadores ambientales y socio económicos en la zona marino costera de pisco – Paracas”).

#### Lista de Requerimientos

En la lista de equipos, materiales, reactivos, bitácora de campo, formularios y otros se encuentran los siguientes:

- Envases para las muestras.
- Envases para el blanco.
- Preservantes.
- Etiquetas y plumones indelebles.
- Bitácora de campo.
- Termómetros, digital y de inmersión.
- Cajas térmicas con hielo.
- pH metro de campo.
- GPS (Sistema de Posición Geográfica).
- Baterías, cinta masking tape, ropa de protección.

### Precauciones durante el muestreo

Durante el manejo de las muestras, se deberá tener cuidado con el manejo de los reactivos utilizados como preservantes, debiendo realizarse en lugares ventilados, evitando todo derrame, inhalación o contacto con las muestras.

Por otro lado, a nivel de fondo los ECA no deberían aplicarse debido, a que existe una relación directa entre temperatura, oxígeno y pH, los cuales se incrementan cuando se desarrollan procesos de floraciones algales nocivas. (Jacinto M., 2014 “Propuesta de un sistema de indicadores ambientales y socio económicos en la zona marino costera de pisco – Paracas” Tesis para optar el grado académico de maestro en ciencias con mención en gestión ambiental”).

### Muestreo

Las muestras de agua, se tomaron en superficie y fondo, la muestra de superficie fue colectada con un balde plástico introducido bajo la interface aire-agua, las muestras de fondo, se colectaron con la botella Niskin, a 50cm del substrato (fondo).

### Manipulación y preservación de las muestras

#### Oxígeno disuelto

Las muestras se recibieron en frascos de vidrio de color ámbar, de aproximadamente 115ml. de capacidad, con boca esmerilada. La muestra superficial se colectó, sumergiendo la botella de oxígeno en el balde en forma inclinada y suave, evitando la formación de burbujas de aire, las muestras de fondo se colectaron con botellas de Niskin, evitando la formación de burbujas, para evitar interferencia en la lectura. Posteriormente fueron preservadas añadiendo 1ml del reactivo I (Cloruro de Manganeso tetra hidratado- $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ ) y 1ml de reactivo II (yoduro de potasio-KI+ hidróxido de potasio-KOH) se agita y se guardó en una caja, alejado de la oscuridad, para el análisis respectivo. El tiempo máximo de preservación para el respectivo análisis es de 24 horas.

### Sulfuro de hidrógeno

Las muestras se recibieron en un frasco de vidrio oscuro, de aproximadamente 115ml de capacidad, con boca esmerilada, igual que en el anterior, evitando la formación de burbujas de aire, empleando como preservantes 1ml de acetato de zinc, y se almacenó en cajas en un lugar fresco y oscuro, para este caso el tiempo de almacenamiento fue de 7 días, hasta su análisis.

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Las muestras previamente homogenizadas, se recibieron en un frasco de 500ml, evitando el ingreso de arena o cualquier material particulado grueso, llenándose hasta el cuello de la botella, para luego ser tapadas, colocándose en cajas térmicas con hielo, a una temperatura aproximada de 4°C, por un tiempo máximo de 7 días.

### Aceites y grasas (Material Orgánico Extractable en Hexano)

Las muestras se recibieron en un frasco de vidrio o plástico limpio y desengrasado de 1L, llenándose completamente. Para evitar la descomposición de la muestra por acción microbiológica, se mantuvo la muestra en refrigeración (4°C), por un periodo de 24 horas, hasta su análisis.

### Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

Las muestras se recibieron en un frasco de vidrio o plástico limpio de 1L, se llenó completamente y para evitar la descomposición de la muestra por acción microbiana, se mantuvo la muestra en refrigeración (4°C), por un periodo de 24 horas, hasta su análisis.

### Nitratos

Las muestras se recibieron en una botella de polietileno de 100ml, previamente se enjuago con el agua de mar, un par de veces, si la muestra

presenta abundante material particulado en suspensión, se filtra y se refrigera. Posteriormente el análisis se realizó dentro de las 24 horas, este procedimiento no se realizó debido a la ausencia de material particulado.

### Fosfatos

Las muestras se recibieron en una botella de polietileno de 100ml, previamente se enjuago con el agua de mar, un par de veces, si la muestra presenta abundante material particulado en suspensión, se filtra y se refrigera. Posteriormente el análisis se realizó dentro de las 24 horas, este procedimiento no se realizó debido a la ausencia de material particulado.

### Rotulado de las muestras

Los frascos de muestreo, estuvieron correctamente rotulados, precisando:

- a) Número o código de la muestra.
- b) Tipo de análisis.
- c) Ubicación geográfica (latitud y longitud).
- d) Fecha y hora de recolección.
- e) Nombre del muestreo.
- f) Observación complementaria.

Todas estas precisiones en el rótulo, fueron contrastadas con la bitácora de campo, así mismo se utilizó una cadena de custodia hasta su llegada al laboratorio para el respectivo análisis.

### Actividades de post-muestreo

#### Transporte y almacenamiento

El transporte de los envases se realizó en cajas térmicas aislantes, que contenían hielo, se utilizó material esponjoso entre los frascos, para prevenir la ruptura de los frascos de muestreo, los frascos se mantuvieron en forma vertical dentro del contenedor.

### Análisis de las muestras

Los ensayos se realizaron en la Sede Regional Huacho del Instituto del Mar del Perú; y los parámetros de calidad acuática, se establecieron de acuerdo al protocolo establecido para efluentes y cuerpo hídrico receptor en el marco de procedimientos normalizados nacionales e internacionales, como los establecidos en el Standard Methods For Water and Wastewater, EPA,ISO,AOAC,ASTM, entre otros , acreditados ante INDECOPI, de esta manera se aseguró de obtener valores confiables y que garanticen la calidad de los mismos, así mismo la comparación con la normativa ambiental vigente sea confiable.

### Procesamiento y archivo de los datos

La información se registró en los formatos de campo y laboratorio, posteriormente fue revisada e incorporada a una base de datos en formato electrónico (hoja de cálculo).

## **3.4 Procesamiento y Análisis de datos**

Para el procesamiento de la data y la gráfica de los resultados, se utilizó un programa informático de interpolación y geoestadística (Surfer 13; Golden Software, Colorado, USA), se recurrió al método de interpolación geoestadística por Krigeage o “kriging” para generar cuadrículas interpoladas de la distribución horizontal y vertical de las variables a determinar.

### **Método de interpolación de datos**

El objetivo de los métodos de interpolación es pasar de una red de observaciones irregularmente distribuida a un grid regular de forma que éste mantenga las características de las observaciones.

### **Métodos de Interpolación Kriging**



El kriging es un método geoestadístico muy difundido y del cual existen un gran número de modificaciones. El método de interpolación está basado en la descripción de la variación espacial de los datos que se modelan mediante el Variograma. Éste se calcula ajustando una función al Variograma experimental que viene dado por la expresión:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2|N(h)|} \sum_{(i,j) \in N(h)} |z_i - z_j|^2$$

En términos muy simples podemos definir el Variograma, como la media de los cuadrados de las diferencias entre pares de muestras, separados por una distancia h:

Los modelos utilizados habitualmente en el ajuste del Variograma son:

Gaussiano, Exponencial, Esférico, Polinomial, etc. Para el presente trabajo de investigación realizamos el kriging gaussiano, que se basa en:

$$\text{Gaussiano: } \gamma(h) = C_0 + A * (1 - e^{-\left(\frac{h}{r}\right)^2}), h > 0$$

Todos los modelos dependen de tres parámetros (C0, A, r),

Nugget (efecto pepita) sill(tasa de crecimiento de la varianza) y range (distancia de los muestreos) respectivamente.

Las herramientas para medir la correlación de datos se basan en:

Gráficas:

Diagrama de dispersión.

Numéricas:

$$\text{Función de Correlación } (\rho_h) : \frac{1}{N(h)} \sum \frac{Z_{(x)} \cdot Z_{(x+h)} - m_{(-h)} \cdot m_{(+h)}}{\sigma_{-h} \cdot \sigma_{+h}}$$

$$\text{Función de Covarianza } (C_h) : \frac{1}{N(C)} \sum Z_{(x)} \cdot Z_{(x+h)} - m_{(-h)} \cdot m_{(+h)}$$

### 3.5 Universo

El rastreo acústico abarcó un área total de 0,72 mn<sup>2</sup> (millas náuticas) en la zona localizada entre Los Gigantes (11°04'LS) y Punta Carquín (11°05'LS) hasta 1 mn de la costa. En términos generales la bahía de Carquín se caracteriza por ser una ensenada semi-abierta de poca profundidad, con 12 a 13 m en su parte central y un máximo de 20 m a 1,15 mn de la costa; tiene aproximadamente 1,2 mn de perímetro, 0,5 mn de ancho y un área planar de 4, 388,112 m<sup>2</sup> (1,28 mn<sup>2</sup>) es lo que corresponde a toda el área ámbito del trabajo (Anexo 4-Fig. 4).

### 3.6. Técnicas e instrumentos de Acopio de información

#### 3.6.1 Técnicas

##### Muestreos

Se realizaron mediante el muestreo puntual o convencional, en las estaciones de muestreo ya definidas, en el presente trabajo se realizó completamente al azar sin tomar en cuenta lo que menciona el protocolo, en donde indica que esta debe realizarse tomando en cuenta los puntos de impacto, el presente muestreo se sustentó en 4 líneas de muestreo distribuidas paralela y perpendicularmente entre sí. El recorrido, se rastreó acústicamente utilizando una ecosonda FURUNO FCV667, monitoreando en 11 estaciones, con colección de muestras en superficie y fondo.

Para los análisis se utilizaron metodologías estandarizadas las cuales se encuentran contempladas en el Protocolo de Monitoreo de Efluentes industriales pesqueros y de cuerpo marino receptor, las cuales nos

brindaran los datos para el modelamiento respectivo y especificadas en el Anexo 1.

### **3.6.2 Instrumentos**

Los instrumentos debidamente operativos y calibrados, se utilizaron:

- Balanza digital calibrada de 0.001 de precisión.
- Espectrofotómetro.
- Baño maría.
- Columna de reducción.
- Refrigeradora de laboratorio.
- Microscopio.
- Cámara de gases.
- Vidriería en general (fiolas, matraces, probetas, y otros).

### **3.7 Procesamiento y Análisis de la Información:**

Para el procesamiento de los datos se utilizaron hojas de cálculo, los cuales serán validados a través de la base de datos y ordenados para su exportación al programa Surfer en la extensión dat del programa.

Para el procesamiento de la data y graficación de los resultados, se utilizó un programa informático de interpolación y geoestadística (Surfer 13; Golden Software, Colorado, USA), se recurrió al método de interpolación geoestadística por Krigeage o “kriging” para generar cuadrículas interpoladas de la distribución horizontal y vertical.

### **3.8. Resultados**

Los estudios de calidad de agua se realizaron el día 06 de diciembre del 2017, en un área de estudio comprendida entre Punta Centinela ( $11^{\circ}04'5.88''S-77^{\circ}38'17.18''O$ ) y Punta Carquín ( $11^{\circ}5'36.96''S-77^{\circ}38'1.78''O$ ) (Fig. 1). El nivel de colecta de muestras para el fondo varió de 3 y 17 metro (m), y registró transparencias entre 0 y 2.5 m. Se muestrearon en 11 estaciones oceanográficas

por mar en superficie y fondo, colectándose un total de 22 muestras de oxígeno disuelto en superficie y fondo, 22 muestras para nutrientes, 8 muestras para  $\text{DBO}_5$  en superficie, 08 muestras para microbiológicos, 22 muestras para sólidos suspendidos totales, 08 muestras para aceites y grasas, y 08 muestras para sulfuros.

### 3.8.1 Parámetros Físicos

#### 3.8.1.1 Temperatura del mar ( $^{\circ}\text{C}$ )

En superficie, la temperatura del mar registró valores que variaron de  $17,00$  a  $21,50^{\circ}\text{C}$ , siendo el valor medio del área de  $18,33^{\circ}\text{C}$ . La anomalía térmica fue de  $+1,33^{\circ}\text{C}$ , en relación al patrón histórico mensual de Carquín ( $17,0^{\circ}\text{C}$ ), en el fondo los valores térmicos variaron entre  $16,7$  a  $17,5^{\circ}\text{C}$ . (Fuente: Laboratorio Costero de Huacho, Instituto del Mar del Perú). El valor promedio fue  $17,04^{\circ}\text{C}$  (Anexo 4-Tabla N°1).

En la superficie se observan 03 isotermas una de 18, cerca de línea costera, la de 19 a mitad de la bahía y la de 20 formando un núcleo concéntrico, cerca al emisor de la planta pesquera Exalmar. En fondo se observó 01 isoterma, con núcleo concéntrico de  $17,2^{\circ}\text{C}$ , que a diferencia de la superficie se incrementan hacia el Sur-Este (Anexo 4-Fig.5).

### 3.8.2 Parámetros químicos y bioquímicos

#### 3.8.2.1 Oxígeno disuelto ( $\text{mg. L}^{-1}$ )

En la superficie se registraron valores de oxígeno disuelto entre  $0,61\text{mg.L}^{-1}$  (Estación 2) a  $5,28\text{mg.L}^{-1}$  (estación 7), con un promedio de  $2,94\text{mg.L}^{-1}$ . En el fondo los valores de oxigenación oscilaron entre  $0,45\text{mg.L}^{-1}$  (estación 2) a  $1,98\text{mg.L}^{-1}$  (estación 7), con un promedio de  $1,17\text{mg.L}^{-1}$  (Anexo 4-Tabla N°1).

A nivel superficial, se registró una isooxígena de  $3\text{mg.L}^{-1}$ , con núcleos concéntricos, menores de  $3\text{mg.L}^{-1}$  cercanos a la desembocadura del emisor

submarino de una planta pesquera. En el fondo se registraron isolíneas de 1 a 1.5mg.L<sup>-1</sup>. (Anexo 4-Fig-6).

#### 3.8.2.2 Fosfatos (μg.at. L<sup>-1</sup>)

En la superficie se registraron valores de fosfatos entre 1,18 μg-at.L<sup>-1</sup> (Estación 3) a 5.73 μg-at.L<sup>-1</sup> (estación 4), con un promedio de 2.71μg-at.L<sup>-1</sup>. En el fondo los valores de fosfatos oscilaron entre 1.50 mμg-at.L<sup>-1</sup> (estación 3) a 1.98 μg-at.L<sup>-1</sup> (estación 2), con un promedio de 1.17 μg-at.L<sup>-1</sup>(Anexo 4-Tabla N°1).

A nivel superficial, se registraron 3 isolíneas de fosfatos de 2, 3 y 4μg-at. L<sup>-1</sup>, con isolíneas ascendentes hacia el Nor-Oeste de la bahía, mientras que en el fondo se registró una isolínea predominante de 2μg-at. L<sup>-1</sup>(Anexo 4-Fig.7).

#### 3.8.2.3 Nitratos (μg.at. L<sup>-1</sup>)

En la superficie se registraron valores de nitratos entre 1.13 μg-at. L<sup>-1</sup> (Estación 10) a 5.88 μg-at. L<sup>-1</sup> (estación 2), con un promedio de 2.87μg-at. L<sup>-1</sup>, mientras que en el fondo los valores de nitratos oscilaron entre 1.45 μg-at. L<sup>-1</sup> (estación 10) a 5.65 μg-at. L<sup>-1</sup> (estación 2), con un promedio de 3.18 μg-at. L<sup>-1</sup>(Anexo 4-Tabla N°1).

A nivel superficial, se registraron 4 isolíneas de nitratos de 2, 3, 4 y 5 μg-at. L-1, con isolíneas ascendentes de Este a Oeste de la bahía, en el fondo se registró una isolínea predominante de 3.5μg-at. L-1. (Anexo 4-Fig.8).

#### 3.8.2.4 Salinidad (ups)

En la superficie se registraron valores de salinidad entre 34.560ups (Estación 5) a 35.165 ups (estación 8), con un promedio de 34.894 ups, siendo en el fondo los valores de salinidad entre 34.870 ups (estación 10) a 35.156 ups (estación 6), con un promedio de 35.040 ups (Anexo 4-Tabla N°1).

A nivel superficial, se registró 1 isolínea de salinidad de 35.050 ups, con isolíneas descendentes hacia el centro de la bahía, mientras que en el fondo se registró una isolínea predominante de 35.120 ups. (Anexo 4-Fig.9).

#### 3.8.2.5 Sólidos Suspendidos Totales (mg. L<sup>-1</sup>)

En la superficie se registraron valores de Sólidos Suspendidos Totales entre 56.65 mg. L<sup>-1</sup> (Estación 6) a 125.26 mg. L<sup>-1</sup> (estación 11), con un promedio de 90.62 mg. L<sup>-1</sup>, siendo en el fondo los valores de Sólidos Suspendidos Totales, entre 70.25 mg. L<sup>-1</sup> (estación 3) a 100.58 mg. L<sup>-1</sup> (estación 8), con un promedio de 84.66 mg. L<sup>-1</sup>(Anexo 4-Tabla N°1).

A nivel superficial, se registró 2 isolíneas de sólidos suspendidos totales de 80 y 105mg.L<sup>-1</sup>, con isolíneas ascendentes hacia el Nor-Oeste de la bahía, y en dirección al colector de la planta pesquera, en el fondo se registró 2 isolíneas de 80 y 90 mg. L<sup>-1</sup>. (Anexo 4-Fig.10).

#### 3.8.2.6 Coliformes totales y Termotolerantes (NMP/100ml)

En la superficie se registraron valores de Coliformes Totales entre  $7.5 \times 10^2$  NMP/100ml (Estación 3) a  $4.6 \times 10^3$  NMP/100ml (estación 2), con un promedio de  $1.921 \times 10^3$  NMP/100ml, los Termotolerantes, oscilaron entre  $7.5 \times 10^2$  NMP/100ml (estación 3) y  $2.3 \times 10^3$  NMP/100ml (estación 2), con un promedio de  $1.362 \times 10^3$  NMP/100ml (Anexo 4-Tabla N°1).

A nivel superficial, se registró 1 isolínea predominante de Coliformes de 3000 NMP/100ml, con isolíneas ascendentes hacia el emisor submarino de planta pesquera, en el fondo se registró una isolínea predominante de 1500NMP/100ml. (Anexo 4-Fig.11).

#### 3.8.2.7 Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg. L<sup>-1</sup>)

En la superficie se registraron valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno entre 5. 40mg.L<sup>-1</sup> (Estación 1) y 24. 41mg.L<sup>-1</sup> (estación 5), con un promedio de 12. 18mg.L<sup>-1</sup>(Anexo 4-Tabla N°1).

A nivel superficial, se registraron 3 isolíneas de Demanda Bioquímica de Oxígeno de 10,15 y 20mg.L<sup>-1</sup>, con isolíneas ascendentes hacia el Nor-Oeste de la bahía, cercana al emisor submarino de planta pesquera. (Anexo 4-Fig.12).

#### 3.8.2.8 Material Orgánico Extractable en Hexano (Grasas) (mg. L<sup>-1</sup>)

En la superficie se registraron valores de Aceites y grasas entre 0. 10mg.L<sup>-1</sup> (Estación 1) y 0. 56mg.L<sup>-1</sup> (estación 4), con un promedio de 0. 30mg.L<sup>-1</sup> (Anexo 4-Tabla N°1).

A nivel superficial, se registraron 3 isolíneas de aceites y grasas de 2, 3 y 4mg.L<sup>-1</sup>, con isolíneas ascendentes hacia el Nor-Oeste de la bahía (Anexo 4-Fig.13).

#### 3.8.2.9 Sulfuros (mg. L<sup>-1</sup>)

En fondo se registraron valores de sulfuros entre 0. 0001mg.L<sup>-1</sup> (Estación 10) y 0. 0004mg.L<sup>-1</sup> (estación 5), con un promedio de 0. 0003mg.L<sup>-1</sup>(Anexo 4-Tabla N°1).

A nivel superficial, se registraron 2 isolíneas de sulfuros de 0.0002 y 0.0003 mg. L<sup>-1</sup>, con isolíneas ascendentes hacia el Nor-Oeste de la bahía, (Anexo 4-Fig.14).

#### 3.8.2.10 Potencial de iones hidrógeno (pH)

En la superficie se registraron valores de pH entre 6.28 (Estación 2) y 7.36 (estación 3), con un promedio de 6.99, en el fondo los valores de pH, oscilaron entre 6.21 (estación 4) y 7.56 (estación 6), con un promedio de 7.06 (Anexo 4-Tabla N°1).

A nivel superficial, se registró 02 isolíneas de 6.75 y 7.25, con isolíneas ascendentes hacia el Sur-Este de la bahía, en el fondo se registró isolíneas de 6.5 y 7.0 (Anexo 4-Fig.15).

### 3.8.3 Aspectos Geoatmosféricos de la bahía de Carquín

### 3.8.3.1 Batimetría en la bahía de Carquín

El rastreo acústico abarcó un área total de 0,72 mn<sup>2</sup>, localizadas entre Los Gigantes (11°04'10,2''LS) y Punta Carquín (11°05'16.6''LS) hasta 1,15 mn de la costa, donde se registró una profundidad de 16,1 m; en términos generales la Bahía de Carquín es una ensenada abierta que se caracteriza por ser poco profunda con 1,2 mn de largo, 0,5 mn de ancho, 1,67 mn de perímetro y un máximo de 12 a 13 m de profundidad; así mismo abarca un área planar aproximada de 4 387 185 m<sup>2</sup> (1,28 mn<sup>2</sup>). (Fig. 16).

El relieve submarino es ligeramente inclinado, con un área superficial aproximada de 4 387 740 m<sup>2</sup>, donde se encuentran contenidos 47 738 301 m<sup>3</sup> de agua de mar; el análisis de los parámetros dimensionales por estratos del fondo marino indica que el 52,19 % del área superficial (2 290 285 m<sup>2</sup>) se localiza entre los 5-10 m de profundidad, conteniendo 10 495 416 m<sup>3</sup> de agua; sin embargo, el 77,08% (36 794 753 m<sup>3</sup>) del volumen hídrico se encuentra entre los 0-5 m (Tabla N°07).

### 3.8.3.2 Régimen de Corrientes

En superficie se registró un valor mínimo de 2,09 cm/s (Estación 58) (Tabla 2) y un máximo de 39,16 cm/s (Estación 69) al Nor-Oeste de Punta Atahuanca, aproximadamente a 1,5mn de distancia a la costa; se obtuvo una media de 16,13 cm/s con velocidades mayores, entre Cerro Centinela y la ciudad de Vegueta y velocidades por debajo de 14cm/s cerca al litoral costero entre Punta Carquín y Cerro Centinela.

En el fondo, se registró la velocidad mínima (1,61cm/s) al Nor-Este de Punta Végueta (Estación 53) a 0,5 mn de distancia de la costa y la máxima (36,57 cm/s). al Sur Oeste de la isla Don Martín (Estación 25). La media de velocidad de corrientes fue 13,14 cm/s, con velocidades mayores entre Punta Centinela y ciudad de Vegueta (Fuente: Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la región Lima entre Punta Litera -Playa Grande (Barranca y Huaura de la Región Lima), Instituto del Mar del Perú, Adrián



Ramírez Quezada, Walter Elliott Rodríguez, Carlos Maldonado Vásquez , Rafael Gonzales Bazalar, Pedro Berrú Paz, Pablo Gonzales Aranda, Jorge Luis Goñy Quinteros, Helí García Canales (Fig. 17).

### **Dirección de corrientes**

En superficie mayormente hubo corrientes de Sur-Norte, registrándose frente a Los Viños corrientes de Oeste a Este; se observó una corriente de Sur-Oeste a Norte. Al Nor-Este de Punta Vegueta se registró una corriente de Sur-Este a Nor-Oeste. En el fondo, frente a Caleta Vidal se observó corrientes con orientación Nor-Este a Sur-Este; en toda la zona evaluada se registraron corrientes con tendencia rumbo Nor-Oeste (Ramírez A. , Elliott W., Maldonado C., Gonzales R., Berrú O., Goñy J., García H., 2007 “Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la región Lima entre Punta Litera -Playa Grande (Barranca y Huaura de la Región Lima)”, Instituto del Mar del Perú (Fig. 17).

#### 3.8.3.3 Régimen de Vientos

La velocidad promedio del viento por hora en Caleta de Carquín tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 6,8 meses (7 de mayo al 1 de diciembre), con velocidades promedio del viento de más de 14,7 kilómetros por hora. El día más ventoso del año fue el 6 de agosto, con una velocidad promedio del viento de 17,0 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 5,2 meses, (1 de diciembre al 7 de mayo), siendo el día más calmado del año el 1 de marzo, con una velocidad promedio del viento de 12,4 kilómetros por hora.

La dirección del viento promedio por hora predominante en Caleta de Carquín es del Sur durante el año.

(Fuente: <https://weatherspark.com/y/20455/Clima-promedio-en-Caleta-de-Carquín-Perú-durante-todo-el-año>).



## **CAPÍTULO IV**

**Organización, Presentación, Análisis de Resultados**

#### **4.1. Asignación de recursos.**

Recursos humanos

Responsable de la investigación: el responsable fue el Sr. Carlos Maldonado Vásquez, autor del presente trabajo de investigación.

Asistente técnico de campo: Para el muestreo de campo, fue necesario tener el apoyo de un técnico de campo, Sr, Guillermo Ramos, capacitado en toma de muestras, de los diferentes parámetros, establecidos en el capítulo III, Selección de parámetros, el cual nos apoyó en la toma de muestras en superficie y para fondo se utilizó la botella Niskin.

Analista: Durante mi permanencia en la institución tuve la oportunidad de poder ser capacitado y acreditado en los diferentes análisis de laboratorio, para muestras de agua de mar, de acuerdo al protocolo establecido en el año 2002, por lo que todos los análisis, fueron realizados por la autoría de Este trabajo de investigación.

Procesador de la información: La tabulación de datos en el programa Excel, así como también la tabulación en worksheet (programa Surfer 13), fueron realizados por mi persona, así como la totalidad de los modelos de comportamiento de las variables en el cuerpo receptor (bahía de Carquín).

#### **4.2. Presupuesto.**

El trabajo se realizó en el marco de los trabajos de investigación que realiza el Instituto del Mar del Perú, y en el programa de investigación de la salud de los ecosistemas marinos.

	DENOMINACIÓN DEL BIEN O SERVICIO	UNIDAD DE MEDIDA	2017 Dic	TOTAL DE NECESIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1.1	<b>COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES</b>					
	Gasolina de 90 octanos(20 x 14.50)	Galon	20	1	14.5	290.00
1.2	<b>ALIMENTOS DE PERSONAS</b>					
	Víveres s/. 13.70 x personas x 2 días	Días	2	3	13.7	82.20
1.3	<b>BIENES DE CONSUMO</b>					
	<b>Material de computo</b>					
	Tinta epon TO 20311 color 880	Unid	1	1	120	120.00
	CDs Maxell RW	Unid	1	3	3	9.00
	<b>Material de limpieza</b>					
	Guantes quirurgicos x 08 unid	Unid	4	1	2.5	10.00
	Bolsas plásticas x 5 x 20 x paquete	Paquete	4	1	7	28.00
	Jabon neko x unid	Unid	1	3	2.5	7.50
	Paños yes x 06	Unid	1	3	8	24.00
	Papel toalla x unid	Unid	1	3	3.5	10.50
	Toalla de tela 60 x 40 cm x unid	Unid	1	3	6	18.00
	<b>Material de impresión fotografica y fonotecnico</b>					
	Pilas duracell 2A x unidad	Unid	1	1	10	10.00
	<b>Otros</b>					
	Linterna de 02 pilas x unid	Unid	1	1	25	25.00
1.4	<b>PASAJES Y GASTOS DE TRANSPORTE</b>					
	Servicio de transporte maritimo de personal cientifico	Viaje	1	1	350	350.00
	Pasajes internios	Viaje	3	1	25	75.00
1.5	<b>SEGUROS</b>					
	(02)Personal x 02 Salidas x 2 veces x s/.2.70	Días	3	1	2.7	8.10
1.6	<b>OTROS SERVICIOS DE TRANSPORTES</b>					
	Servicio de anillados x 03 unid	Unid	2	1	80	160.00
	Servicio de alquiler de baterias x 02 dias	Días	1	1	10	10.00
1.7	<b>MEDICAMENTOS</b>					
	Botiquin de primeros Auxilios	Unid	1	1	25	25.00
	Buscapina	Unid	3	1	1	3.00
	Donafan	Unid	3	1	0.8	2.40
	Bactrim	Unid	3	1	1.5	4.50
	Quemicitina	Unid	3	1	1.5	4.50
1.8	<b>MATERIAL DE ESCRITORIO</b>					
	Cinta masking tape x rollo	Rollo	1	1	3.5	3.50
	Cinta embalaje	Rollo	1	1	3	3.00
	Correctores x unid	Unid	1	1	2.5	2.50
	Papel de aluminio x rollo	Unid	1	1	8	8.00
	Resaltadores de texto x unid	Unid	1	1	3.5	3.50
	lapicero negro o azul x unid	Unid	1	1	1.5	1.50
	Libreta empastada x unid	Unid	1	1	3	3.00
	papel report A-4. 75g x 01 millar	Millar	1	1	25	25.00
	Plumon indeleble punta fina x unid	Unid	1	1	4.5	4.50
	Tablero acrilico x unid	Unid	1	1	7	7.00
	Sobre manila T A-4 x unid	Unid	4	1	0.5	2.00
1.9	<b>CORREO Y SERVICIO DE MENSAJERIA</b>					
	Servicio de mensajeria	Veces	1	1	25	25.00
	<b>TOTAL</b>					1365.20

### 4.3. Cronograma

DESCRIPCIÓN	DURACIÓN(DÍAS)	FECHA INICIO	FECHA TÉRMINO	2017			2018
				OCT	NOV	DIC	ENE
Reuniones de coordinación con los participantes en el trabajo de investigación	3 días	18 de octubre	20 de octubre	X			
Elaboración y presentación del plan operativo	2 días	06 de Noviembre	07 de Noviembre		X		
Preparación de materiales y coordinación administrativa	5 días	13 de Noviembre	17 de Noviembre		X		
Calibraciones de los equipos a utilizar	4 días	21 de Noviembre	24 de Noviembre		X		
Muestreo de campo	1 día	06 de Diciembre	06 de Diciembre			X	
Procedimiento analítico	7 días	07 de Diciembre	13 de Diciembre			X	
Procesamiento de datos	7 días	09 de Enero	15 de Enero				X
Elaboración de Informe	10 días	17 de Enero	26 de Enero				X

### 4.4 Análisis de los Resultados

De acuerdo al DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, donde se aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, con respecto al área de trabajo, la cual aún no ha sido categorizada por el ente competente, pero de acuerdo a los usos dado por la población y los pescadores de la zona, esta se encuentra contemplada en la Categoría 1: Poblacional y recreacional, así mismo en la Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación, entendiéndose en la subcategoría B, como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente, la Caleta de Carquín, es usada por la población como recreación y de baño, y dentro de la sub-categoría B, B1. Contacto primario, que corresponden a las aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el Surf, el canotaje, la navegación en tabla a

vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares, que es la que está siendo usada por la población.

Así mismo, las características de esta zona, la enmarcaron dentro de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático; que se refiere a aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas. A la Bahía de Carquín, se vierte aguas residuales, a través de un colector de propiedad de la EPS Aguas Lima Norte, la desembocadura del río Huaura y los efluentes industriales de 3 empresas pesqueras, por lo que se le confiere, la denominación de un ecosistema frágil.

Finalmente, este cuerpo de agua se clasifica como Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos – Estuarios; entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea.

#### Análisis Comparativo con la categoría 1- sub-categoría B, B1. Contacto primario

Con respecto a la temperatura superficial del mar, esta no se encuentra contemplada en la norma, pero al comparar el promedio obtenido (19,35°C) con el patrón histórico de la Caleta Carquín (17.0°C) (Fuente – IMARPE. Laboratorio Costero de Huacho), esta registró un delta o anomalía térmica positiva de +2.35°C. En relación a la Demanda Bioquímica de Oxígeno, esta registró un promedio de 12.5mg/L, lo que representa, 2.5mg/L, más de lo que enmarcó los ECAs respecto a esta categoría: Con los nitratos, el promedio obtenido en la zona evaluada fue de 2.86µg-at/L (0.00286mg/L), enmarcado en la norma(10mg/L). Con respecto a los aceites y grasas, la norma es ambigua, porque nos menciona ausencia de película visible, esto permite inferir, que no debe haber ningún trazo de esta variable, el resultado nos indica un promedio de 0.2986mg/L, por lo que este valor no se enmarcó en la norma. Finalmente, los Coliformes totales, registraron un promedio de 1922NMP/100ml, valor que supera ampliamente lo establecido en la norma (200NMP/100ml). El oxígeno disuelto, registró un promedio de 2,94mg/L, y de acuerdo al valor a establecida en la norma  $\geq 5$ , esta no se encuentra enmarcado (Tabla N°04).

#### Comparativo con la categoría 4- sub-categoría B, B1. Conservación del ambiente acuático

Con respecto a la temperatura superficial del mar, esta menciona un delta de +2, al comparar el valor promedio obtenido (19,35°C) con el patrón histórico de la Caleta Carquín (17.0°C), esta registra un delta o anomalía térmica positiva de +2.35°C, por lo que no se enmarcó en la norma. (Fuente – IMARPE. Laboratorio Costero de Huacho).

En relación a la Demanda Bioquímica de Oxígeno, esta registró un valor promedio de 12.5mg/L, lo que representa, 2.5mg/L, más de lo que enmarcó los ECAs respecto a esta categoría. Con los nitratos el promedio obtenido en la zona evaluada fue de 2.86µg-at/L, que por conversión representan 0.00286mg/L, encontrándose dicho valor enmarcado en la norma (200mg/L). Respecto a los aceites y grasas, la norma nos menciona un valor de 5mg/L, mientras que los resultados nos indica un promedio de 0.2986mg/L, por lo que este valor se encuentra enmarcado en la norma. Los Coliformes totales, registraron un promedio de 1922NMP/100ml, y la norma menciona un valor de 200NMP/100ml, por lo que supera ampliamente, el valor establecido en la norma, el oxígeno disuelto, registró un promedio de 2,94mg/L, y de acuerdo al valor a establecida en la norma  $\geq 5$ , esta no se encuentra enmarcado (Tabla N°04).

#### **DISCUSIÓN**

Debajo de la zona eufótica, la respiración microbiana consume oxígeno, causando el declive de éste, sin embargo, en zonas donde la producción primaria es elevada y la circulación profunda de las aguas ricas en oxígeno derivadas de las regiones polares es lenta, la respiración microbiana consume cantidades sustanciales de oxígeno, que son lentamente repuestas, generando condiciones hipóxicas en la columna de agua. Las zonas deficientes en oxígeno en el océano son conocidas como zonas mínimas de oxígeno (ZMO) (Levin 2003), esta misma premisa se puede observar en los resultados del presente trabajo de investigación, donde las estaciones de bajo oxígeno (hipoxia) se relacionan con los valores de Coliformes totales y termotolerantes, que superan los valores enmarcados en los ECAs.



Un alto valor de Coliformes y termotolerantes origina, materia orgánica que se acumula en el fondo, lo que hace que el potencial de descomposición microbiana, su biomasa, y el consumo de oxígeno comunitario aumenten, siendo reemplazada la respiración de oxígeno por la de sulfatos. Al penetrar en un menor grado, el oxígeno dentro de los sedimentos, genera un efecto negativo sobre la fauna bentónica tanto por la falta de oxígeno como por la toxicidad de los sulfuros (Rabalais et al. 2014).

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST), definido como la cantidad de material que es retenido por un filtro estándar, después de la filtración de un volumen de agua, es un indicador importante, porque la concentración de este material provoca la pérdida de transparencia, es decir genera turbidez. Grandes cantidades de SST pueden reducir la fotosíntesis, interrumpir las cadenas tróficas, y actúan como medio de transporte de pesticidas, bacterias y metales tóxicos. Los sólidos suspendidos generados de los sedimentos, usualmente arrastrados por los ríos, destruyen los lugares de alimentación, y reproducción de peces y obstruyen y cubren lagos, represas, ríos y bahías. La concentración de partículas en suspensión se relaciona con otras variables de crucial importancia para la biodiversidad que caracteriza un estuario, como el oxígeno disuelto, la turbidez, la temperatura y la densidad, (Jacinto M., 2014, Propuesta de un sistema de indicadores ambientales y socio económicos en la zona marino costera de pisco – paracas).

El oxígeno disuelto es importante en los procesos de: fotosíntesis, oxidación-reducción, solubilidad de minerales y la descomposición de materia orgánica, constituyendo, además, una fuente nutricional esencial para la mayoría de los organismos vivos, dada su dependencia del proceso de respiración aeróbica para la generación de energía y para la movilización del carbono en la célula. Los niveles de oxígeno disuelto necesarios para sostener la vida de organismos acuáticos varían de una especie a otra. (Jacinto M., 2014, Propuesta de un sistema de indicadores ambientales y socio económicos en la zona marino costera de pisco – paracas).

Las distribuciones bidimensionales obtenidas por el método convencional (puntual) han mostrado generalmente tendencias opuestas entre los niveles de  $DBO_5$  y OD; durante el desarrollo del experimento la relación fue similar, con una tendencia inversamente

proporcional entre los valores más altos de  $\text{DBO}_5$  (7-9 mg/L) y las concentraciones hipóxicas (<3 mg/L) que pueden estar asociadas a la presencia de sedimento fangoso formado por la acumulación y descomposición de material orgánico proveniente de la actividad pesquera y/o efluentes domésticos (Flores O, Maldonado C, "De bidimensional a tridimensional, propuesta de muestreo en calidad de aguas, Bahía de Carquín. 2008", Instituto del Mar del Perú).

Las concentraciones de  $\text{PO}_4$  son típicamente más elevadas en la zona costera que en el océano abierto debido a diferentes factores: 1) En la zona costera existe una mayor concentración de vida marina, la cual al morir, está disponible para que las bacterias las remineralicen; 2) hay un continuo aporte continental de  $\text{PO}_4$  a través de los ríos, ya que hay una contribución continua de  $\text{PO}_4$  proveniente de la erosión en las rocas provocada por el flujo de agua y de la contaminación que se vierte directamente a los ríos; y 3) el aporte directo de los contaminantes generados en la zona costera asociados principalmente a las aguas de desecho (tanto materia orgánica como inorgánica proveniente de detergentes), y canales de riego que acarrear fertilizantes (Ruttenberg, 2003).

Las masas receptoras, es decir, ríos y corrientes subterráneas, lagos, estuarios y el mar, especialmente en las zonas más densamente pobladas y desarrolladas, han sido incapaces, por sí mismas, para absorber y neutralizar la carga polucional, que tales residuos imponen. De esta forma, han venido perdiendo sus condiciones naturales de apariencia física y su capacidad para sustentar una vida acuática adecuada, que responde al equilibrio ecológico que de ellas se espera para preservar nuestras masas hídricas. Como consecuencia de esto, en numerosas ocasiones pierden aquellas condiciones mínimas que les son exigidas para su racional y adecuado aprovechamiento como fuentes de abastecimiento de agua, como vías de transporte o aún como fuentes de energía (Espigares M., y Pérez J.A., 1985, "Aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Universidad de Granada". Servicio de Publicaciones. Granada).

Se puede observar en la tabla N°8, del Anexo tablas, que los valores registrados de oxígeno disuelto, son inversamente proporcionales a los valores obtenidos de la

Demanda Bioquímica de Oxígeno, debido a que la  $DBO_5$ , mide indirectamente la concentración de microorganismos de Coliformes totales y termotolerantes. Cuando mayor es la cantidad de microorganismos, mayor será la demanda, por lo que a mayor DBO es menor la concentración de oxígeno disuelto.

## CONCLUSIONES

- El modelo bidimensional propuesto demostró el impacto de la calidad de las aguas, evidenciando que la bahía de Carquín, es un ecosistema frágil, debido a la carga del colector de aguas servidas sin tratamiento de los distritos de Huacho, Santa María, Hualmay y Carquín y de las aguas procesadas que desembocan de 3 plantas pesqueras y del río Huaura.
- Los Variogramas y modelos de comportamiento en el ecosistema, muestran isolíneas, que superan en algunos casos (Coliformes totales, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Oxígeno disuelto) ampliamente los establecidos en la normativa vigente.

## RECOMENDACIONES

- Incluir en los próximos estudios a realizar para determinar la calidad acuática de zonas marino costeras, el tipo de muestreo en grillado, que nos permitirá tener un muestreo al azar, válido y que represente a toda la zona a evaluar.
- Realizar inventarios exhaustivos de la biodiversidad, y determinar mediante ensayos ecotoxicológicos, cual es el impacto en el organismo y fisiología de los diversos organismos o recursos marino costeros.
- Proponer estudios experimentales de los efectos de otras variables, contempladas en la normativa, para determinar holísticamente el impacto producido en este ecosistema.
- El control y la vigilancia de los Límites Máximos Permisibles (LMP), por parte del Ministerio de la Producción, en las empresas pesqueras, aledañas a la zona del proyecto, deben realizarse de acuerdo a la normativa vigente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Álvarez C., Su L., 2010, “la industria pesquera y su influencia en la contaminación ambiental”, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Angles J. 2007. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de la bahía interior de Puno para determinar el nivel de contaminación. Tesis, Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Altiplano Puno.

APHA-AWWA-WPCF. 1999. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 204 ed. Part. 2540D. Washington.

Arévalo W., Maldonado M., Iglesia S., Cabrera C., Concepción L., 2013, “Evaluación de la calidad ambiental del ecosistema de la bahía de Ancón durante octubre 2013”.

Barla R., 2014, “Diccionario para la Educación Ambiental.

Beltrán D., Palomino R., Moreno E., Peralta C., y Montesinos-Tubée D., 2011, “Calidad de agua de la bahía interior de Puno, lago Titicaca durante el verano del 2011”.

Brönmark C. & L.A Hanson. 2005. The biology of lakes and ponds. 2nd edition. Oxford University Press Inc., New York. United States: 285 pp.

Cabello R. y Maldonado C. 2006, Informe Interno, Instituto del Mar del Perú, Laboratorio Costero de Huacho.

Cifuentes, J., Cupul F., 2014, “Temas sobre Investigaciones Costeras” Universidad de Guadalajara.

Compendio de la legislación ambiental peruana, Volumen V, Calidad ambiental”, 2010, Editada por la Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental del Ministerio del Ambiente, pp 3.

Constantini M., Savetta L., Mancinelli G & Rossi L, 2004. "Spatial variability of the decomposition rate of *Schoenoplectus tatora* in a polluted area of Lake Titicaca"; *Journal of Tropical Ecology* 20:325-335.

Espigares M., Pérez J., 1985, "Aspectos sanitarios del estudio de las aguas" Universidad de Granada. Servicio de Publicaciones. Granada.

Flores O, Maldonado C, 2008, "De bidimensional a tridimensional, propuesta de muestreo en calidad de aguas, Bahía de Carquín", Instituto del Mar del Perú.

Gonzales E., 2011, "Calidad bacteriológica del agua marina en Acapulco, México" Instituto Politécnico Nacional.

Grasshoff, K., K. Kremling, y M. Ehrhardt 1999. *Methods of Seawater Analysis*. Determination of hydrogen sulphide. Pp 91:97. Edit. WILEY- VCH. IMARPE, 2000.

INDECI – PNUD PER/02/051 00014426, 2007, "Ciudades Sostenibles" Mapa de Peligros de la Ciudad de Huacho.

International Organization for Standardization, 1983, *Water Quality Determination of Biochemical Oxygen Demand after n days (DBOn), Dilution and Seeding Method*, First Edition . ISO 5815:1983-10-01D.

Isique M. (2012), "Gestión de las Aguas Residuales en la ciudad de Huacho", Aguas Lima Norte, Ex – EMAPA).

Jacinto M., Chávez J., Martínez C., Guzmán M., 1996, "Evaluación de la calidad medio marino en la Bahía de Talara".

Jacinto M., 2014 "Propuesta de un sistema de indicadores ambientales y socio económicos en la zona marino costera de pisco – Paracas" Tesis para optar el grado académico de maestro en ciencias con mención en gestión ambiental.

Jacinto M., Chávez J., Morón O., Sánchez S., 1997, "Evaluación de la calidad del ambiente marino en la Bahía Ferrol – Chimbote", Instituto del Mar del Perú.

Jacinto M., Chávez J., Martínez C., Guzmán M, 1996, "Evaluación de la calidad medio marino en la Bahía de Talara".

Maldonado C. 2002, "Calidad de agua en la bahía de Huacho. 2002". Informe Instituto Mar Perú 39(3-4): 212-217.

Maldonado C. y Orozco R., 2008, Calidad de aguas en la bahía de Carquín, Informe Interno, Laboratorio Costero de Huacho, Instituto del Mar del Perú.

Maldonado C. y Cabello R., 2010, «Calidad de aguas en las bahías con alto potencial de contaminación, Huacho, Carquín, Vegueta y Chancay, Informe Interno, Laboratorio Costero de Huacho, Instituto del Mar del Perú.

Mata A., Quevedo F., 2005, "Diccionario didáctico de Ecología".

Mollocondo H. 1995. "Determinación de nutrientes; nitrógeno y fósforos relacionados con los parámetros abióticos en la bahía interior de Puno". Tesis, Licenciado en Biología. Facultad Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Pineda D. 1997, "Influencia de la eutrofización en la distribución espacial de ictiofauna en la bahía interior de Puno". Tesis, Licenciado en Biología. Facultad Ciencias Biológicas Universidad Nacional del Altiplano Puno.

PERRY, R. 1982. Manual del Ingeniero Químico. 5ta. Edición. Vol. I. Edit. Mc Graw Hill.

Strickland, J. D and Parsons T.R., 1968 A manual of seawater analysis Research Board of Canada Buil N°125.

Plan de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Provincial de Huaura 2013-2022, 2013, proyecto "Fortalecimiento y desarrollo de capacidades para el ordenamiento territorial", Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Vásquez A., 2016. "Metals in sediments of the new of the gulf of Mexico, lithogenic vs anthropogenic. Possible geochemical disturbance due to the spill of the deepwater horizon" Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México



# ANEXOS

## Anexo 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO
<u>Problema Principal</u>	<u>Objetivo General</u>	<u>Hipótesis General</u>	<u>Variable dependiente</u>		
¿En qué medida un modelo bidimensional favorecería el análisis de la calidad de aguas y la distribución de sus parámetros en la bahía de Carquin, provincia de Huaura, Lima 2017?	Determinar el impacto de la calidad de aguas, a partir de un modelo bidimensional, en la bahía de Carquin, Provincia de Huaura, Región Lima 2017	El modelo bidimensional permitirá un análisis más eficiente del impacto de la calidad de aguas, en la bahía de Carquin, provincia de Huaura, Región Lima 2017.	Parámetros e indicadores de impacto ambiental	Valores determinados mediante el diseño experimental analítico, que permitan mediante comparación determinar el impacto ambiental	
<u>Problemas secundarios</u>	<u>Objetivos específicos</u>	<u>Hipótesis específica</u>	<u>Variable independiente</u>		
•¿Un modelo bidimensional, determinaría la calidad de aguas en la bahía de Carquin, provincia de Huaura, Región Lima, 2017, a partir de los Efluentes industriales y sus indicadores?	•Determinar el impacto de los efluentes industriales y sus indicadores a partir de un modelo bidimensional, en la bahía de Carquin, Provincia de Huaura, Región Lima 2017, 2017.	•El impacto de los Efluentes industriales y sus indicadores genera resultados en un modelo bidimensional, en la bahía de Carquin, provincia de Huaura, Región Lima 2017.	Modelo bidimensional establecido para determinar el impacto.		Experimental analítico, modelaje bidimensional, por interpolación por geoestadística por "kriging", generación de cuadrículas interpoladas
•¿Un modelo bidimensional determinaría la calidad de aguas en la bahía de Carquin, provincia de Huaura, Región Lima, 2017 a partir del análisis de las aguas domésticas municipales y sus indicadores?	•Determinar el impacto de los efluentes domésticos municipales y sus indicadores, a partir de un modelo bidimensional, en la bahía de Carquin, Provincia de Huaura, Región Lima 2017	•El impacto de las aguas domésticas municipales y sus indicadores genera resultados en un modelo bidimensional, en la bahía de Carquin, provincia de Huaura, Región Lima 2017.			



## Anexo 2

### 2.1 METODOLOGÍAS ANALÍTICAS PARA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD EN EL CUERPO MARINO RECEPTOR

#### **A. DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO**

**Método:** Titulométrico

#### **Referencias**

IMARPE, 2000. Procedimiento Estándar de Operación. PEO-OD-001: Metodología para la determinación de oxígeno disuelto en agua de mar por valoración.

Área de Evaluación de la Contaminación Marina. PERRY, R. 1982. Manual del Ingeniero Químico. 5ta. Edición. Vol. I. Edit. Mc Graw Hill.

#### **Colecta y Preservación**

A nivel superficial coleccionar la muestra en un balde de plástico, mientras que a nivel de fondo o media agua emplear una botella Niskin de 5 L de capacidad (Foto N°01 y 04), en Este caso Este depósito contiene una manguera de salida. Para la colecta de muestra se empleará un frasco de vidrio de aproximadamente 115 ml (Foto N°03) de capacidad con boca esmerilada para recepcionar la muestra. La muestra superficial se coleccionará sumergiendo la botella de oxígeno en el balde en forma inclinada y suave, evitando la formación de burbujas de aire. La muestra de media agua se coleccionará de la botella Niskin por gravedad. En ambos casos se debe evitar la formación de burbujas y luego preservar añadiendo 1 ml de Reactivo I y 1 ml de Reactivo II (ver Anexo 3 para definición de reactivos de preservación), agitar; guardar en un ambiente fresco y oscuro hasta su análisis en laboratorio. El tiempo máximo de almacenamiento de la muestra es de 24h.

Equipos, materiales y reactivos

- Microbureta automática de 10 ml graduada (escala de 0,05 ml

- RI (Reactivo I): Solución preparada al disolver 36,6653g de  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  y/o 31,3184g de  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  enrasado a 100 ml con agua destilada.
- RII (Reactivo II): Solución preparada al combinar 60 g de KI y 30 g de KOH disueltos separadamente en una mínima cantidad de agua destilada y enrasados hasta 100 ml
- . - RIII (Reactivo III): Solución de ácido sulfúrico (1:1)- Solución de tiosulfato de sodio 0,02 M
- 01 Erlenmeyer de 250 o 300 ml
- 01 gotero con almidón
- Botella de vidrio ámbar y/o transparente de boca angosta esmerilada con tapa de aproximadamente 115 ml de capacidad, previamente calibrado.

### **Procedimiento analítico**

#### a) Cálculo del factor de botella ( $f_b$ )

Una botella de vidrio con su tapa respectiva se pesa vacía, luego se llena con agua destilada y se pesa. La diferencia de pesos es equivalente al volumen (B, ml) que ocupa el agua destilada en la botella (consideración: densidad a temperatura ambiente es de  $1\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ ).

El cálculo del  $f_b$  se realiza con la siguiente fórmula:

$$F_b = 112/B - 2$$

#### b) Estandarización de la solución de tiosulfato

Preparación del tiosulfato de sodio 0,02 M

Pesar 4,95 g de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  y disolver con agua destilada enrasándolo a 1 L

.- Preparación del yodato estándar 0,01N Pesar 0,3567 g de  $\text{KIO}_3$  y disolver con agua destilada enrasándolo a 1 L.

- Cálculo del  $f_t$  (factor del tiosulfato de sodio): Medir 50 ml de agua destilada en un Erlenmeyer y adicionar 1 ml de RIII, 1ml de RII y 1ml de RI (entre cada reactivo adicionado hay que agitar) y añadir 10 ml de yodato estándar 0,01 N. El yodo liberado es titulado con la solución de tiosulfato de sodio 0,02 M hasta color amarillo pálido, se adiciona 2 a 3 gotas de almidón soluble y la solución cambia a un color morado o azul

intenso (intensidad varía según su concentración). El viraje a incoloro indicara el punto final.

$$ft = 5/V$$

dónde: V = Volumen de gasto del tiosulfato, ml.

### c) Análisis

Disolver el precipitado formado en la preservación de la muestra agregando 1 ml de R-III, agitar, esperar 10 minutos antes de iniciar la titulación. Transvasar la muestra del frasco en un Erlenmeyer e iniciar la titulación con tiosulfato, agitando constantemente hasta que la solución adquiriera un tono amarillo pálido. Adicionar 3 gotas de indicador almidón con lo cual la solución se coloreará de morado. Seguir titulando con tiosulfato, agitando cuidadosamente hasta que la solución vire a incoloro. Anotar el gasto "a" del tiosulfato para los cálculos respectivos.

### Cálculos

La concentración del oxígeno disuelto en agua de mar, se calcula con la siguiente fórmula:

$$C \text{ (ml/L)} = ft * fb * a$$

$$C \text{ (mg. L}^{-1}\text{)} = 1,4289 * ft * fb * a$$

Dónde:

C: Concentración de oxígeno disuelto

ft: Factor de tiosulfato

fb: Factor de botella

a: gasto de tiosulfato en ml

## B. DETERMINACIÓN DE SULFUROS

### Método:

Colorimétrico – Azul de metileno.

### Referencias

GRASSHOFF, K., K. Kremling, y M. Ehrhardt 1999. Methods of Seawater Analysis. Determination of hydrogen sulphide. Pp 91:97. Edit. WILEY- VCH. IMARPE, 2000.

Procedimiento Estándar de Operación. PEO-S=-001: Determinación de sulfuro de hidrógeno en agua de mar por colorimetría. Área de Evaluación de la Contaminación Marina. DMPAM. PEO-S/MC-001.

### **Colecta y Preservación**

A nivel superficial coleccionar la muestra en un balde de plástico, mientras que a nivel de fondo o a media agua emplear una botella Niskin de 5 L de capacidad con una manguera de salida. La muestra se colecciona en un frasco de vidrio oscuro de 115 ml de capacidad con boca esmerilada, evitando la formación de burbujas de aire, es preservada con 1 ml de acetato de zinc y almacenada a temperatura ambiente. La muestra preservada de esta manera puede ser almacenada por un período 7 días mientras se guarde en un lugar oscuro y fresco.

### **Equipos, materiales y reactivos**

- Equipo espectrofotómetro UV Visible- Celdas de 1 y 5 cm
- Frascos de vidrio ámbar de boca angosta esmerilada de aproximadamente 115 ml
- Pipetas
- R-I=Solución preparada al disolver 1,00g de N,N-dimetil-p-fenileno diaminodihidrocloruro  $(\text{CH}_3)_2\text{N} \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NH}_2 \cdot 2\text{HCl}$  (1,4) en 500 ml de ácido clorhídrico 6M. El reactivo es estable por varios meses. Almacenar en frasco de vidrio ámbar y en oscuridad.
- R- II = Solución preparada al disolver 8 g de  $\text{FeCl}_3$  en 500 ml de ácido clorhídrico 6M. El reactivo es estable indefinidamente. Almacenar en frasco de vidrio ámbar y en oscuridad.
- Preservante. Disolver 5,22 g de acetato de zinc dihidratado en 500 ml de agua destilada libre de oxígeno conteniendo 1 g de gelatina. - Agua libre de oxígeno. Es preparada a partir de la ebullición del agua destilada en un volumen de 2-5 L por 30 a 60 minutos, durante el cual se burbujea una corriente de gas nitrógeno hasta su

enfriamiento a temperatura ambiente. Esta agua no se puede almacenar y debe ser preparada antes de su uso.

### **Procedimiento analítico**

#### **a) Estandarización**

1. Preparación del tiosulfato de sodio 0,02 M

Pesar 4,95 g de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  y disolver con agua destilada enrasándolo a 1 L

2. Estandarización de la solución de trabajo de sulfuros

#### **-Solución stock de sulfuros**

Lavar unos cuantos cristales de sulfuro de sodio noahidratado ( $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) con agua destilada. Secar inmediatamente con papel filtro. Pesar 0,75g de la sal disolver con agua libre de oxígeno en una fiola y enrasar a un litro. La solución no es estable y debe ser usada al momento.

#### **-Solución de trabajo de sulfuros**

Pipetear 25 ml de la solución stock de sulfuros en una fiola de 500 ml que contiene agua libre de oxígeno y 5 ml de solución de gelatina con acetato de cinc. Enrasar con agua libre de oxígeno. Esta solución es estable por varias horas y antes de usarse debe agitarse vigorosamente, la solución contiene aproximadamente 5  $\mu\text{g}$  de sulfuros por centímetro cubico (aproximadamente 0,16 microgramos átomo  $\mu\text{g-at H}_2\text{S-S.cm}^{-3}$ ). Debido a la inestabilidad de la solución se recomienda su estandarización.

#### **-Estandarización**

En 6 Erlenmeyer de 300 ml de capacidad se adicionan 10 ml de agua bidestilada y de 1a 2 g de KI, suidamente en cada Erlenmeyer se adicionan 10 ml de solución de  $\text{KIO}_3$  0,01 N y 1 ml de ácido sulfúrico (1:1). Posteriormente en tres de los Erlenmeyer se adicionan 50 ml de solución de trabajo y en los otros tres 50 ml de agua bidestilada, todos los matraces se agitan y se deja reposar por 10 minutos luego se titula con

tiosulfato usando almidón como indicador. La concentración corregida “C” de sulfuros se calcula por la fórmula:

$$C (\mu\text{g at H}_2\text{S-Sml}^{-1}) = 10 * f * (A - B) / 50$$

$$C (\mu\text{g H}_2\text{S} \cdot \text{ml}^{-1}) = [10 * f * (A - B) / 50] * 32$$

Dónde: A = Volumen promedio del gasto de tres soluciones sin sulfuros (ml).

B = Volumen promedio del gasto de tres soluciones conteniendo sulfuros (ml).  
ft= factor de la solución de tiosulfato.

#### b) Preparación de la curva de calibración

La curva de calibración se basa en la preparación de soluciones patrón a partir de la solución de trabajo de concentración corregida “C”. En la Tabla A.1 se indican los volúmenes de la solución de trabajo, a los cuales se les añade 1 ml de los reactivos I y II y se enrasa con agua destilada libre de oxígeno en fioles de 50 ml evitando la formación de burbujas (por sifoneo). Dejar reposar 1 hora y leer con un blanco (agua libre de oxígeno) a una longitud de onda de 670 nm en celdas de 1 cm y/o celda de 5 cm según sea el caso.

Tabla A.1. Volúmenes de solución de trabajo para análisis de sulfuros

Celda 1 cm				Celda 5cm		
Patrón	Sol. trabajo	Concentración	absorbancia	Sol. trabajo	Concentración	Absorbancia
	(ml)	( $\mu\text{H}_2\text{SL}$ )	neta	(ml)	( $\mu\text{H}_2\text{SL}$ )	neta
1	2.0			0.2		
2	4.0			0.4		
3	6.0			0.6		
4	8.0			0.8		

Estas concentraciones teóricas se expresan en  $\mu\text{g H}_2\text{S} \cdot \text{ml}^{-1}$

(para celda de 1 cm) o  $\mu\text{gH}_2 \text{ S} \cdot \text{L}^{-1}$  (para celda de 5 cm). Las lecturas de estas soluciones expresadas en unidades de absorbancia conjuntamente con las concentraciones determinarán la curva de calibración respectiva.

Nota: Absorbancia neta = Absorbancia de la muestra – Absorbancia del blanco

c) Curva de calibración en celda de 1 cm

La curva de calibración es obtenida a través de la regresión lineal entre la absorbancia vs. Concentración ( $\mu\text{g H}_2\text{S.ml}^{-1}$ ).

$$\text{Abs.} = m C (\mu\text{g H}_2\text{S.ml}^{-1}) + b$$

Donde:

Abs. = Absorbancia neta

C = Concentración ( $\mu\text{g H}_2\text{S.ml}^{-1}$ )

m = Pendiente de la recta

b = Intersección con el eje de absorbancia.

d) Curva de calibración en celda de 5 cm

La curva de calibración es obtenida a través de la regresión lineal entre la absorbancia vs. Concentración ( $\mu\text{g H}_2\text{S.L}^{-1}$ ).

$$\text{Abs.} = m_1 C (\mu\text{g H}_2\text{S.L}^{-1}) + b_1$$

Donde:

Abs. = Absorbancia neta

C = Concentración ( $\mu\text{g H}_2\text{S.L}^{-1}$ )

m<sub>1</sub> = Pendiente de la recta

b<sub>1</sub> = Intersección con el eje de absorbancia.

e) Lectura de muestras

A la muestra previamente preservada, adicionar 1 ml de RI y 1 ml de RII. Dejar reposar por una hora a temperatura ambiente en un lugar oscuro y fresco, a fin de que desarrolle la coloración respectiva y dar inicio a la lectura. La lectura en el espectrofotómetro se realiza a una longitud de onda de 670 nm.

Se deberá considerar que la celda de 1cm es empleada en la lectura de muestras de mayor concentración, esto es para muestras que desarrollen una tonalidad azul intensa a translucidas según la concentración.

#### f) Cálculos

La absorbancia obtenida en la lectura de cada muestra es reemplazada en la ecuación de curva respectiva (de 1 cm ó de 5 cm) según sea el caso.

La concentración de sulfuros se calcula con las siguientes fórmulas:

-Celda de 1 cm

$$C (\mu\text{g H}_2\text{S.L}^{-1}) = [(\text{Abs.} - b) / m] * 1000$$

$$C (\mu\text{g-at H}_2\text{S-S.L}^{-1}) = [(\text{Abs.} - b) / m] * 1000 *$$

$$(1/32)C (\text{mg H}_2\text{S.L}^{-1}) = C (\mu\text{g-at H}_2\text{S-S.L}^{-1}) * (0.032)$$

-Celda de 5 c

$$C (\mu\text{g H}_2\text{S.L}^{-1}) = [(\text{Abs.} - b1) / m1]$$

$$C (\mu\text{g-at H}_2\text{S-S.L}^{-1}) = [(\text{Abs.} - b1) / m1] * (1/32)$$

$$C (\text{mg H}_2\text{S.L}^{-1}) = C (\mu\text{g-at H}_2\text{S-S.L}^{-1}) * (0,032)$$

### **C. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST).**

**Método** Por filtración,

#### **Referencias**

APHA-AWWA-WPCF. 1999. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 204 ed. Part. 2540D. Washington,

IMARPE.1995, Procedimiento Estándar de Operación-PEO-SST-001: Metodología para la determinación de sólidos Suspendidos totales en agua de mar, aguas superficiales, continentales y potables por gravimetría, Área de Evaluación de Contaminación marina.

DMPAM.PEO-SST/MF-001.

#### **Colecta y Preservación**



A nivel superficial, coleccionar la muestra en un balde de plástico, a nivel del fondo (o a diversas profundidades) emplear una botella Niskin de 5L de capacidad. La muestra previamente homogenizada se colecciona en un frasco de 500ml, evitando el ingreso de arena o material grueso que sedimente, llenar hasta el hombro de la botella y tapar, guardar en un cooler conteniendo hielo hasta su llegada al laboratorio. Las muestras se pueden almacenar por un tiempo máximo de 7 días, debidamente refrigeradas a 4°C, se recomienda realizar inmediatamente el análisis, para minimizar la degradación de la muestra.

### **Interferencias**

Afectan los resultados, el equipo de filtración, el material de filtro, el post lavado del filtrado, la temperatura del secado, material flotante que puede obstruir el filtro, debe ser eliminado manualmente.

### **Equipos, materiales y reactivos**

- Desecador, con indicador de concentración de humedad.
- Equipo de filtración.
- Bomba de vacío.
- Estufa.
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1mg.
- Probeta de 250ml.
- Probeta de 25ml.
- Placas Petri de 60X10mm.
- Papel filtro de fibra de vidrio, con tamaño de poro nominal de 1-1.5µm.
- Botellas de plástico de boca ancha.

### **Procedimiento analítico**

- a) Preparación del papel de filtro de fibra de vidrio, lavar el filtro sucesivamente tres veces con 20ml de agua destilada, utilizando la bomba de vacío.
- b) Retirar el papel de filtro y secarlo, se realiza en una estufa a una temperatura de 103-105°C por una hora, enfriar en el desecador y pesar( $P_1$ ).
- c) Filtración de la muestra:  
 Previo al análisis se debe agitar la botella para homogenizar la muestra y filtrar al vacío, un volumen de 150 a 250ml, En muestras más concentradas, filtrar un menor volumen considerando siempre que no se pierda representatividad.
- d) Retirar con una pinza el papel con los sólidos, colocarlo sobre el Petri correspondiente y llevarlo a estufa por 1h mínimo hasta peso constante.  $P_2$ .
- e) Cálculos

La concentración de los sólidos suspendidos se expresa en mg de residuos no filtrables por litro de agua de mar y se calcula de la siguiente fórmula:

$$\text{SST (mg. L}^{-1}\text{)} = [(P_2 - P_1W)]*10^6$$

Dónde:

SST = Sólidos Suspendidos Totales (mg. L<sup>-1</sup>)

$P_2$  = Peso de Petri + papel de filtro + residuo seco en gramos

$P_1$  = Peso de Petri + papel de filtro en gramos

V = Volumen de muestra en ml.

## D. DETERMINACIÓN DE ACEITES Y GRASAS

### Método

### Extracción directa

### Referencias

APHA-AWWA-WPCF. 1999, Standard Methods for Examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup> edición. Method 5520B. Washington.

El Peruano.1969, Ley General de Aguas, Decreto Ley N°17752.

IMARPE 2000, Procedimiento Estándar Operativo. PEO-AG-001: Metodología para la determinación de aceites y grasas en agua de mar, aguas superficiales, continentales y potables por gravimetría. Área de Evaluación de la Contaminación Marina. PEO-AG/ED-001.

### **Colecta y Preservación**

A nivel superficial se colecta muestra en un balde plástico, se recepciónó en un frasco de vidrio de 1L y se le agrego inmediatamente HCl o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1) hasta pH <2, se homogenizo bien la muestra y se mantuvo en refrigeración hasta su análisis.

Equipos, materiales y reactivos

### **Equipos**

- Balanza analítica digital 0.1mg de precisión.
- Estufas.
- Sistema roto evaporador Buchi.
- Bomba de vacío Gast. Presión de trabajo; 10pulg Hg.

### **Material de muestreo**

- Botella de vidrio de 1.0L de capacidad de boca ancha.
- Cooler.
- Hielo.
- Balde de plástico.

### **Materiales para el análisis**

- Embudo de separación de 1L.
- Desecador.
- Papel filtro Whatman 42.

-Balones de boca esmerilada 29/32 de 250ml.

-Sistema de refrigeración.

-Pipeta de vidrio de 25ml.

-Pipeta Pasteur de vidrio.

### **Reactivos**

-Hexano.

-Sulfato de sodio anhidro (granular fino).

-Metanol p.a.

-Ácido clorhídrico o ácido sulfúrico (1:1) solución preservante.

### **Procedimiento analítico**

Las muestras seleccionadas fueron atemperadas a medio ambiente para su análisis. Se corrió un blanco (B) empleando agua destilada con el grupo de muestras.

- a) Se homogenizó la muestra a temperatura ambiente y se midió 1L se transvasó a una pera de separación y extraer 3 veces con 30ml de hexano, en cada extracción, se agitó por 5 minutos, y se dejó separar la fase acuosa del solvente.
- b) Se separó la fase acuosa, regresando al frasco de origen, no se presentaron emulsiones.
- c) La fase orgánica se recibió en un balón pre-pesado (peso inicial del balón= $P_1$  en gramos) el cual contuvo un embudo con papel filtro de whatman N°42 con sulfato de sodio anhidro suficiente para captar el agua o emulsiones de la interface. (aproximadamente. 1-2g).
- d) En el caso del blanco, el peso inicial del balón seco será  $A_1$ (en gramos).
- e) Para la 2a y 3a extracciones se procede como en el punto c.
- f) Enjuagar la pera de separación con 5ml de hexano, el cual se recibió en el balón que contiene la muestra (previamente se filtró con sulfato, punto c).

- g) Se concentró la muestra separando el solvente por destilación al vacío. Con el rota vapor (Foto N°02) hasta aproximadamente 1ml y se secó en la estufa 105°C a peso constante (Peso final  $P_2$ ), condiciones del rotavapor: 68°C (baño maría) y 10 pulgHg (vacío).
- h) Para el blanco se procede de la misma manera, una vez separado el solvente, se registró peso constante  $A_2$  (g).

**i) Cálculos:**

La concentración de los aceites y grasas se calcula con la siguiente formula:

$$AG \text{ (mg. L}^{-1}\text{)} = [(P_2 - P_1) - B] \times 1000 / V$$

Dónde:

AG = Aceites y grasas (mg. L<sup>-1</sup>).

$P_2$  = Peso del balón + residuo (g), corresponde a la muestra.

$P_1$  = Peso inicial del balón (g).

$A_2$  = Peso final del blanco: peso del balón + residuo del solvente (g).

$A_1$  = Peso inicial del blanco: Peso del balón (g).

B = Blanco del solvente ( $A_2 - A_1$ ) en el balón g.

V = Volumen de la muestra (L).

## E. DETERMINACION DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO

### Método

Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en agua de mar, aguas superficiales y zona de mezcla por dilución simple.

### Referencias

APHA-AWWA-WPCF. 1999. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 204 ed. Part. 2540D. Washington.

IMARPE. 1995, Procedimiento Estándar de Operación-PEO-SST-001: Metodología para la determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en agua de mar, aguas superficiales, y zonas de mezcla Área de Evaluación de Impacto Ecológico.

DMPAM. PEO-DBO<sub>5</sub>/DS-001.

International Organization for Standardization, 1983, Water Quality Determination of Biochemical Oxygen Demand after n days( $DBO_n$ ), Dilution and Seeding Method, First Edition . ISO5815.1983-10-01D.

### **Colecta y Preservación**

Las muestras superficiales o de fondo, fueron colectadas mediante un balde o botella Niskin respectivamente, se recibieron en frascos de vidrio o plástico limpios de 1L, Para evitar la descomposición de la muestra por acción microbiana, se mantuvo la muestra entre 0 y 4°C, (Cooler con hielo), hasta su análisis, se mantuvo en cuenta que solo podía ser 24 horas.

### **Interferencias**

Las que se indican para la determinación de Oxígeno disuelto por el método de Winckler-Azida (ISO 1983), causadas por sustancias oxidantes, reductoras y material suspendido.

### **Equipos, materiales y reactivos**

#### **Equipos**

- Incubadora  $DBO$   $20 \pm 1^\circ C$ .
- Estufa de 50 a  $150^\circ C$ .
- Potenciómetro.
- Destilador.
- Bureta automática de 10ml.
- Difusor de aire(blower).
- Refrigeradora.

#### **Materiales**

- Frascos de  $DB$  de 250 a 300ml con tapa esmerilada y con tapa de plástico de Seguridad.
- Fiolas de 100ml y 500ml.

- Pipetas graduadas de 1.5 y 10ml.
- Probetas de 100ml.

## Reactivos

### a) Sales de dilución

- Solución buffer fosfato.  
KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 8.5 g; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 21.75 g; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 33.4g y NH<sub>4</sub>Cl, 1.7g se enraza a 1L.
- Solución de nutrientes  
Sulfato de magnesio heptahidratado; 22.5g/L.  
Cloruro de calcio:27.5g/L.  
Cloruro férrico Hexaditratado:0.25g/L.

### b) Solución estándar de control

150g de glucosa en 1L.

150g de ácido glutámico en 1L.

Se mezcló ambas soluciones en proporción 1:1.

### c) Reactivos para la determinación de Oxígeno (Anexo 3A-pag 46).

## Procedimiento analítico

### a) Preparación de agua de dilución

- A partir del agua destilada se prepara el agua de dilución, agregar 1ml de cada una de las soluciones de nutrientes y de la solución buffer por litro de agua destilada.
- Airear (empleando blower) hasta la saturación de Oxígeno ( $-10\text{ml.L}^{-1}$ ), por una hora. Se empleó la solución inmediatamente, no es recomendable dejar pasar más de 8 horas (degradación y proliferación bacteriana).

### b) Preparación de blancos de control

- Colectar el agua de dilución en dos frascos de vidrio DBO<sub>5</sub> de 300ml.
- Determinar el oxígeno disuelto inicial, en el primer frasco mediante el Método de Winckler Azida.

- Incubar el segundo blanco a  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 5 días, al cabo del quinto día determinar el oxígeno disuelto final.

c) Tratamiento de muestras

1. Medir el pH de la muestra, que debe estar entre 6-8 en caso contrario neutralizar con NaOH  $20\text{g.L}^{-1}$  o HCl  $0.5\text{mol. L}^{-1}$ .
2. Las muestras de agua de mar distantes a zonas con influencia de descargas, no necesitan diluirse, la muestra se incuba directamente en frascos de 300ml.
3. Para las muestras provenientes de zonas de mezcla se realiza una dilución simple utilizando un factor de dilución (fd) de acuerdo a la tabla A-3, trabajar con muestras replicas.
4. Determinar el oxígeno disuelto inicial (0 días), del primer grupo de muestras replicas, mediante el método Winckler Azida.
5. Incubar el segundo grupo de muestras replicas a  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y proceder a evaluar el oxígeno disuelto final al quinto día de incubación con el método respectivo.

Tabla A-3. Diluciones recomendadas para la determinación de  $\text{DBO}_5$

CLASIFICACIÓN	FACTOR DE DILUCIÓN ( $\text{fd}=\text{A}/\text{V}$ )	RANGO DE ALÍCUOTAS	OBSERVACIONES
AGUAS DE MAR	$5 \times 10^2-1$	150-300	ZONA DISTANTE Y SIN INFLUENCIA DE DESCARGAS
ZONA DE MEZCLA O INFLUENCIA	$3 \times 10^2-1$ $3 \times 10^2 - 5 \times 10$	10-300 10-150	ZONA CON INFLUENCIA DE DESCARGAS

d) Cálculos

-Sin dilución

$$\text{DBO}_5 (\text{mg. L}^{-1}) = [(C_1 - C_2)]$$

Dónde:



$DBO_5$  = Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días ( $mg. L^{-1}$ ).

$C_1$  = Concentración de oxígeno disuelto de la muestra, tiempo inicial en  $mg. L^{-1}$

$C_2$  = Concentración de oxígeno disuelto de la muestra, tiempo= 5 días en  $mg. L^{-1}$

Con dilución simple:

$DBO_5$  = Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días ( $mg. L^{-1}$ ).

$C_1$  = Concentración de oxígeno disuelto de la muestra, tiempo inicial en  $mg. L^{-1}$ .

$C_2$  = Concentración de oxígeno disuelto de la muestra, tiempo= 5 días en  $mg. L^{-1}$ .

$F_d$  =  $A/V_1$ , fracción volumétrica decimal de la muestra empleada en la dilución.

$A$  = Alícuota de la muestra empleada para preparar la dilución (ml).

$V_1$  = Volumen final en el frasco de dilución (300ml).

## F. DETERMINACIÓN DE NITRATOS

### Método

#### Espectrofotométrico

### Referencias

STRICKLAND, J. D and T,R, PARSONS 1968 A manual of seawater analysis Research Board of Canada Buil N°125.

GRASSHOFF K, K. KREMLING and M. EHRHARDT 1999, Methods of seawater Analysis.

### Colecta y Preservación

La colecta de agua de mar, para muestras de superficie se realiza mediante un recipiente plástico (balde) y para las de profundidad se utiliza la botella Niskin, El agua se colecto en botellas de polietileno de 100ml, previamente enjuagado con el agua de mar, como la muestra tuvo material particulado en algunas estaciones se filtró (filtro de

0.45 $\mu\text{m}$  y de acetato de celulosa), se guardó en cajas cooler, con hielo, y posteriormente a la llegada del laboratorio se guardó en el congelador por 24 horas, hasta su análisis.

### **Interferencias**

En aguas muy costeras, concentraciones altas de fosfatos, pueden interferir en su análisis, concentraciones de 25 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , el fosfato puede inhibir la reducción, en un 10%, en general las concentraciones de fosfato presentes normalmente en el agua de mar son bajas.

### **Equipos, materiales y reactivos**

#### Equipos

- Espectrofotómetro UV-visible.
- Balanza analítica (0.1mg).
- Bomba de vacío eléctrica.
- Destilador eléctrico.

#### Materiales

- Columna de reducción de vidrio de 20-25cm con 8 a 10cm de diámetro interno, con llave de doble paso.
- Pipetas graduadas de 5 y 10ml.
- Pipetas volumétricas de 1, 2, 5, 10, 25 y 50 ml. tipo A.
- Fiolas de 1L tipo A.
- Fiolas de 100ml tipo A.
- Probetas de 50ml tipo A.
- Embudo de vidrio.
- Espátulas.
- Pipeteadores de 1 a 10ml.
- Celdas de absorción de luz de 1cm y 5cm.
- Matraz Erlenmeyer de 125ml.
- Algodón de fibra de vidrio.

- Papel de filtro de acetato de celulosa de 0.45 $\mu$ m.

### Reactivos

- Cadmio granulado(Cd).
- Cobre en lámina (Cu).
- Cloruro de amonio concentrado 350g, L<sup>-1</sup>(NH<sub>4</sub>Cl).
- Cloruro de amonio diluido (25ml NH<sub>4</sub>Cl concentrado L<sup>-1</sup>).
- Ácido clorhídrico 1% (v/v) HCl.
- Ácido nítrico 1% (v/v) HNO<sub>3</sub>.
- Sulfato de cobre pentahidratado 2%(w/v).
- Nitrato de potasio p.a. (KNO<sub>3</sub>).
- Sulfanilamida 10g.L<sup>-1</sup> (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S).
- Dihidrocloruro de N-(1-naftil-etilendiamina 1g. L<sup>-1</sup>) C<sub>12</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>. 2HCl).

### Procedimiento analítico

#### a) Tratamiento previo de cadmio granulado.

- Lavar con Ácido nítrico 1% (v/v) HNO<sub>3</sub> y enjuagar con bastante agua destilada
- Lavar con Ácido clorhídrico 1% (v/v) HCl, y enjuagar con bastante agua destilada.
- Lavar con sulfato de cobre pentahidratado 2%(w/v), y enjuagar con bastante agua destilada.

#### b) Preparación de la columna.

En los extremos de la columna de vidrio se coloca algodón de vidrio y láminas de cobre mientras que, en la parte central, el cadmio granulado es empaquetado en forma homogénea, evitando la formación de burbujas.

#### c) Calculo del factor de la columna de reducción

- Secar aproximadamente 2g de nitrato de potasio p.a. a una temperatura de 105°C durante 2 horas.
- Preparar una solución estándar (i) pesando 1.02g de KNO<sub>3</sub> y enrazando a 1L de agua destilada.
- Preparación de una solución estándar (II) de 10 $\mu$ mol.L<sup>-1</sup> a partir de una solución estándar (i). debe prepararse diariamente.
- A 500ml de esta solución, agregar 10mlde cloruro de amonio concentrado y agitar.

- Verter a la columna de reducción, la solución antes preparada y regular el flujo de salida entre 10 y 12 ml/minuto.
- Agregar 0.5ml de solución de N-(1-naftil-etilendiamina 1g. L-1)  $C_{12}H_{14}N_2 \cdot 2HCl$ , agitar y esperar por lo menos 10 minutos.
- Leer la absorbancia en el espectrofotómetro, con una celda de 1cm y a una longitud de onda de 543nm.

d) De la muestra

- A 50ml de agua de mar, agregar 1ml de la solución concentrada de cloruro de amonio.
- Verter la muestra en la columna reductora.
- Recibir los primeros 20ml de la muestra y desecharlos.
- Colectar los subsiguientes 250ml de la muestra y añadir inmediatamente 0.5 ml del reactivo sulfanilamida, mezclar y dejar reposar 2 a 8 minutos.
- Añadir 0.5ml del reactivo Dihidrocloruro de N-(1-naftil-etilendiamina 1g. L-1)  $C_{12}H_{14}N_2 \cdot 2HCl$ , etilendiamina, agitar y esperar 10 minutos para que la solución logre su máxima intensidad de color, el color es estable durante 2 horas.
- Medir la absorbancia de la muestra en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 543nm, usando una celda de 1cm para muestras concentradas y de 5cm para muestras diluidas.
- Hacer un blanco de reactivos con agua destilada para corregir la absorbancia medida por sustracción.

## G. DETERMINACIÓN DE FOSFATOS

### Método

Espectrofotométrico

### Referencias

STRICKLAND, J. D and T, R, PARSONS 1968 A manual of seawater analysis Research Board of Canada Buil N°125.

GRASSHOFF K, K. KREMLING and M. EHRHARDT 1999, Methods of seawater Analysis.

### Colecta y Preservación

La colecta de agua de mar, para muestras de superficie se realiza mediante un recipiente plástico (balde) y para las de profundidad se utiliza la botella Niskin, El agua

se colecto en botellas de polietileno de 100ml, , previamente enjuagado con el agua de mar, como la muestra tuvo material particulado en algunas estaciones se filtró( filtro de 0.45 $\mu$ m y de acetato de celulosa), se guardó en cajas cooler, con hielo, y posteriormente a la llegada del laboratorio se guardó por 24 horas, hasta su análisis.

### **Interferencias**

Los iones arsenato producen un color similar al fosfato, pero puesto que su concentración natural en el mar es de solo 0.01-0.03 $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>, no interfieren en la determinación del fosfato.

Un alto contenido de sulfuro de hidrógeno esta generalmente asociado con un alto contenido de fosfato, puede eliminarse el efecto de sulfuro por simple de dilución de la muestra con agua destilada, si acaso la concentración de fosfatos fuera tan baja que hiciera imposible diluir, debe oxidarse el sulfuro con agua de bromo al 0.9% agregada a la muestra acidificada (0.2ml de ácido 4.5 $\mu$ mol.L<sup>-1</sup> por cada 100ml de muestra).

### **Equipos, materiales y reactivos**

#### Equipos

- Espectrofotómetro UV-visible.
- Balanza analítica (0.1mg).
- Destilador eléctrico.
- Bomba de vacío eléctrica.

#### Materiales

- Pipetas graduadas de 10ml.
- Erlenmeyer 125ml.
- Pipetas volumétricas de 1, 2, 5, 10 y 20 ml. tipo A.
- Fiolas de 100ml tipo A.
- Probetas de 50ml tipo A.
- Embudo de vidrio.
- Kitasato de 1L.
- Espátulas.

- Pipeteadores de 1 a 10ml.
- Celdas de absorción de luz de 1cm y 5cm.
- Papel de filtro de acetato de celulosa de 0.45 $\mu$ m.

#### Reactivos

- Ácido sulfúrico p.a (140ml/900ml, en agua destilada).
- Ácido ascórbico p.a. 54g.L<sup>-1</sup>.
- Tartrato antimonil p.a 1.36 g.L<sup>-1</sup>.
- Molibdato de amonio p.a.30 g.L<sup>-1</sup>.
- Fosfato dihidrógeno de potasio p.a.
- Agua destilada.
- Mezcla de reactivos.

#### Procedimiento analítico

##### a) Curva de calibración

- Secar aproximadamente 2gr de fosfato dihidrógeno de potasio p.a. a 105°C durante 2 horas.
- Pesar 0.818 g de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> y enrazar a 1L (solución estándar I)
- Preparar una solución con 60 $\mu$ mol. L<sup>-1</sup>, a partir de la solución anterior ,2(solución estándar II).
- Preparar soluciones de concentraciones:0,6; 1,2; 1,8; 2,4; 3,0; y 4, 2 $\mu$ mol.L<sup>-1</sup>, a partir de la solución estándar II.
- Tomar 25ml de cada solución y agregar 2,5ml de la mezcla de reactivos, agitar y esperar entre 30 minutos y 2 horas.
- Leer la absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 585nm, utilizando una celda de 1cm.  
Hallar el factor f, por regresión lineal.

##### b) De la muestra

Preparar la mezcla de reactivos de acuerdo a la tabla 4- Anexo 4, calculada para 25 muestras.

- A 25 ml de agua de mar, agregar 2,5ml de la mezcla de reactivos y agitar
- Después de 30 minutos y dentro de 2 horas, se mide la extinción de la muestra a 885nm, empleando un espectrofotómetro y usando una celda de 1cm de paso, para muestras concentradas y celda de 5cm para muestras diluidas.
- Hacer un blanco de reactivos con agua destilada, para corregir la extinción medida por sustracción.

### c) Cálculos

La concentración de fosfatos se calcula con la siguiente formula:

$$P (\mu\text{mol. L}^{-1}) = Ac \times F$$

Dónde:

P = Concentración de fosfatos ( $\mu\text{mol. L}^{-1}$ )

Ac = Absorbancia corregida

F = Factor de calibración del equipo (curva de calibración)

$$P (\text{mgPO}_4. \text{L}^{-1}) = P (\mu\text{mol. L}^{-1}) * (0.031)$$

**Formatos Analíticos para la determinación de parámetros físicos,  
químicos y biológicos**

Formato para el análisis del Oxígeno Disuelto

FACTOR DE FRASCO		112/A									
					<u>A</u>				oxígeno disuelto		
		Tara(g)	Peso Total (g)	Peso Neto	Peso Neto-2	Fact. Frasco	Fact tio	gasto	mL/L	mg/L	
A2	1S	119.6	236.8	117.2	115.2	0.972222222	0.9804	3.33	3.17	4.53	
A21	1F	119.8	243	123.2	121.2	0.924092409	0.9804	0.88	0.8	1.14	
E1	2S	119.8	235.6	115.8	113.8	0.984182777	0.9804	0.45	0.43	0.61	
E2	2F	119.4	236.8	117.4	115.4	0.970537262	0.9804	0.33	0.31	0.45	
E3	3S	126.8	242.6	115.8	113.8	0.984182777	0.9804	2.84	2.74	3.92	
E4	3F	115.9	245.2	129.3	127.3	0.879811469	0.9804	0.44	0.38	0.55	
E5	4S	129.9	247.2	117.3	115.3	0.971379011	0.9804	0.72	0.69	0.98	
E6	4F	119	237.8	118.8	116.8	0.95890411	0.9804	0.41	0.39	0.56	
E7	5S	119.7	240.36	120.66	118.66	0.943873251	0.9804	0.66	0.61	0.87	
E8	5F	119.9	246.5	126.6	124.6	0.898876404	0.9804	0.59	0.52	0.75	
H1	6S	119.7	244.5	124.8	122.8	0.912052117	0.9804	4.1	3.67	5.25	
H2	6F	12.6	239.5	226.9	224.9	0.497999111	0.9804	2.64	1.29	1.85	
H3	7S	121.7	234.7	113	111	1.009009009	0.9804	3.74	3.7	5.28	
H4	7F	119.8	233.6	113.8	111.8	1.001788909	0.9804	1.42	1.39	1.98	
H5	8S	119	241.23	122.23	120.23	0.931547867	0.9804	1.41	1.29	1.85	
H6	8F	120.8	243.2	122.4	120.4	0.930232558	0.9804	0.92	0.84	1.20	
H7	9S	122.1	228.2	106.1	104.1	1.075888569	0.9804	2.55	2.69	3.85	
C1	9F	104.83	210	105.17	103.17	1.085586895	0.9804	1.24	1.32	1.89	
C2	10S	104.83	210	105.17	103.17	1.085586895	0.9804	2.7	2.87	4.10	
C3	10F	104.83	210	105.17	103.17	1.085586895	0.9804	1	1.07	1.54	
C4	11S	104.83	210	105.17	103.17	1.085586895	0.9804	0.75	0.8	1.15	
C5	11F	104.83	210	105.17	103.17	1.085586895	0.9804	0.65	0.69	0.98	
C6		104.83	210	105.17	103.17	1.085586895	0.9804				
I1		113.31	231.2	117.89	115.89	0.966433687	0.9804				
I2		115.28	232.2	116.92	114.92	0.97459102	0.9804				
I3		116.25	230.6	114.35	112.35	0.996884735	0.9804				



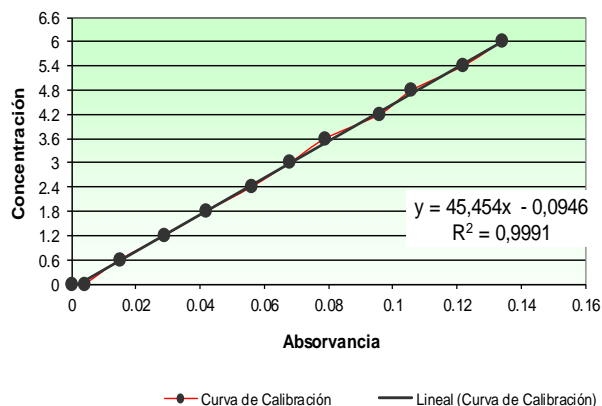
### Formato para el Análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno

PROSPECCIÓN: Calidad acuática en la bahía de Carquín								
FECHA	6/12/2017							
			C1			C2	300-dil/300	DBO
	Gi	K	mg/L	Gf	K	mg/L	Factor de dilucion	mg/L
Est								
1	8.50	0.96666	8.22	2.92	0.96666	2.82	1	5.39
2	9.20	0.96666	8.89	2.92	0.96666	2.82	4	24.27
3	7.30	0.96666	7.06	0.48	0.96666	0.46	1	6.60
4	8.50	0.96666	8.22	3.52	0.96666	3.40	3	14.45
5	9.90	0.96666	9.57	3.59	0.96666	3.47	4	24.41
6	8.25	0.96666	7.97	0.87	0.96666	0.84	1	8.10
7	8.90	0.96666	8.60	0.85	0.96666	0.82	1	7.78
8	7.58	0.96666	7.33	2.11	0.96666	2.04	3	15.85
9	9.25	0.96666	8.94	0.51	0.96666	0.49	1	8.45
10	8.50	0.96666	8.22	1.89	0.96666	1.83	1	6.39
11	8.69	0.96666	8.40	4.47	0.96666	4.32	3	12.24

### 3.2.3 Formato para el Análisis de Nutrientes

#### 3.2.3.1 Curva de calibración para fosfatos

Muestra Nº	Absorvancia(885nm)	Concentración (µg-at/l)
b1	0	0
b2	0.004	0
1	0.015	0.6
2	0.029	1.2
3	0.042	1.8
4	0.056	2.4
5	0.068	3
6	0.079	3.6
7	0.096	4.2
8	0.106	4.8
9	0.122	5.4
10	0.134	6



## Planilla de Análisis de Nutrientes

PROSPECCIÓN: CALIDAD ACUÁTICA BAHÍA DE CARQUÍN													ESTÁNDAR 1	0.480
FECHA: 06 DE DICIEMBRE DEL 2017														
ESPECTROFOTÓMETRO: Thermopectronic Genesys 20														
			Factor: 45.45			Factor: 89.83			10/0.480			Factor: 22.81		
FRASCO	EST	PROF	PO4	PO4	SiO2	SiO2	Col	Calibracion	(NO2)Tot	(NO2)Tot	(NO2)	(NO2)	(NO2)Tot-NO2	
			abs	µg-at/L										
1	1	S	0.041	45.45	1.85	89.83	1	20.833333	0.119	2.48	0.010	22.81	0.2281	2.25
2		F	0.039	45.45	1.75	89.83	1	20.833333	0.177	3.68	0.019	22.81	0.4334	3.25
3	2	S	0.085	45.45	3.85	89.83	1	20.833333	0.310	6.45	0.025	22.81	0.5703	5.88
4		F	0.044	45.45	1.98	89.83	1	20.833333	0.276	5.76	0.005	22.81	0.1141	5.65
5	3	S	0.026	45.45	1.18	89.83	1	20.833333	0.124	2.58	0.032	22.81	0.7299	1.85
6		F	0.033	45.45	1.50	89.83	1	20.833333	0.123	2.56	0.016	22.81	0.365	2.20
7	4	S	0.126	45.45	5.73	89.83	1	20.833333	0.223	4.64	0.018	22.81	0.4106	4.23
8		F	0.05	45.45	2.25	89.83	1	20.833333	0.242	5.04	0.023	22.81	0.5246	4.52
9	5	S	0.092	45.45	4.20	89.83	1	20.833333	0.208	4.33	0.021	22.81	0.479	3.85
10		F	0.035	45.45	1.58	89.83	1	20.833333	0.209	4.36	0.020	22.81	0.4562	3.90
11	6	S	0.039	45.45	1.75	89.83	1	20.833333	0.075	1.57	0.014	22.81	0.3193	1.25
12		F	0.037	45.45	1.68	89.83	1	20.833333	0.104	2.17	0.014	22.81	0.3193	1.85
13	7	S	0.035	45.45	1.58	89.83	1	20.833333	0.103	2.15	0.022	22.81	0.5018	1.65
14		F	0.033	45.45	1.50	89.83	1	20.833333	0.111	2.31	0.018	22.81	0.4106	1.90
15	8	S	0.046	45.45	2.10	89.83	1	20.833333	0.172	3.58	0.011	22.81	0.2509	3.33
16		F	0.041	45.45	1.85	89.83	1	20.833333	0.212	4.42	0.025	22.81	0.5703	3.85
17	9	S	0.041	45.45	1.85	89.83	1	20.833333	0.084	1.76	0.008	22.81	0.1825	1.58
18		F	0.036	45.45	1.65	89.83	1	20.833333	0.106	2.21	0.019	22.81	0.4334	1.78
19	10	S	0.044	45.45	1.98	89.83	1	20.833333	0.066	1.38	0.011	22.81	0.2509	1.13
20		F	0.037	45.45	1.68	89.83	1	20.833333	0.087	1.81	0.016	22.81	0.365	1.45
21	11	S	0.082	45.45	3.73	89.83	1	20.833333	0.236	4.91	0.017	22.81	0.3878	4.52
22		F	0.05	45.45	2.25	89.83	1	20.833333	0.241	5.02	0.015	22.81	0.3422	4.68

## ANEXO 3 TABLAS

Tabla .1  
Datos oceanográficos-Caleta Carquín diciembre 2017

Latitud	Longitud	Est	Fecha	Hora	Trans	Prof	TSM	TFM	ODS	ODF	FS	FF	Nitra S	NitraF	Salin S	Salin F	SST-S	SST-F	Coli	Termo	DBO5	A y G	Sulf F	pH S	pH F				
g	m	s	d/m/a		(m)	°C	mg/L	µg-at/L							ups	mg/L	NMP/100ml	mg/L	mg/L	mg/L									
77	38	20.90	11	4	28.08	1	6/12/2017	7.45	2.5	11	20.5	17.1	4.53	1.14	1.85	1.75	2.25	3.25	34.828	34.980	78.56	71.52	750	930	5.40	0.10		7.25	7.36
77	38	20.90	11	4	51.46	2	6/12/2017	8.20	2.0	9	20	17.0	0.61	0.45	3.85	1.98	5.88	5.65	34.675	35.054	110.25	85.56	4600	2300	24.27	0.45	0.00035	6.28	6.5
77	38	22.88	11	4	20.75	3	6/12/2017	8.41	2.5	11	19.5	17.1	3.92	0.55	1.18	1.50	1.85	2.2	34.980	35.100	85.65	70.25	750	750	6.60	0.15		7.36	7.25
77	38	46.47	11	4	0.99	4	6/12/2017	9.05	2.5	15	18.1	17.0	0.98	0.56	5.73	2.25	4.23	4.52	34.976	35.098	105.26	78.56	2300	2300	14.45	0.56	0.00032	6.85	6.21
77	38	46.47	11	4	52.12	5	6/12/2017	9.28	1.5	16	20.2	16.8	0.87	0.75	4.2	1.58	3.85	3.9	34.560	34.980	101.23	85.56	4600	2300	24.41	0.36	0.00041	6.59	6.89
77	38	46.25	11	5	28.33	6	6/12/2017	9.50	2	14	17.4	16.7	5.25	1.85	1.75	1.68	1.25	1.85	35.136	35.156	56.65	75.58	930	750	8.10		0.00019	7.14	7.56
77	39	5.43	11	5	8.36	7	6/12/2017	10.15	2.5	17	17.2	17.0	5.28	1.98	1.58	1.65	1.9	34.974	35.101	75.58	85.85	930	930	7.78	0.19		7.18	7.45	
77	38	33.25	11	5	8.36	8	6/12/2017	10.40	1.5	12	19.5	17.2	1.85	1.2	2.1	1.85	3.33	3.85	35.165	35.110	98.56	100.58	2300	2300	15.85	0.23	0.00039	7.01	6.98
77	37	57.08	11	5	8.36	9	6/12/2017	11.05	1	3	20	17.1	3.85	1.89	1.85	1.65	1.58	1.78	34.980	35.008	82.23	98.58	750	750	8.45			7.29	7.32
77	38	8.33	11	4	30.40	10	6/12/2017	11.25	0	4	20	16.9	4.1	1.54	1.98	1.68	1.13	1.45	34.780	34.870	77.57	90.25	930	750	6.39		0.0001	7.25	7.35
77	38	35.89	11	4	30.17	11	6/12/2017	11.40	1	12	20.5	17.5	1.15	0.98	3.73	2.25	4.52	4.68	34.779	34.980	125.26	88.98	2300	930	12.25	0.35	0.0003	6.68	6.79
								PRO	1.73	11.27	19.35	17.04	2.94	1.17	2.71	1.79	2.87	3.18	34.894	35.040	90.62	84.66	1921.82	1362.73	12.18	0.30	0.0003	6.99	7.06
								MIN	0.00	3.00	17.20	16.70	0.61	0.45	1.18	1.50	1.13	1.45	34.560	34.870	56.65	70.25	750.00	750.00	5.40	0.10	0.0001	6.28	6.21
								MAX	2.50	17.00	20.50	17.50	5.28	1.98	5.73	2.25	5.88	5.65	35.165	35.156	125.26	100.58	4600.00	2300.00	24.41	0.56	0.0004	7.36	7.56

Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Tabla 2  
Desembarque Artesanal en la Caleta Carquín- diciembre 2017

RECURSO	ESPECIE_NOMBRE_CIENTIFICO	ESPECIE_NOMBRE_COMUN	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Total general
Litoral	<i>Sciaena deliciosa</i>	Lorna, cholo, roncacho	2358	4583	2851	5998	4809	2990	735	2474	10338	20192	3482	5008	65818
	<i>Odontesthes regia</i>	Pejerrey	14118	11573	1506	2357	5272	2227	3150	3818			3321	2058	49400
	<i>Ethmidium maculatum</i>	Machete, machetillo	7	1470	97	494	735	961	261	602	464	7770	340	13201	
	<i>Mugil cephalus</i>	Lisa, lisa común, comebarro	768	188	1233	3045	776	153	5	69	85	65	2400	658	9445
	<i>Cilus gilberti</i>	Corvina, corvinilla	72	56	11	12	476	65	80	73	43	369	42	430	1729
	<i>Isacia conceptionis</i>	Cabinza	15	5	6		10					112	49		197
	<i>Seriola lalandi</i>	Cojinoba, palmera, palmerita		1	1	5	2			12	3		1		25
	<i>Selene peruviana</i>	Espejo, pampanito, jorbadito											1		1
Invertebrado	<i>Platyxanthus orbigny</i>	Cangrejo violáceo	411	168	763	1670	624	1065	1225	2320	1620	35	160	180	10241
	<i>Romaleon setosum</i>	Cangrejo peludo	431	122	70	40	70	273	230	564	719	185	65	85	2854
Pelágico	<i>Engraulis ringens</i>	Anchoveta, peladilla	3883	734	75	322	39	93	580	176			521	1360	9749
	<i>Scomber japonicus</i>	Caballa, verle, macarela, caballeta	20	1	36	8						92	480	62	699
	<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>	Bonito, chauchilla, cerrajón		1	12	2				2	35	1			53
	<i>Trachurus murphyi</i>	Jurel, furel, cáirel				2						2	28	1	33
	<i>Anchoa nasus</i>	Samasa, anchoveta blanca				7								20	27
	<i>Scomberomorus sierra</i>	Sierra, verle						5					3	1	9
	<i>Trichiurus lepturus</i>	Pez cinta, sable										1			1
Demersal	<i>Paralichthys peruana</i>	Coco, suco, roncadór	114	35	75	2448	169	22		78	434	434	112	14	3935
	<i>Menticirrhus ophicephalus</i>	Mis-mis, misho, bobo	2	136	40	39	7		4	100	317	221	25	17	908
	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	Pintadilla, pintacha	216	102	90	90	64	4		3	59	2	16		646
	<i>Stellifer minor</i>	Mojarrilla, mojarrilla común	1	56	41	51	22	30		14	180	23		9	427
	<i>Anisotremus scapularis</i>	Chita, sargo del sur	120	51	40	73	10	2		10	16		10	14	346
	<i>Bagre sp., Galeichthys sp.</i>	Bagre								300					300
	<i>Cynoscion analis</i>	Cachema, ayanque		16	8	110	13	6	8			8	80	2	251
	<i>Paralichthys adspersus</i>	Lenguado común, lenguado	115	39	1	11							14	24	220
	<i>Paralabrax humeralis</i>	Cabrilla, cagálo, bagalo, cabrilla común	10	21	30	25	17	2				61	31	3	201
	<i>Trachinotus paitensis</i>	Pámpano, pampanito, cometrápalo								2	3	2	95	57	160
	<i>Rhinobatos planiceps</i>	Guitarra	61	40	3	7								7	128
	<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio manchado, congrio pintado	33	2				1	4		2	4		5	59
	<i>Stromateus stellatus</i>	Pampanito pintado, chilindrina	18	22									8		48
	<i>Mustelus whitneyi</i>	Tollo común, tollo mamita				22									22
	<i>Cheilotrema fasciatum</i>	Burro, amarillo, caracha, gallinazo		9	7									4	20
	<i>Myliobatis peruviana</i>	Raya aguililla, raya				6				2					8
	<i>Myliobatis chilensis</i>	Raya aguililla, peje aguililla								5					5
	<i>Triakis maculata</i>	Tollo manchado, tollo rara												3	3
	<i>Trachinotus kennedyi</i>	Pampano toro								2					2
	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Peje gallo, ñato	2												2
Total general			22768	17990	8375	16419	12875	7680	7297	9970	14730	23302	18889	10878	171173

Fuente: Laboratorio Costero de Huacho-IMARPE

Tabla .3  
Zonas de pesca, Pescadores Caleta Carquín- diciembre 2017

AREA_NOMBRE	LONG3	LAT3	Mes												Total general
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
ITE LOBILLOS / ITE CARQUIN	-77.6433333	-11.0619444	6412		1987		717	1878	2250	2187	2580	5470	3218	3709	30408
PTA CARQUIN (AFUERA, FRENTE)	-77.6344444	-11.0880556	2385	4346	396	2074	3517	992	541	1673	1470	675	1053	1082	20204
CHATA	-77.6361111	-11.0852778	2380	1486	782	1861	2623	1300	928	1059	1262	1366	1606	1036	17689
LAS BAJAS / LOS BAJOS	-77.6466667	-11.0333333	377	491	761	1340	212	357		263	2232	6359	3757	1179	17328
LOBILLOS (PASAJE, TODO)	-77.6655556	-11.0622222	2540	4250	436	2976	1171	189		150	203			764	12679
GIGANTES (ABAJO, ADENTRO)	-77.6372222	-11.0652778	2244	793	1286	1865	309	178	45	188	1124	1560	1241	711	11544
IS. DON MARTIN FTE	-77.6719444	-11.0147222	725	25	343	427	465	365	819	510	947	1624	3868	634	10752
POTREROS (TODO)	-77.6311111	-11.0902778	1303	1349	612	2399	884	451	92	589	256	255	1041	806	10037
VEGUETA FTE	-77.6577778	-11.0219444	624	45	380	277	30	150		767	1376	3180	1945	211	8985
RUQUIA FTE	-77.6438889	-11.0402778	332	644	376	1219	524	564	65	387	1420	2040	866	90	8527
BAHIA CARQUIN / PTA CARQUIN ADENTRO	-77.6308333	-11.085	2234	87	338		195	681	215	903	452	117	115	70	5407
PTA HUACHO FTE	-77.6169444	-11.1172222	455	2542		145	529	105	20	237	5	20	15		4073
CENTINELA (TODO) FTE	-77.6380556	-11.0708333	502	190	20	280	30	355	135	721	455	27	90	11	2816
HERRADURA (HUACHO) / ZANCUDO	-77.6444444	-11.2861111		30	240		400	1378	25	18					2091
ATAHUANCA FTE	-77.6666667	-10.955	90			248			707	120	355			35	1555
ICHOACAN FTE	-77.6483333	-11.215		723	75		200								998
PTA SALINAS (HUACHO)	-77.6541667	-11.2883333										369	3	420	792
COLORADO (HUACHO) FTE	-77.6066667	-11.1566667		170	50	40	120	75			170	40			665
FARO (HUACHO) FTE	-77.6222222	-11.1230556			16		470	20		30		60	30		626
VEGUETA (CALETA) FTE	-77.6522222	-10.9944444				265	50				230				545
PLAYA HORNILLOS (HUACHO) FTE	-77.6141667	-11.145		479				20	40						539
CHORRILLOS (HUACHO) FTE	-77.6313889	-11.0961111		272	68	117									457
COCOE FTE	-77.6280556	-11.2013889		33		70	210			98					411
PLAYA CHICA (HUACHO) FTE	-77.5997222	-11.1997222				345									345
HUACHO FTE	-77.6155556	-11.1188889			131	197									328
CARRIZALES (AFUERA, ARRIBA)	-77.6511111	-11.0588889				166	111								277
LAS TRES BAJAS	-77.6130556	-11.1369444	165							63		30			258
GIGANTES (ORILLA)	-77.6377778	-11.0688889												120	120
GIGANTES (HUACHO) FTE	-77.6383333	-11.0616667									95	20			115
PTA VEGUETA FTE	-77.6641667	-11.0111111			2	25			62				4		93
IS. MAZORCAS	-77.7347222	-11.3819444										90			90
PTA PLAYA CHICA FTE	-77.605	-11.2094444					75								75
TAUCA FTE	-77.6166667	-11.12			45						30				75
ISLOTE (SUPE) FTE	-77.7530556	-10.825				54									54
LAS SALINAS FTE	-77.6102778	-11.19		35											35
ITE DOS HERMANAS / ISLOTES / LAS ISLAS	-77.215	-11.7869444						33							33
PTA CARQUIN (ORILLA)	-77.6341667	-11.0936111									10		22		32
CAPITANIA (HUACHO) FTE	-77.615	-11.1202778			31										31
MUELLE DE HUACHO FTE	-77.6175	-11.1158333				29									29
HAWAYANA FTE	-77.6383333	-11.0580556									25				25
OBELISCO / TAMBO DE MORA (HUACHO) FTE	-77.6625	-11.0088889											15		15
HERRADURA (HUACHO) FTE 02 MN	-77.6766667	-11.2466667									15				15
Total general			22768	17990	8375	16419	12875	7680	7297	9970	14730	23302	18889	10878	171173

Fuente: Laboratorio Costero de Huacho-IMARPE

Tabla .4  
Comparación entre los promedios obtenidos Dic 2017 y DS N° 004-2017-MINAM-Categoría 1-B

Parámetros	Categoría 4: Conservación del ambiente acuático					
	Unidad de Medida	E1: Lagunas y Lagos	E2: Rios		E3; Ecosistemas	
			Costa y Sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Físicos y Químicos						
Aceites y Grasas (MOEH)	mg/L	5	5	5	5	5
Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO5)	mg/L	5	10	10	15	10
Nitratos (NO2)	mg/L	13	13	13	200	200
Oxígeno disuelto (valor minimo)	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	6.5 a 8.5	6.5 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
Coliformes Totales	NMP/100mL	1000	2000	2000	1000	2000

Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Tabla 5  
Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM-Categoría 4.

Parámetros	Promedio prospección Caleta Carquín -Dic 2017	Unidad de Medida	B1	B2
			Contacto primario	Contacto secundario
Físicos y Químicos				
Aceites y Grasas (MOEH)	0.2986	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible
Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO5)	12.18	mg/L	5	10
Nitratos (NO2)	0.00286	mg/L	10	**
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	2.94	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	6.99	unidad de pH	6 a 9	**
Sulfuros	0.00029	mg/L	0.005	**
Temperatura	19.35	°C		
Coliformes Totales	1922	NMP/100mL	200	1000

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Tabla 6  
Volumen de solución necesario para preparar la mezcla de reactivos para aproximadamente 15 muestras- referencia tabla 1

Reactivos	Volumen(ml)
Molibdato de amonio	12.5
Ácido sulfúrico	31.25
Ácido ascórbico	12.5
Tartrato antimonil potásico	6.25

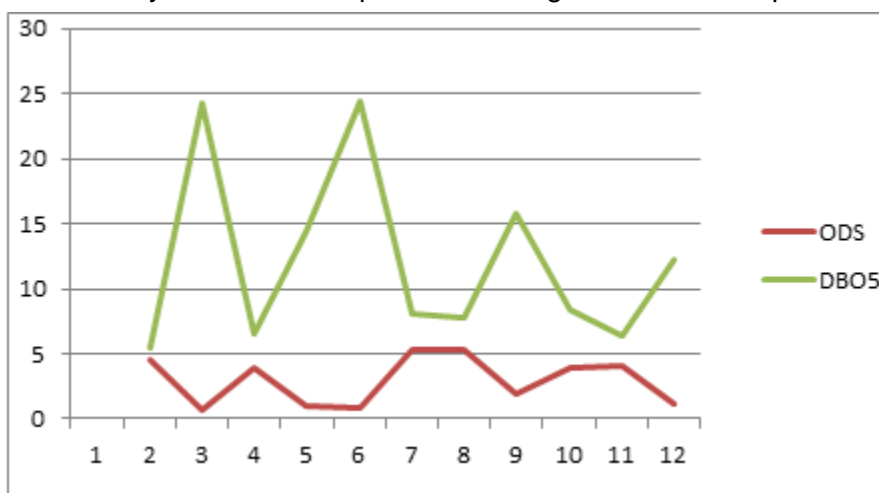
Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Tabla 07  
Parámetros dimensionales por estratos de profundidad Dic. 2017 - Bahía de Carquín

Profundidad (m)	Profundidad media (m)	Area Planar			Area Superficial			Volumen de la columna de agua (m <sup>3</sup> )	%
		mn <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	%	mn <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	%		
0 - 5	2.5	0.41912	1,437,546	32.76	0.41925	1,437,990	32.77	36,794,753	77.08
5 - 10	7.5	0.66771	2,290,183	52.19	0.66774	2,290,285	52.19	10,495,416	21.99
10 - 15	12.5	0.19232	659,628	15.03	0.19232	659,636	15.03	448,093	0.94
15 - 20	17.5	0.00022	755	0.02	0.00022	755	0.02	18	0.00
<b>Total</b>		<b>1.27937</b>	<b>4,388,112</b>		<b>1.27953</b>	<b>4,388,667</b>		<b>47,738,281</b>	

Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Tabla 8  
Comparativo de los valores obtenidos en el análisis, entre las variables Oxígeno disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno-Caleta Carquín dic-2017



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

## ANEXO 4

## FIGURAS

Figura.1  
Intervención del proyecto- Bahía de Carquín 2017

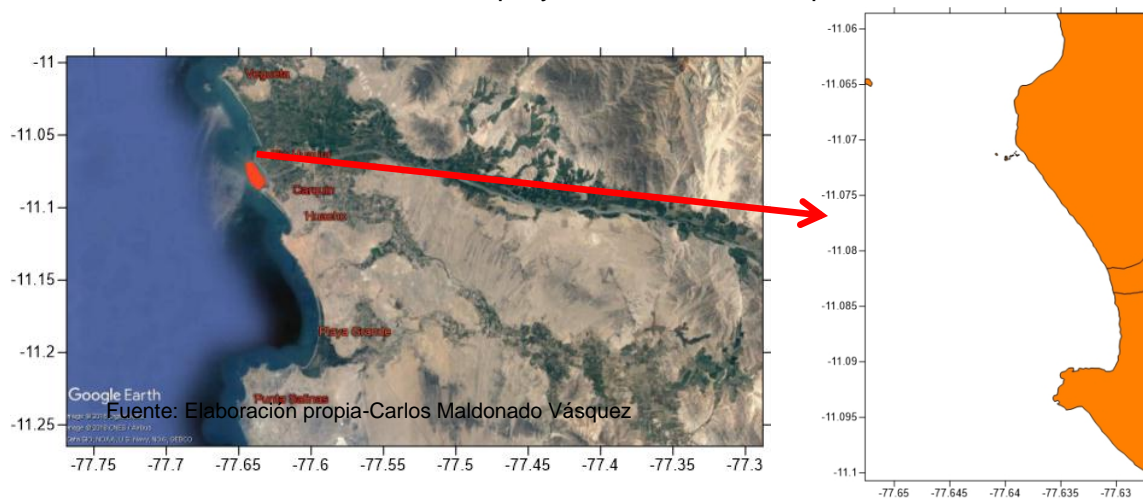


Figura 2  
Zonificación de la zona de intervención (Caleta Carquín)

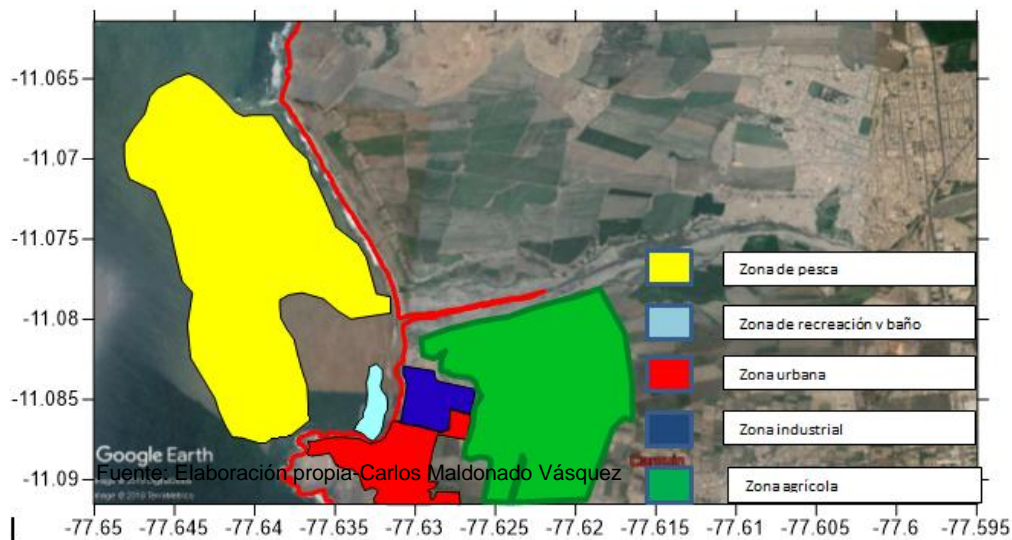


Figura 3  
Diseño Experimental de investigación para actividad de muestreo

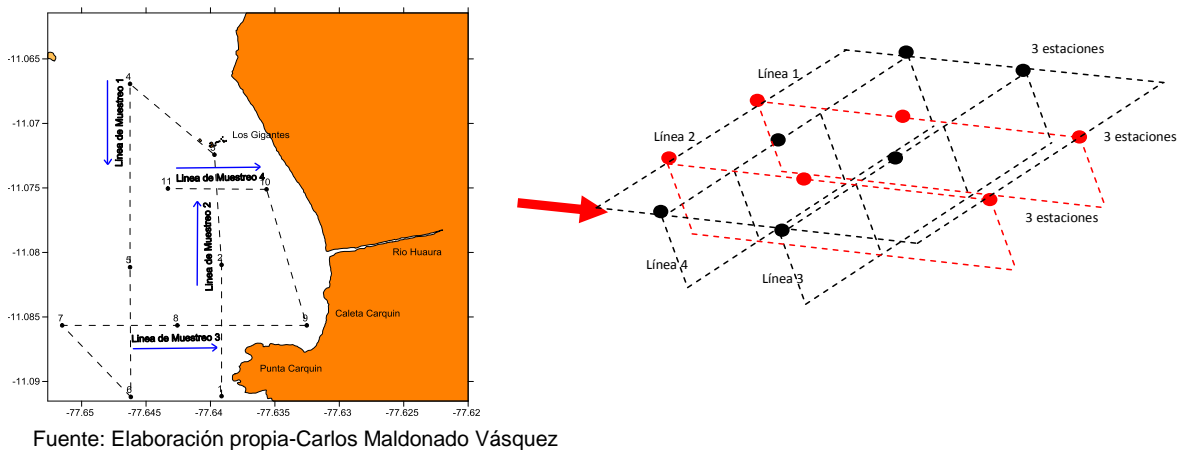


Figura.4  
Área total del muestreo en la bahía de Carquín

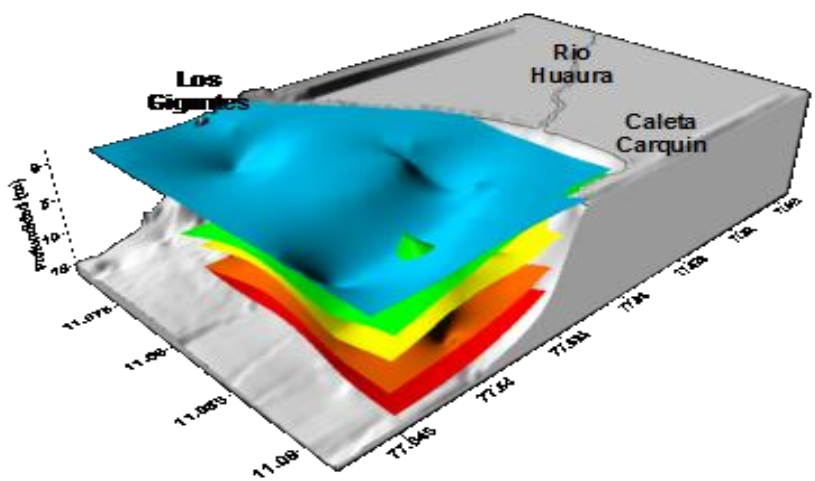




Figura.5a  
Temperatura marina en superficie  
Caleta Carquín 2017

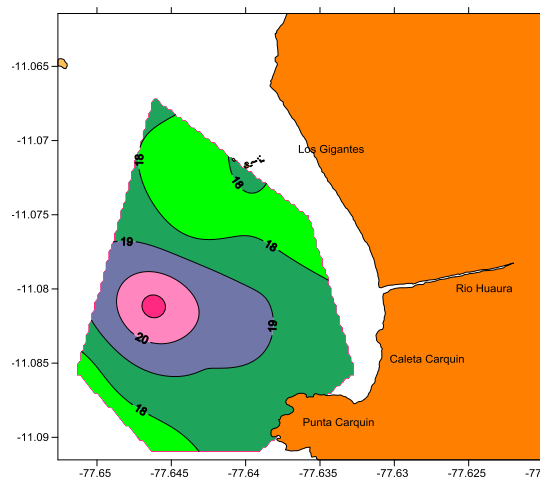
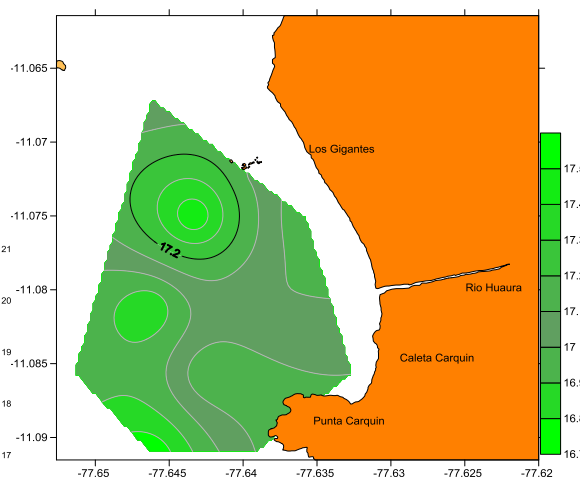


Figura.5b.  
Temperatura marina en fondo  
Caleta Carquín 2017



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Figura.6a  
Oxígeno disuelto en superficie  
Caleta Carquín 2017

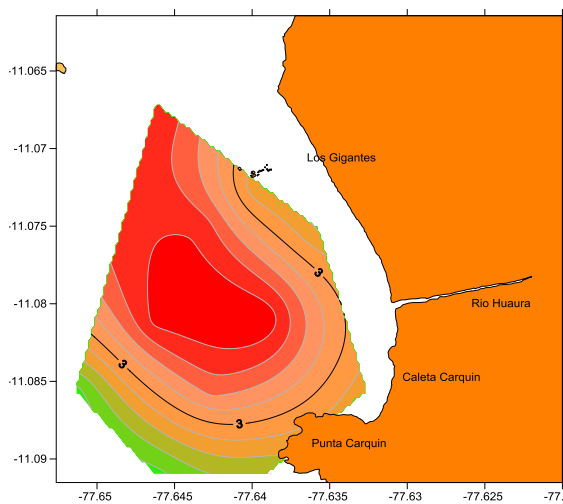
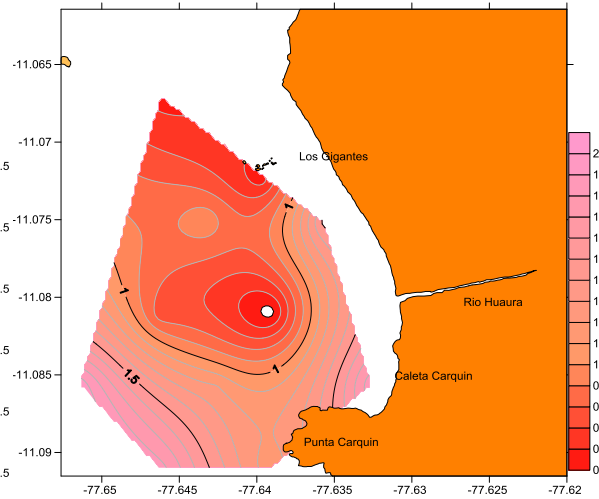


Figura.6b.  
Oxígeno disuelto en fondo  
Caleta Carquín 2017



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Figura. 7a.  
Fosfatos en superficie  
Caleta Carquín 2017

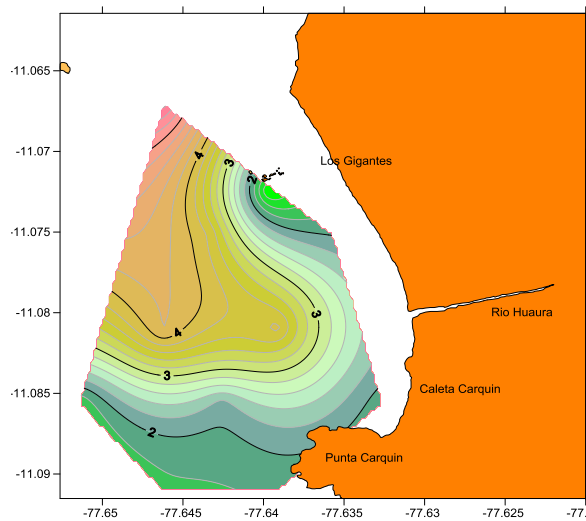
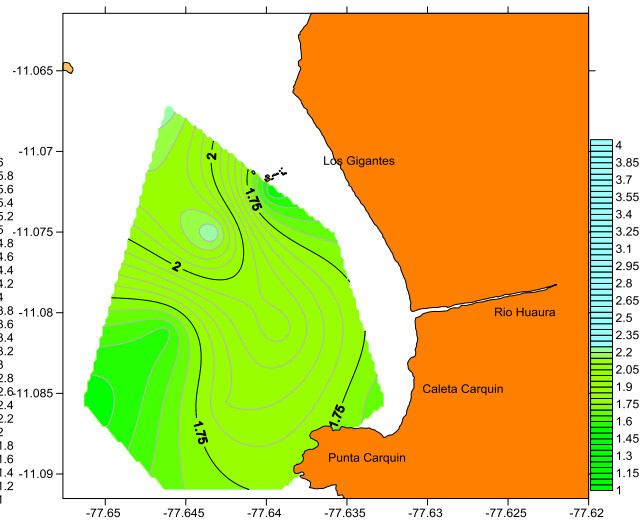


Figura.7b  
Fosfatos en fondo  
Caleta Carquín 2017



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Figura.8a  
Nitratos en superficie  
Caleta Carquín 2017

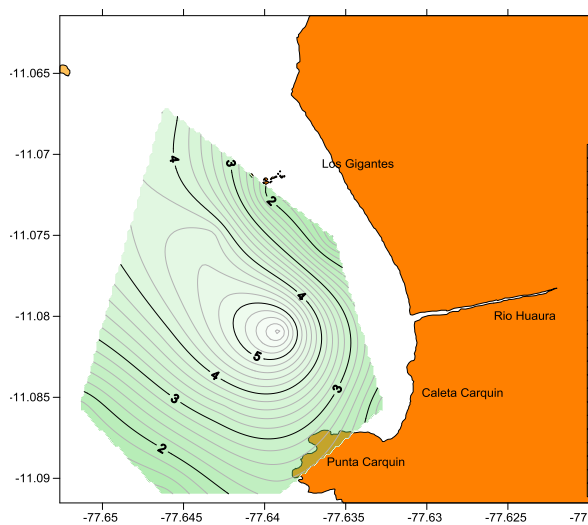
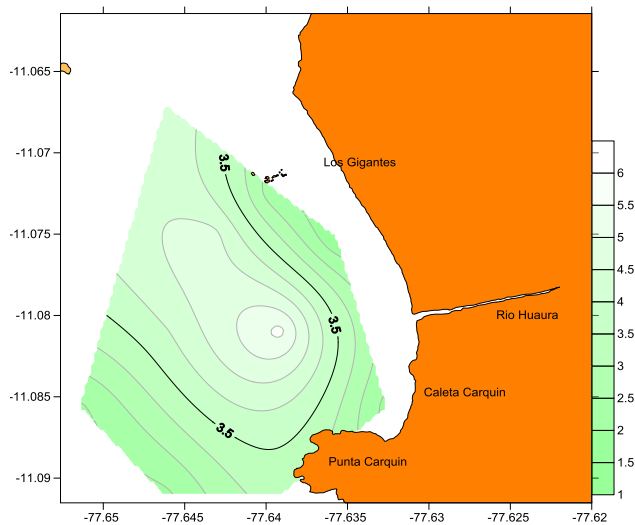


Figura.8b  
Nitratos en fondo  
Caleta Carquín 2017



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Figura.9a  
Salinidad en superficie  
Caleta Carquín 2017

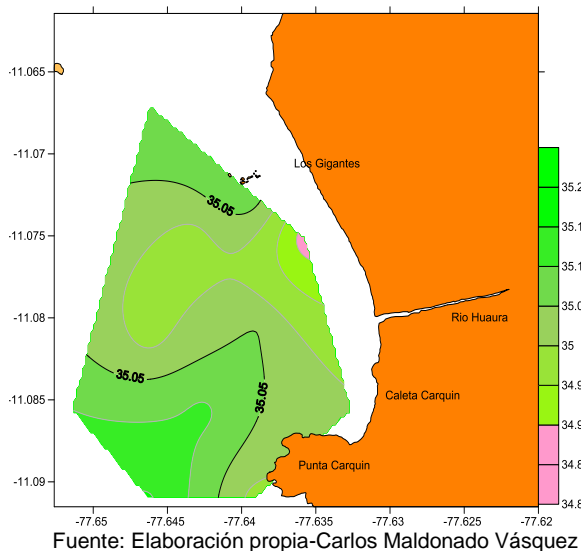
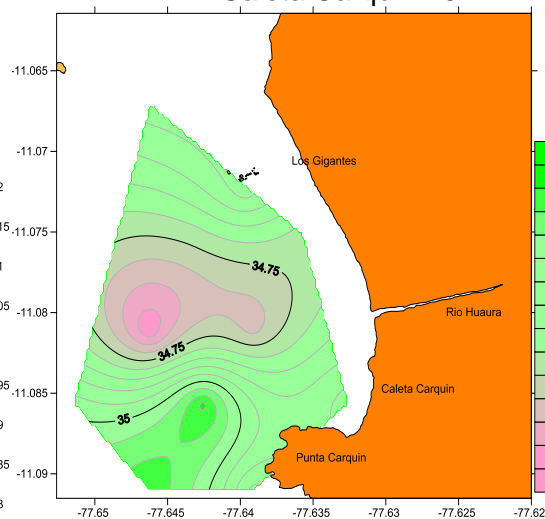


Figura.9b  
Salinidad en fondo  
Caleta Carquín 2017



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Figura. 10a.  
Sólidos Suspendidos totales en superficie  
Caleta Carquín 2017

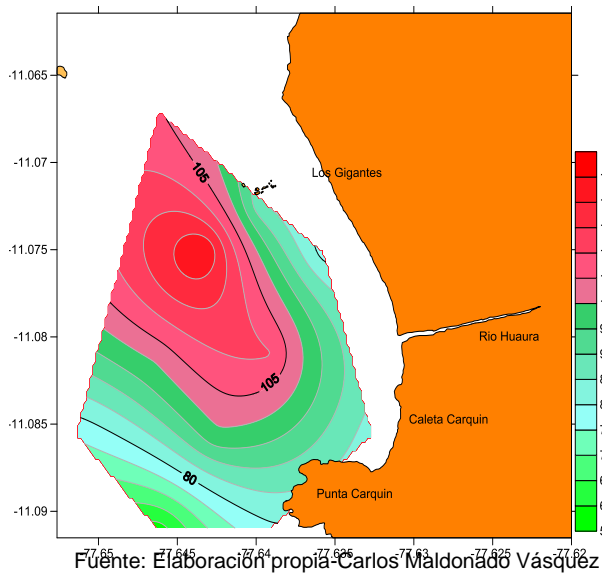
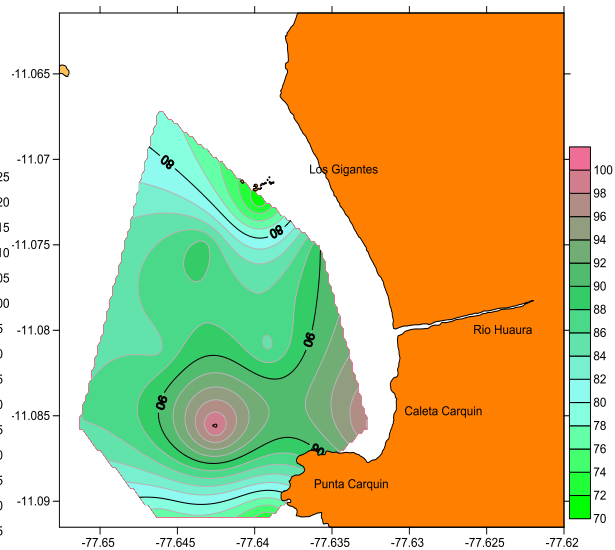


Figura.10b  
Sólidos Suspendidos totales en fondo  
Caleta Carquín 2017



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Figura.11a  
Coliformes totales  
Caleta Carquín 2017

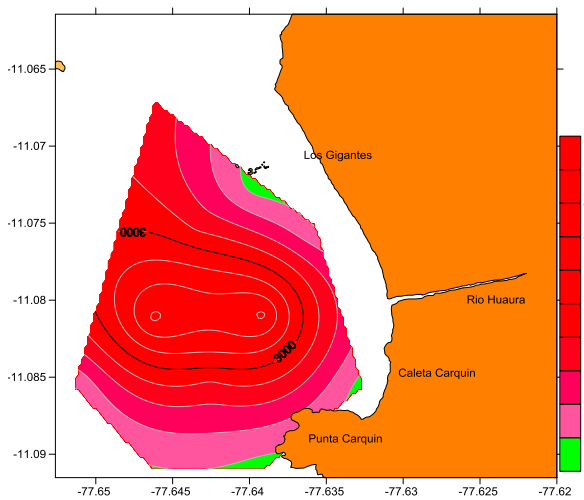
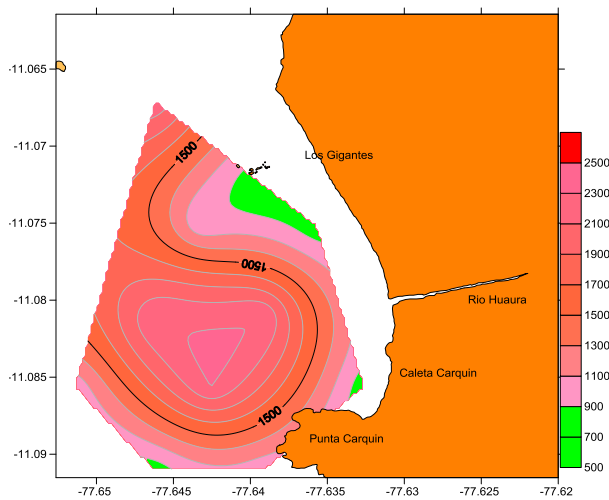
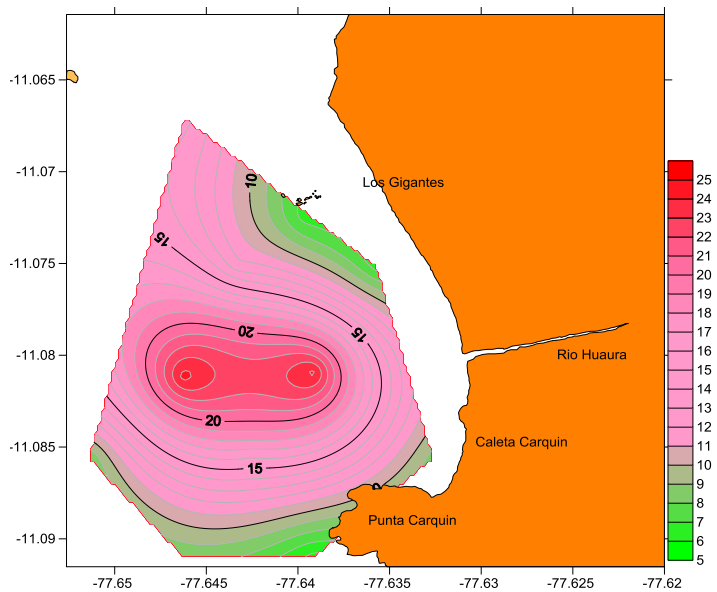


Figura.11b  
Termotolerantes  
Caleta Carquín 2017



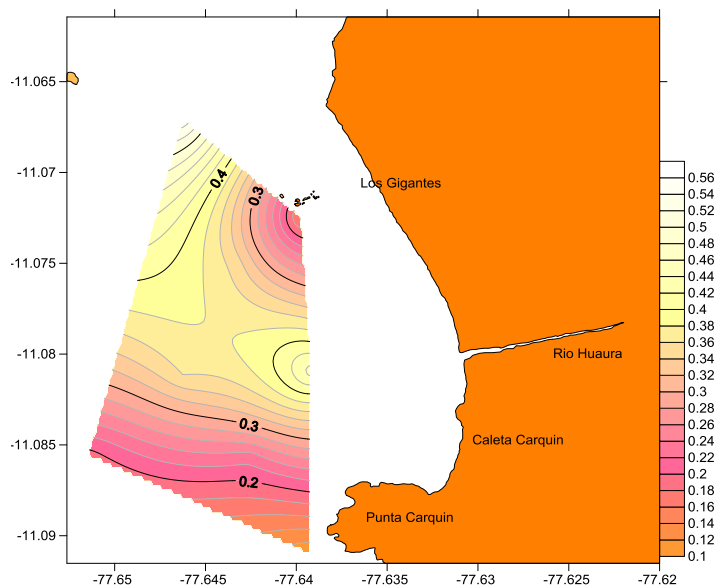
Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Figura.12  
Demanda Bioquímica de Oxígeno en superficie  
- Caleta Carquín 2017



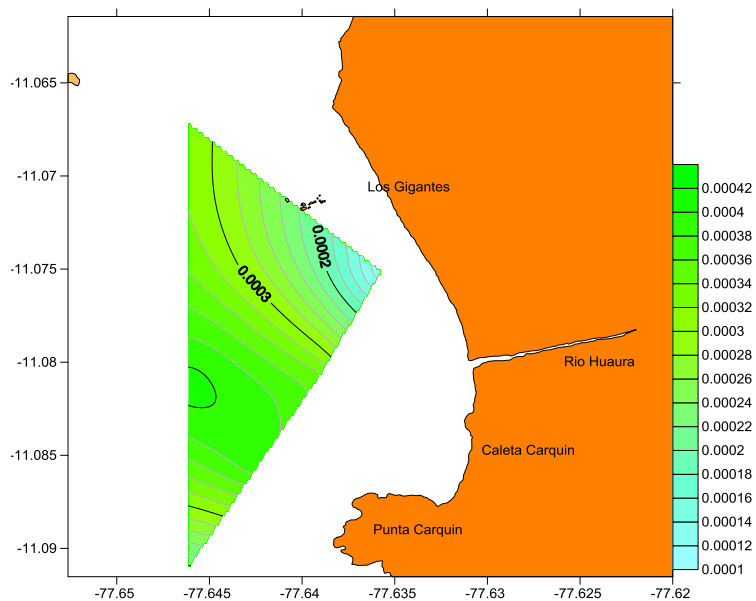
Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Figura.13  
Material Orgánico Extractable en Hexano en superficie  
Caleta Carauín-2017



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Figura.14  
Sulfuros en fondo  
Caleta Carquín-2017



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Figura. 15a.  
pH en superficie  
Caleta Carquín 2017

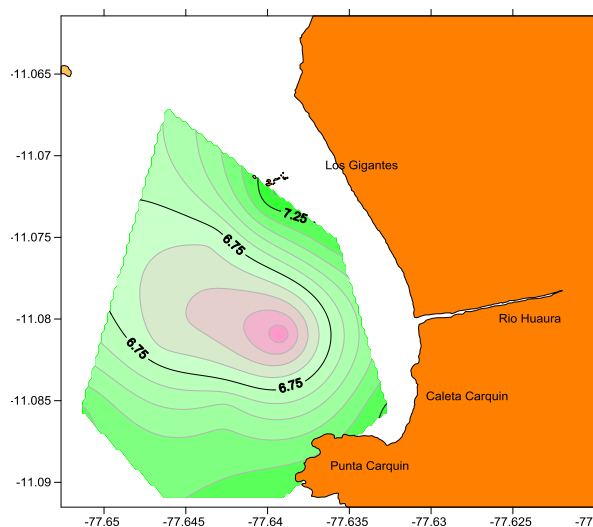
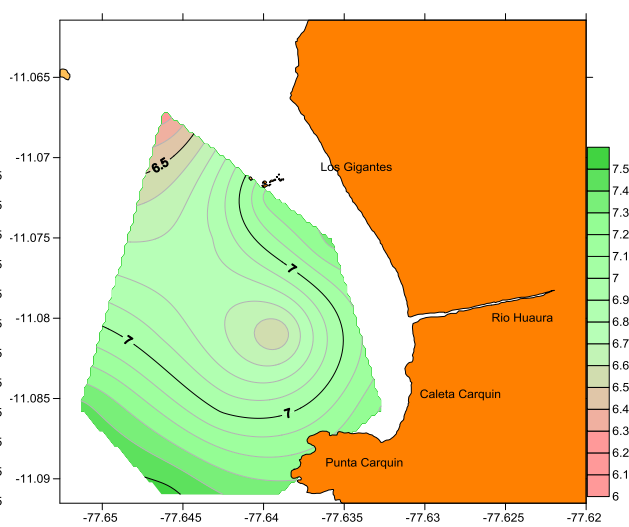
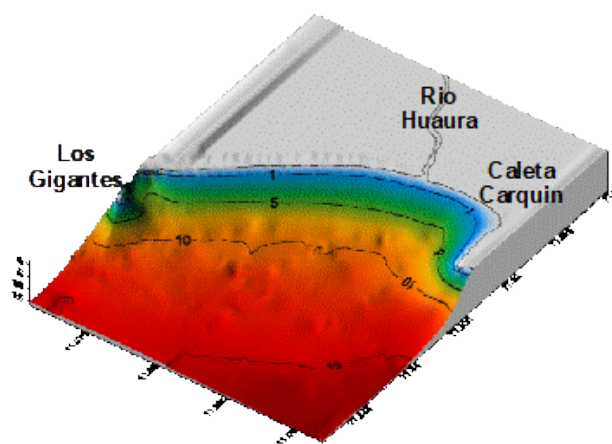
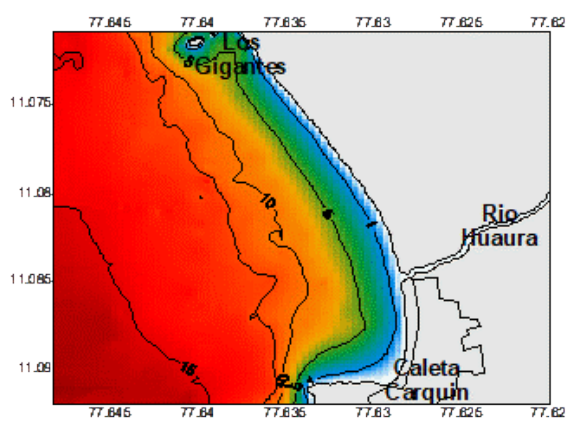


Fig.15b  
pH en fondo  
Caleta Carquín 2017



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Figura. 16  
Levantamiento batimétrico en 3D  
Caleta de Carquín diciembre 2017



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

Fig.17a.

Velocidad de Corrientes (cm/s) en superficie

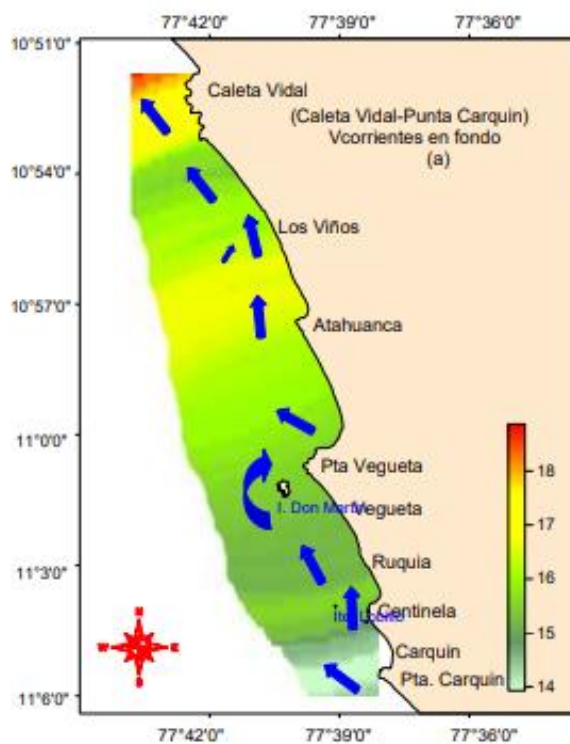
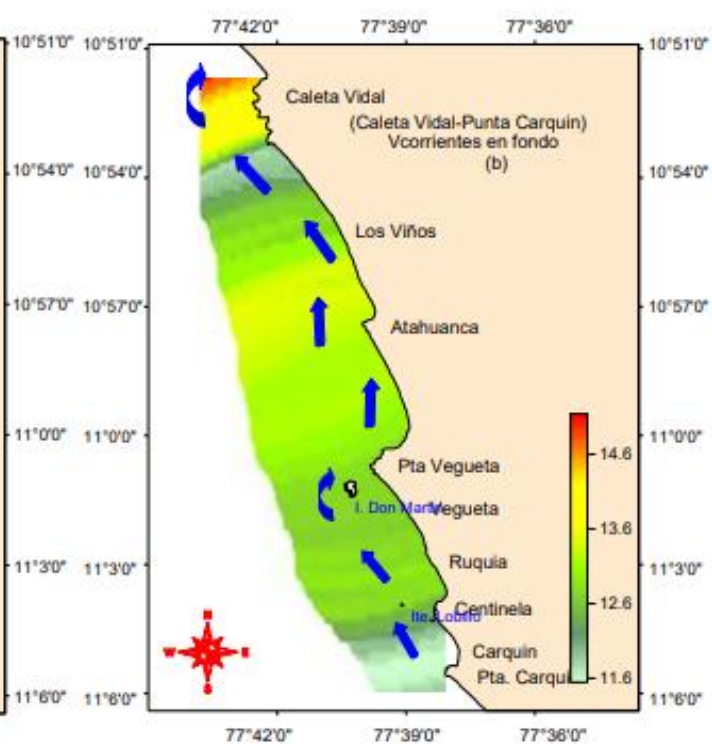


Fig.17b

Velocidad de Corrientes (cm/s) en fondo



Fuente: Elaboración propia-Carlos Maldonado Vásquez

"Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en la región Lima entre Punta Litera -Playa Grande (Barranca y Huaura de la Región Lima), 2007-Instituto del Mar del Perú"

## **PANEL FOTOGRÁFICO**

Foto N°1.  
Botella Niskin, para la recolección de las muestras de fondo  
Caleta Carquín Dic-2017



Foto N°2  
Análisis de aceites y Grasas  
Caleta Carquín Dic-2017





Foto N°3  
Preservación de muestras para Oxígeno disuelto- Caleta  
Carquín Dic-2017



Foto N°4.  
Lanzamiento de botella Niskin-muestras de fondo  
Caleta Carquín Dic-2017



Foto N°5  
Lado Sur-Oeste del área evaluada  
Caleta Carquín Dic-2017

