



UNIVERSIDAD DE LAMBAYEQUE

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

TESIS

Determinación de los parámetros Físico - Químicos y Microbiológicos de aguas marinas en la zona costera de la Caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017.

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR

JUAN CARLOS JIMENEZ CARBAJAL

CHICLAYO, Noviembre del 2017

FIRMA DEL ASESOR Y JURADOS DE TESIS

Mg. Cesar Alberto Cabrejos Montalvo
ASESOR

Mg. Marcos Guillermo García Paico
PRESIDENTE

Dr. Eduardo Julio Tejada Sánchez
SECRETARIO

Mg. Luis Fernando Terán Bazán
VOCAL

DEDICATORIA

Al todopoderoso Dios; por guiarme por el camino de la sabiduría y brindarme la oportunidad de poder concretar mis deseos de superación.

A mis padres; **Luisa Carbajal Jiménez** y **Francisco Jiménez Herrera** por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, mucho de mis logros se los debo a ustedes, entre los que se incluye este.

A mi hermano; **Eduardo Jiménez Carbajal**, por todos sus consejos que me sirvieron para poder formarme como persona y profesional.

A tu comprensión y soporte, me demostraste que nada es imposible en la vida, gracias por ser un ejemplo a seguir, mi **Kattia Melissa Paucar Correa**.

A mis mejores amigos; **Aaron Cieza**, **Lourdes Chunga**, **Carlos Bernabé**, **Edin Irigoín** y **Oscar Tesen**, por su amistad incondicional y apoyo mutuo en nuestra formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A la **Universidad de Lambayeque – Facultad de Ciencias de Ingeniería**

A cada uno de los profesores por su apoyo y orientación durante el desarrollo de mi carrera profesional.

A mi asesor **M.Sc. Mblgo. Cesar Alberto Cabrejos Montalvo**

Por su permanente colaboración y paciencia en el desarrollo y la culminación de mi tesis.

A todas aquellas personas

Que de una manera u otra hicieron posible la realización del presente trabajo de investigación.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	1
II.	ANTECEDENTES.....	3
2.1.	AREA DE ESTUDIO.....	3
2.2.	FUENTES GENERADORAS DE EFLUENTES CONTAMINANTES	3
2.2.1.	Empresa Comercializadora de Productos Hidrobiológicos S.A. (ECOMPHISA).....	3
2.2.2.	Centro de Procesamiento Pesquero Artesanal (CEPPAR).....	4
2.2.3.	Efluentes de Industrias ubicadas en el distrito de La Victoria	4
2.2.4.	Laguna Primaria de Estabilización de Aguas Residuales del distrito de Santa Rosa	4
2.3.	ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	5
2.4.	BASE TEORICA CIENTIFICA:	10
2.4.1.	Uso del mar como vertedero de desechos:	10
2.4.2.	Calidad de Agua:	11
2.4.3.	Parámetros Físicos:	12
2.4.4.	Parámetros Químicos:	13
2.4.5.	Alteraciones Biológicas.....	14
2.4.6.	Identificación de Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos:.....	15
2.4.7.	Marco Legal	17
2.5.	DEFINICION DE TERMINOS BASICOS	21
III.	MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1.	POBLACION Y MUESTRA EN ESTUDIO:.....	24

3.2. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
24	
3.2.1. Métodos:	24
IV. RESULTADOS	30
4.1. ANALISIS DE LOS PARAMETROS FISICOS	30
4.1.1. Análisis de la Temperatura	30
4.1.2. Análisis de Turbidez.....	33
4.1.3. Análisis de pH.....	36
4.2. ANALISIS DE LOS PARAMETROS QUIMICOS	39
4.2.1. Análisis de DBO.....	39
4.2.2. Análisis de DQO	42
4.3. ANALISIS DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	45
4.3.1. Análisis de Coliformes Totales.....	45
4.3.2. Análisis de Coliformes Termotolerantes	48
V. DISCUSION	51
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES.....	54
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
IX. ANEXOS.....	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estandares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua	16
Tabla 2 Relacion de Diluciones a partir de los valores de DQO.....	27

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Temperatura (Punto A).....	30
Figura 2 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Temperatura (Punto B).....	31
Figura 3 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Temperatura (Punto C).....	32
Figura 4 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Turbidez (Punto A)	33
Figura 5 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Turbidez (Punto B)	34
Figura 6 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Turbidez (Punto C)	35
Figura 7 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 pH (Punto A)	36
Figura 8 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 pH(Punto B)	37
Figura 9 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 pH (Punto C)	38
Figura 10 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 DBO (Punto A) .	39
Figura 11 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 DBO (Punto B) .	40
Figura 12 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 DBO (Punto C) .	41
Figura 13 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 DQO (Punto A) .	42
Figura 14 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 DQO (Punto B) .	43
Figura 15 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 DQO (Punto C) .	44
Figura 16 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Col. Totales (Punto A)	45
Figura 17 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Col. Totales (Punto B)	46
Figura 18 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Col. Totales (Punto C)	47
Figura 19 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Col. Termotolerantes (Punto A)	48

Figura 20Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Col.
Termotolerantes(Punto B)49

Figura 21Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 Col.
Termotolerantes (Punto C)50

RESUMEN

En el presente estudio titulado: “DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE AGUAS MARINAS EN LA ZONA COSTERA DE LA CALETA SANTA ROSA. ENERO – JUNIO 2017”, se propuso el objetivo de evaluar la composición físico – química y microbiológica de estas aguas, entre los meses de Enero y Junio del 2017, y establecer si las aguas se encuentran dentro de los Estándares Nacional de Calidad de Ambiental (ECA) para Agua, aprobados según Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM en su Categoría 4.

Se realizó monitoreos en tres puntos de muestreos, el primero se ubicó en la unión del Dren 4000 (Punto A), el segundo se ubicó a 200 metros hacia la izquierda del punto A (Punto B), y el tercero se ubicó a 200 metros hacia la derecha del Punto A (Punto C). Los promedios de los valores obtenidos de los parámetros físico químicos fueron los siguientes: en Temperatura su promedio fue: en el Punto A: 25.83 °C, en el Punto B: 24.67 °C, en el Punto C: 24.16 °C; para Turbidez se obtuvo los siguientes promedios: Punto A: 104.16, en el Punto B: 67.5, en el Punto C: 93.3; ; a nivel de pH se obtuvo los siguientes promedios: Punto A: 7,07, en el Punto B: 7.45, en el Punto C: 7.47; en DBO se obtuvo los siguientes promedios: Punto A: 54.16, en el Punto B: 6,00 , en el Punto C: 10,16; y para DQO se obtuvo los siguientes promedios: Punto A: 68,35, en el Punto B: 7,9 , en el Punto C: 13,58. Con respecto a los parámetros microbiológicos los promedios obtenidos fueron los siguientes: en el parámetro de Coliformes Totales se obtuvo los siguientes promedios: Punto A: 12,786 NMP/100 ml, en el Punto B: 142,5 NMP/100 ml, en el Punto C: 14,250 NMP/100 ml mientras que en el parámetro de Coliformes Termotolerantes se obtuvo los siguientes promedios: Punto A: 14,750 NMP/100 ml, en el Punto B: 58,5 NMP/100 ml, en el Punto C: 20,33 NMP/100 ml; determinando así que en los parámetros microbiológicos superan los Límites Máximos Permisibles establecidos según la Ley General de Aguas.

Palabras Claves: Parámetros Físico – Químicos, Parámetros Microbiológicos, Estándares de Calidad Ambiental, Límites Máximos Permisibles, Medio Acuático.

ABSTRACT

In the present study titled: "DETERMINATION OF THE PHYSICO - CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF MARINE WATERS IN THE COASTAL AREA OF CALETA SANTA ROSA. JANUARY - JUNE 2017, the objective was to evaluate the physical - chemical and microbiological composition of these waters between January and June 2017, and to establish if the waters meet the National Environmental Quality Standards (ECA) for Water, approved according to Supreme Decree No. 002-2008-MINAM in its Category 4 (Conservation of the Aquatic Environment).

Monitoring was carried out at three sampling points, the first one was located at the junction of Dren 4000 (Point A), the second was located 200 meters to the left of point A (Point B), and the third was located 200 meters to the right of Point A (Point C). The averages of the values obtained from the physical chemical parameters were as follows: in Temperature its average was: at Point A: 25.83 ° C, at Point B: 24.67 ° C, at Point C: 24.16 ° C; for Turbidity the following averages were obtained: Point A: 104.16, in Point B: 67.5, in Point C: 93.3; ; at the pH level the following averages were obtained: Point A: 7.94, Point B: 7.85, Point C: 7.92; in BOD the following averages were obtained: Point A: 54.16, in Point B: 6.00, in Point C: 10.16; and for COD the following averages were obtained: Point A: 68.35, Point B: 7.9, Point C: 13.58. With respect to the microbiological parameters, the following averages were obtained: in the total coliform parameter the following averages were obtained: Point A: 12,786 NMP / 100 ml, in Point B: 142.5 NMP / 100 ml, in the Point C: 14.250 NMP / 100 ml while in the thermotolerant coliform parameter the following averages were obtained: Point A: 14,750 NMP / 100 ml, in Point B: 58.5 NMP / 100 ml, at Point C: 20, 33 NMP / 100 ml; thus determining that in the microbiological parameters they exceed the Maximum Permissible Limits established according to the General Law of Waters.

Key Words: Physical - Chemical Parameters, Microbiological Parameters, Environmental Quality Standards, Maximum Permissible Limits, Aquatic Medium.

I. INTRODUCCION

En el departamento de Lambayeque, el litoral costero posee un gran valor biológico por sus principales fuentes de recursos pesqueros, organismos acuáticos y terrestres, comunidades de plantas, dando lugar a la diversificación de la flora y fauna. Pero en estos últimos años, la calidad de las aguas en las zonas costeras del Perú, en especial las del departamento de Lambayeque, se han visto impactadas por la contaminación marina que está relacionada con el incremento de las actividades antropogénicas generadas por los habitantes que se encuentran en estas zonas y su inadecuado control y manejo de los desechos sólidos y líquidos **(PNUMA, 1999)**.

A 17 kilómetros de Chiclayo, se ubica la Caleta Santa Rosa, un distrito de la región Lambayeque, con un acelerado desarrollo industrial y artesanal, en donde desemboca uno de los 8 drenes que conforman la cuenca Chancay – Lambayeque: el dren 4000, su cauce recibe residuos líquidos urbanos e industriales de Chiclayo, efluentes de la laguna de Oxidación del distrito de Santa Rosa, aguas residuales de las actividades realizadas en el Terminal Pesquero ECOMPHISA, además residuos del Centro de Procesamiento Pesquero Artesanal (CEPPAR), siendo su receptor la zona marina costera de la caleta de Santa Rosa, generando un ambiente propicio para el desarrollo de microorganismos, además de la ruptura y degradación del paisaje marino **(Bances et. al., 2010)**.

En la zona de interfase entre el agua marina y las aguas residuales, se llevan a cabo reacciones de liberación de nutrientes mediante mecanismos de óxido-reducción y actividad bacteriana principalmente; el conocer los procesos que se efectúan en esta zona, por medio del análisis de los parámetros físicos – químicos y microbiológicos, permite establecer el nivel del impacto ambiental que el agua sufre, además de establecer de una manera cuantitativa los valores de los parámetros afectados **(Carmenate et. al., 2008)**.

La carga microbiana de Coliformes Totales y Termotolerantes que se encuentra en los efluentes que transporta el dren 4000 es elevada, teniendo en consideración que son un grupo de bacterias que habitan en plantas, suelos, animales incluyendo a los humanos, y que se pueden utilizar como indicadores de contaminación fecal, constituyendo no solo un peligro para los que laboran artesanalmente en las playas sino también para la salud de los bañistas (**Estrada et. al., 2009**).

Ante la problemática expuesta se formuló el siguiente problema de investigación: ¿Cuáles son los niveles de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de aguas marinas en la zona costera de la caleta Santa Rosa Enero – Junio 2017?; para lo cual se propuso el siguiente **Objetivo General**: Evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de aguas marinas en la zona costera de la Caleta Santa Rosa Enero – Junio 2017; teniendo como **Objetivos Específicos**: Determinar los parámetros Físicos (temperatura, turbidez, pH) de aguas marinas en la zona costera de la Caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017, Determinar los parámetros Químicos (DBO, DQO) de aguas marinas en la zona costera de la Caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017, Determinar los parámetros microbiológicos de aguas marinas en la zona costera de la Caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017, planteándose la **Hipótesis**: La Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del agua de Mar en las zonas costeras de la Caleta Santa Rosa no cumple con los parámetros según los Estándares de Calidad Ambiental de Aguas establecidos por el Ministerio de Ambiente (MINAM).

II. ANTECEDENTES

2.1. AREA DE ESTUDIO

El estudio de investigación se realizó en el distrito de Santa Rosa, específicamente en la zona marino - costera de la Caleta Santa Rosa, Provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque en el transcurso de los meses de Enero a Junio del 2017.

2.2. FUENTES GENERADORAS DE EFLUENTES CONTAMINANTES

Se han identificado un total de cincuenta y uno (51) fuentes contaminantes que desembocan directa e indirectamente al Mar Santa Rosa de la Región Lambayeque de origen doméstico (12), Industrial (17), Municipal (13), botaderos de residuos sólidos (3) y seis (06) drenes que desembocan al Mar Santa Rosa en la Zona Litoral de los distritos de Lambayeque, San José, Santa Rosa, Pimentel y Monsefú. (Identificación de Fuentes Contaminantes Zona Marino Costera, ANA). En esta investigación, solo se mencionaran 4 fuentes consideradas importantes, las cuales son:

2.2.1. Empresa Comercializadora de Productos Hidrobiológicos S.A. (ECOMPHISA)

Considerada como el primer mercado mayorista del norte del Perú, la empresa comercializadora de productos hidrobiológicos S.A. (ECOMPHISA), dentro de sus instalaciones cuenta con servicio de restaurants y hotelería, los cuales generan residuos sólidos y líquidos, los cuales entran en un proceso de sedimentación en cámaras de retención de sólidos para luego ser evacuados al buzón principal y a la red pública, sin embargo el servicio de alcantarillado se vio interrumpido a consecuencia de la obstrucción de los buzones de la Red, que provoco el cierre del buzón, derivando las aguas residuales directamente al Dren 4000.

2.2.2. Centro de Procesamiento Pesquero Artesanal (CEPPAR)

Fue constituida en 1998, proyecto elaborado y realizado por el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES) y gracias a la ayuda de la Unión Europea, el centro de procesamiento pesquero artesanal (CEPPAR), realiza la producción del pescado salado y trata de mantener las condiciones de saneamiento desde la recepción de la materia prima hasta su empaclado y almacenamiento, de la misma manera sus efluentes, realizando un tratamiento de Sedimentación en Cámaras de Retención de Sólidos con el objetivo de disminuir la carga orgánica, para luego ser evacuadas al Dren 4000. En la actualidad, no todos los procesadores tienen acceso a los módulos de CEPPAR, realizando el procesamiento en condiciones poco salubres generando contaminación en la zona cercana a la playa, realizando una inadecuada disposición de los residuos.

2.2.3. Efluentes de Industrias ubicadas en el distrito de La Victoria

Las empresas Industriales ubicadas aproximadamente en el Km 764 de la carretera Panamericana Norte – Sector Chosica del Norte, en el distrito de La Victoria, se dedican al proceso de elaboración de alcohol etílico rectificado, arrojando sus efluentes residuales al sistema de drenaje, y que son producto del proceso de destilación de alcohol, constituidos mayormente por vinaza o maleza de la caña de azúcar diluida.

2.2.4. Laguna Primaria de Estabilización de Aguas Residuales del distrito de Santa Rosa

Esta laguna de tratamiento primario pertenece a la empresa EPSEL S.A. y se encarga de recibir las aguas residuales urbanas del distrito de Santa Rosa, pero esta no cuenta con un sistema de autodepuración adecuado, además la capacidad que posee no cubre completamente el tratamiento de las aguas residuales del sistema de alcantarillado, debido a las altas

concentraciones de Cloruros, Sulfuros, generando la putrefacción de la materia orgánica condicionando el excesivo crecimiento de la bacteria *Thiopedia roseae*, dando un color rosáceo al agua. Cabe mencionar que estas aguas son derivadas al Dren 4000.

2.3. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

Ledesma et al. (2012), Reportaron que en el mes de noviembre, la temperatura superficial del mar en la zona costera del Callao, fluctuó entre 14,6 °C y 19,5 °C, con promedio de 17,7 °C. El área que presento un gradiente térmico con tendencia a la homogeneidad a excepción del sur de La Punta donde se observó el ingreso de un flujo de agua calidad.

Castillo et al. (2012), reportaron que la temperatura superficial del mar varió de 13,90° a 28,21 °C con un promedio total de 21,83° C en el área marítima entre Puente Pizarro y Los Palos. Los valores altos de temperatura superficial (>24° C) se registraron al norte de Punta La Negra, en la zona oceánica de Pimentel y de Chimbote a Chancay, en los meses de febrero a abril del 2012.

Castillo et al. (2012), reportaron que desde la zona costera de Paita hacia Salaverry, se registró un incremento de pH por una mayor productividad, con valores de 8,1 a 8,3 de pH, relacionados a eventos de mareas rojas o aguajes. Además al sur de Ático hasta Morro Sama el ambiente se registró ligeramente básico con valores de pH entre 8.00 y 8.22 lo que podría estar relacionado al ingreso de aguas oceánicas en esas zonas.

Silva (2011), Determinó que el pH en el mar de Acapulco en la época de verano su valor fluctuó entre 7,32 y 8,09; mientras que la temperatura oscilo entre los 35° C y 37° C, mientras que **Castillo et al. (2012)**, expreso que las zonas costeras se caracterizan por tener un pH ligeramente bajo con valores

inferiores a 7,5, con producto de la relativa acidez que podría producir los procesos productivos costeros.

León et al. (2011), Determino que el pH es menor en la zona costera, esta característica se acentuó en la costa del Callao y Pisco con valores de 7,6 a 7,9 durante la primavera del 2007, teniendo en cuenta que la medida global oceánica de pH es de 8,1.

Bances et al. (2010), Indicaron que en los dos meses de muestreo (Noviembre – Diciembre) se observaron los principales núcleos de turbidez frente a los centros poblados de Santa Rosa y Pimentel, en donde se localizan los drenes 4000 y 3100, respectivamente, y al norte de San José en donde desemboca el Dren 1000, debido a que estos efluentes contribuyen al aporte significativo de sedimentos y materia orgánica además de desechos domésticos e industriales hacia las aguas costeras de Lambayeque.

SIAS (2010), en un estudio realizado sobre la contaminación microbiológica y parámetros fisicoquímicos de tres fuentes de abastecimiento de agua del BRUNAS concluye que las aguas de las quebradas por estar fuera de los límites máximos permisibles con respecto a los parámetros microbiológicos no son aptas para el consumo encontrándose la presencia de Coliformes totales y *Escherichia coli* Termotolerantes, un alto grado de microorganismos tipo fungí (mohos y levaduras), confirman que el agua de los reservorios que abastecen a la comunidad universitaria recibe una alta presión selectiva respecto a la falta de mantenimiento permanente y de un tratamiento adecuado del agua allí almacenada.

Estrada et al., (2009). Evaluó 11 puntos críticos de efluentes vertidos en el Dren 4000 Santa Rosa y playa Santa Rosa, lo cual obtuvo los siguientes resultados: Densidad de Coliformes y *Enterococcus sp* en el mar de la Caleta Santa Rosa en la desembocadura de aguas residuales del Dren 4000 y próxima a esta, muestran el alto grado de contaminación fecal con valores de $1,1 \times$

10^7 NMP/100 ml de Coliformes totales, $6,3 \times 10^6$ NMP/100 ml de Coliformes termotolerantes y $3,7 \times 10^4$ NMP/100 ml de *Enterococcus faecalis* en su desembocadura, $1,5 \times 10^5$ NMP/100 ml de Coliformes totales, $8,1 \times 10^4$ NMP/100 ml de Coliformes termotolerantes y $7,0 \times 10^3$ NMP/100 ml *Enterococcus faecalis* a 100 metros a la derecha del vertimiento y $2,5 \times 10^4$ NMP/100 ml de Coliformes totales, $9,7 \times 10^3$ NMP/100 ml de Coliformes Termotolerantes y $2,7 \times 10^3$ NMP/100 ml de *Enterococcus faecalis* a la izquierda del vertimiento siendo esta agua de mar usada para el lavado de pescado y procesamiento informal del pescado salado, incumpliendo los límites bacteriológicos establecidos por aguas de mar Tipo IV y V.

Estrada, (2009); Detectó alta carga microbiana en el Terminal Pesquero ECOMPHISA del distrito de Santa Rosa, registrándose niveles elevados de contaminación fecal de $3,4 \times 10^9$ NMP/100 ml de Coliformes Totales y $1,2 \times 10^9$ NMP/100 ml de Coliformes Termotolerantes.

Ledesma (2007), reporto valores entre 0.57 y 11.78 mg/l de DBO5 correspondiendo los más altos niveles correspondieron a las plantas harineras que descargan sus efluentes en el agua de mar de las Bahías de Carmín y Huacho, en el distrito de Huaura.

Vergaray et al., (2007); Evaluaron el agua de 8 playas del litoral limeño, realizado en el mes de Enero (verano) del 2006, demostrando que el agua de 3 playas: Pescadores, Caballeros y Naplo, superó el límite de 1000 NMP/100 ml Coliformes Termotolerantes. En el mes de Julio (invierno) del 2005, el agua de las 8 playas no superó los 5000 NMP/100 ml Coliformes Totales, ni los 1000 NMP/100 ml Coliformes Fecales.

Ledesma et al. (2006), Reportaron que en los meses de febrero y marzo, del verano del 2002, el medio ambiente marino se encontró bastante perturbado debido a la proyección hacia el sur de las Aguas Ecuatorianas Superficiales (AES), que originaron grandes áreas de mezcla en las costas al norte de Callao,

el rango de temperatura fluctuó entre los 14,6 °C (norte de Ático) y 27,99 °C (Puerto Pizarro).

Castañeda et al., (2005); menciona que la producción del pescado seco – salado a nivel artesanal y como parte de las actividades del Centro de Procesamiento Pesquero Artesanal (CEPPAR), genera residuos sólidos y líquidos evacuados a las orillas de las playas de la Caleta Santa Rosa y al Dren 4000, originando olores desagradables, presencia de vectores mecánicos a causa de la descomposición de aminoácidos de vísceras de pescado y bacterias Coliformes. A todo esto evaluó el procesamiento de pescado salado en el Distrito de Santa Rosa, donde pudo registrar niveles de Coliformes Totales $9,1 \times 10^7$ NMP/100 ml y $3,5 \times 10^7$ NMP/100 ml de Coliformes Termotolerantes.

Carbajal et al (2005); como parte del diagnóstico ambiental de la zona costera de Lambayeque realizado por el Laboratorio costero de Santa Rosa. IMARPE manifestó que el continuo arrojado de desechos domésticos e industriales al Dren 4000 en Santa Rosa, tiene una influencia hasta 600 metros más al norte, percibiéndose un olor nauseabundo y una coloración rojiza del agua de mar en la orilla, área en donde se realiza actividades de pesca (Caballitos a la pinta, marisqueo) y de recreación (bañistas), convirtiéndose en un peligro latente para la transmisión de enfermedades gastrointestinales.

Ramírez et al.,(2005), señalaron que la descarga al mar de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias, trae como consecuencia efectos desfavorables del tipo sanitario, económico y ecológico, constituyéndose en un peligro potencial para las zonas pesqueras por el vertimiento continuo de contaminantes, los cuales llegan con facilidad a las áreas costeras, hábitat de numerosas especies.

Pluspetrol S.A. (2001), en Lima, en un estudio ambiental preliminar de la Costa del Perú/Zona Sur reportó valores que fluctuaron entre 4.5 y 7.9 mg/l de

DBO5 en la Playa Centinela, en la Playa Pampa Clarita presento un rango de variación entre 5 y 7.9 mg/l de DBO5, en la Playa Silencio la Demanda Bioquímica de Oxígeno oscilo entre 0,6 y 5,1 mg/l, en la Playa Camacho los valores fueron entre 4,27 y 6,66 mg/l de DBO5 y en la Playa Lobería el rango de oscilación fue entre 5 y 8,6 mg/l de DBO5.

Córdova et al. (1997), reportaron que la temperatura superficial observada en el área prospectada fluctuó entre los 20, 5 °C y 27 °C en el mes de abril en la bahía de Paracas. Los valores mayores de 22 °C fueron registrados muy próximos a la costa, estando influenciados por las descargas líquidas del proceso pesquero de la zona.

Córdova et al. (1997), reporto la presencia de materia orgánica en el ámbito proveniente de los efluentes industriales pesqueros se traduce en altos valores de DBO, el cual fluctuó entre 31,63 a 284,71 mg/L en los meses de mayo de 1995 en la bahía de Paracas, mientras que **Cabrera (2005)**, en el departamento de Piura, evaluó la contaminación de la Bahía de Paita determino una DBO5 de 6,72 mg/l en las zonas de baño recreacional y un máximo de 10 mg/l frente a la Empresa EPS Paita.

DIGESA, (1997); Clasificó a las playas como propias e impropias de acuerdo a la densidad de Coliformes Fecales durante 5 semanas consecutivas. Las playas clasificadas como propias se subclasifican en la categoría muy buena con un valor máximo de 250 Coliformes Fecales como NMP/100 ml; buena con 500 Coliformes Fecales, regular con 1000, mala con 4000 y muy mala con valores superiores a 4000 Coliformes Fecales.

Según EJA (1972) citada por **Inove y Ebise (1990)**; establece que valores de DQO superiores a 2,0 mgO₂/L son típicos de agua marina de mala calidad y la demanda química de oxígeno al permanganato en medio alcalino es un excelente indicador de la cantidad de la materia orgánica disuelta y particulada en el medio marino, mientras que **Carmenate et. Al. (2008)**, determinaron que

los valores de DQO puntuales obtenidos en el tramo costero con uso industrial en la provincia La Habana fueron desde 3,63 hasta 4,73 mg O₂/L, y corresponden a agua marina contaminada en la mayoría los casos.

Rheinheimer (1987), sostienen que la concentración de microorganismos presentes en las aguas litorales, dependen del suministro que llegan a ellos, tendiendo a disminuir a una velocidad que depende de las características intrínsecas del ambiente marino costero, entre estas podemos señalar la concentración de nutrientes, potencial redox, salinidad, pH, temperatura, vientos y corrientes marinas, etc. Sin embargo cuando hay un flujo constante de desagües urbanos, se incrementa el tiempo de supervivencia, entre ellas de algunos patógenos.

2.4. BASE TEORICA CIENTIFICA:

2.4.1. Uso del mar como vertedero de desechos:

Durante siglos se han utilizado los océanos del mundo como un vertedero de desechos generados por los seres humanos, prestando muy poca atención, o ninguna, a los efectos de tales actos. Hubo que esperar a la década de los 60 para empezar a tener mayor conciencia de las repercusiones que tenían tales actos imprudentes para el medio marino, los alimentos marinos y otros recursos vivos.

La degradación sobre todo en las zonas costeras, se ha acelerado notablemente en los 3 últimos siglos, al mismo ritmo que se han aumentado los vertidos industriales y las aguas filtradas procedentes de las explotaciones agrarias, ganaderas y vertidos de ciudades costeras.

Mucho de estos contaminantes se acumulan en las profundidades del océano, donde son ingeridos por pequeños organismos marinos a través de los cuales se introducen en la cadena alimentaria global. Los científicos incluso han descubierto que los medicamentos que ingiere el hombre y que no llegan a ser

procesados completamente por su organismo acaban en el pescado que comemos.

Algunos de los contaminantes más comunes derivados de la actividad humana son los plaguicidas, herbicidas, fertilizantes químicos, detergentes, hidrocarburos, aguas residuales, plásticos y otros sólidos.

Ahora, basta con fijarse en el delta del río Mississippi, en la denominada “Zona Muerta” del tamaño del estado de Nueva Jersey, que en cada verano en el delta del río, se acumulan residuos orgánicos en descomposición y plásticos en el Pacífico Norte, un claro ejemplo de que esta acción de arrojar los desechos y efluentes ha servido para llevar al borde del caos lo que hace un tiempo era un ecosistema marino próspero.

2.4.2. Calidad de Agua:

La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables físico-químicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo. La calidad físico-química del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud **(OMS, 2006)**, tras cortos o largos periodos de exposición **(Rojas, 2002)**. Mientras que, la microbiología se basa en la determinación de aquellos microorganismos que pueden afectar directamente al ser humano o que, por su presencia puedan señalar la posible existencia de otros, tal y como sucede con los Coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella* **(Presidencia de la República, Ministerio de Salud y de Ambiente y Energía de Costa Rica, 2005; Eaton et al. 2005)**.

Los parámetros indicadores de contaminación o índices de calidad permiten medir los cambios percibidos en un cierto cuerpo de agua que puede ser afectado por distintos tipos de contaminación o degradación física **(Custodio y Díaz, 2001)**. Cualquier cambio significativo en la concentración de algún

parámetro indicador es sospecha de algún grado de contaminación, ya sea físico, químico o bacteriológico (**Farell y Nieuwenhuijsen, 2003**).

2.4.3. Parámetros Físicos:

- **Temperatura:**

Esta variable está relacionada con diversos fenómenos que ocurren en el agua, como la solubilidad de gases y sales, así como en los procesos biológicos. La elevación de la temperatura del agua puede acelerar la putrefacción, aumentar la solubilidad de las sales y disminuir la de los gases.

- **Turbiedad:**

La turbiedad es una medida de la cantidad de materia en suspensión que interfiera con el paso de un haz de luz a través del agua. (OMS, 1998). Es producida por materias suspendidas como arcilla o materia orgánica e inorgánica finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos (APHA *et al.* 1995).

- **pH:**

El pH (Índice de Ion de Hidrógeno), es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua. La escala de pH contiene una serie de números que varían de 0 a 14, estos valores miden el grado de acidez o basicidad de una solución. Los valores inferiores a 7 y próximos a cero indican aumento de acidez, los que son mayores de 7 y próximos a 14 indican aumento de basicidad, mientras que cuando el valor es 7 indica neutralidad. Las medidas de pH son de extrema utilidad, pues nos proveen muchas informaciones con respecto a la calidad del agua. Las aguas superficiales tienen pH entre 4 y 9. Algunas veces son ligeramente alcalinas por causa de la presencia de carbonatos y bicarbonatos.

Generalmente un pH muy ácido o muy alcalino está relacionado a la presencia de desechos industriales.

2.4.4. Parámetros Químicos:

La presencia de compuestos químicos por encima de determinados niveles de concentración suele ser la que más afecta a la calidad del agua, Los compuestos orgánicos (hidrocarburos, pesticidas, detergentes) dan al agua un carácter reductor, ya que son capaces de combinarse con el oxígeno disuelto en ella.

- **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):**

La demanda biológica es la cantidad de oxígeno requerido por las bacterias durante cinco días a 20° C. Se define como la diferencia entre el oxígeno disuelto inicial, antes de la incubación, y el remanente después de cinco días de incubación a 20 °C. Es utilizado para determinar la contaminación de aguas domésticas en términos de la cantidad de oxígeno descargado en cuerpos naturales en donde prevalecen condiciones aeróbicas. La prueba es una de las más importantes en el control de actividades contaminantes en cuerpos de agua (**APHA et al. 1995**).

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):**

Es usada para medir el material orgánico presente en las aguas residuales, susceptibles a ser oxidado químicamente con una solución de bicromato en medio ácido.

Algunas razones para explicar tal diferencia se enumeran a continuación:

- ✓ Las sustancias orgánicas que se oxidan con bicromato aumentan evidentemente el contenido orgánico de la muestra.

- ✓ Algunas sustancias orgánicas pueden ser tóxicas para los microorganismos usados en las pruebas de la DBO.
- ✓ Valores altos de DQO se pueden tener por la presencia de sustancias inorgánicas con las cuales el bicromato puede reaccionar.

2.4.5. Alteraciones Biológicas

Las alteraciones biológicas del agua se refieren, principalmente, al desequilibrio provocado por un aumento del número de microorganismos presentes especialmente bacterias, protozoos y algas. Las bacterias son los microorganismos encargados de oxidar la materia orgánica del agua; los protozoos se alimentan de bacterias y, por tanto, equilibran las poblaciones de microorganismos; las algas poseen la capacidad fotosintética que les permite liberar oxígeno manteniendo la concentración suficiente en el agua.

- **Coliformes Totales:**

Son las Enterobacteriaceae lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para aislamiento que por criterios taxonómicos. Pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37 °C.

- **Coliformes Termotolerantes o Fecales:**

Los Coliformes fecales son un subgrupo de bacterias entéricas, que fermentan la lactosa a altas temperaturas de incubación (44,5 °C), por el que también se les conocen como Coliformes Termotolerantes.

Este grupo consiste principalmente de bacterias como *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii* y *Enterobacter sp.* (**Eaton et al. 2005**).

Las bacterias Coliformes fecales se localizan naturalmente en el aparato digestivo del hombre y de animales de sangre caliente; por lo tanto, se encuentran en las heces de estos orígenes, pero también algunas pueden hallarse en el ambiente. Las bacterias más frecuentes en las aguas contaminadas son los Coliformes fecales (**Ongley, 1997**).

Las enfermedades de transmisión hídrica son causadas por bacterias, virus y parásitos (protozoarios y helmintos) que se encuentran en las heces de los individuos infectados y de ahí son las fuentes de contaminación del agua. Se controla los niveles de Coliformes fecales debido a la correlación que existe entre estos y las bacterias patógenas (**Cortes – Lara, 2003**).

2.4.6. Identificación de Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos:

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Aguas aprobados según Decreto Supremo N° 004 – 2017-MINAM, en cuyo texto, señala que la norma aprobada tiene por objetivo establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Los parámetros indicados en el ECA se encuentran clasificados en cuatro categorías según el uso que se le dará al cuerpo de agua, así tenemos:

- CATEGORIA 1: Para uso poblacional y recreacional.
- CATEGORIA 2: Para actividades Marino Costeras.
- CATEGORIA 3: Para riego de vegetales y bebida de animales.
- CATEGORIA 4: Para conservación del ambiente acuático.

Es importante diferenciar que los ECAS definen la buena calidad de los cuerpos de agua para el hombre y para el medio ambiente. En cambio, los Límites Máximos Permisibles (LMP) definen al grado de peligrosidad de los efluentes que son vertidos a las aguas superficiales receptoras, es por esta razón, que los LMP obedecen a otra regulación.

Parámetros para la Conservación del Ambiente Acuático E3: Ecosistema Marino Costero - Costero		
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
Físicos		
pH	Unidad de pH	6,8 – 8,5
Temperatura	Celsius	25° C
Turbidez		100
Químicos		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	≤15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	≤10
Microbiológicos		
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	2000
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	1000

Tabla 1 Estandares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua
Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático
D.S. N° 004-2017 MINAM

2.4.7. Marco Legal

- **Protocolo de Londres:**

El convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, 1972, Convenio de Londres en su forma abreviada, es uno de los primeros convenios mundiales dedicados a proteger el medio marino de las actividades de los seres humanos y está en vigor desde 1975. Su objetivo es el fomento del control efectivo de todas las fuentes de contaminación del mar y la adopción de todas las medidas posibles para prevenir la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias.

- **Ley General del Ambiente – Ley N° 28611:**

Empresa y Ambiente (Cap. 4)

Art. 74.- De la responsabilidad general.

Todo titular de operaciones es responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generan sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales como consecuencia de sus actividades. Esta responsabilidad incluye los riesgos y daños ambientales que se generan por acción u omisión.

Art. 77.- De la promoción de la producción limpia.

77.2.- Las medidas de producción limpia que puede adoptar el titular de operaciones incluyen, según seas aplicables, control de inventarios y de flujo de materias primas e insumos, así como la sustitución de equipos y de la tecnología aplicada el control o sustitución de combustible y otras fuentes energéticas; la reingeniería de procesos, métodos y prácticas de producción y la reestructuración o rediseño de los bienes y servicios que brinda, entre otras.

Art. 121.- Del vertimiento de aguas residuales.

El estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.

Art. 122.- Del tratamiento de residuos líquidos.

122.3.- Las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas, productivas de comercialización y otras que generan aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento a fin de reducir sus niveles de contaminación hasta niveles compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares establecidos en instrumentos de gestión de conformidad con lo establecido en las normas legales vigentes. El manejo de las aguas residuales o servidas de origen industrial puede ser afectado directamente por el generador, a través de terceros debidamente autorizados a través de las entidades responsables de los servicios de saneamiento, con sujeción al marco legal vigente sobre la materia.

- **Ley de Recursos Hídricos - Ley N° 29338:**

Art. 75: Protección del Agua:

La Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a esta en el marco de la Ley y demás normas aplicables. Para dicho fin, puede coordinar con las instituciones públicas competentes y los diferentes usuarios. La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca correspondiente, ejerce

funciones de vigilancia y fiscalización con el fin de prevenir y combatir los efectos de la contaminación del mar, ríos y lagos en lo que le corresponda. Puede coordinar, para tal efecto, con los sectores de la administración pública, los gobiernos regionales y los gobiernos locales.

Art. 79: Vertimiento de agua residual:

La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental de Agua (ECA – Agua) y Límites Máximo Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua sin dicha autorización.

En caso de que el vertimiento del agua residual tratada pueda afectar la calidad del cuerpo receptor, la vida acuática asociada a este o sus bienes asociados, según los estándares de calidad establecidos o estudios específicos realizados y sustentados científicamente, la Autoridad Nacional debe disponer las medidas adicionales que hagan desaparecer o disminuyen el riesgo de la calidad del agua, que puedan incluir tecnologías superiores, pudiendo inclusive suspender las autorizaciones que se hubieran otorgado al efecto. En caso de que el vertimiento afecte la salud o modo de vida de la población local, la Autoridad Nacional suspende inmediatamente las autorizaciones otorgadas. Corresponde a la autoridad sectorial competente la autorización y el control de las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje urbano o alcantarillado.

- **Decreto Supremo N° 004 – 2017 MINAM**

Art. 1.- Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

Protección de las fuentes de agua (Cap.- IV)

Art. 123.- Acciones para la prevención y el control de la contaminación de los cuerpos de agua.

La ANA ejerce de manera exclusiva acciones de control, supervisión, fiscalización y sanciones para asegurar la calidad del agua.

La ANA ejerce acciones de vigilancia y monitoreo del estado de la calidad de los cuerpos de agua y control de vertimientos, ejerciendo la potestad sancionadora exclusiva por incumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones de vertimientos o por aquellos vertimientos no autorizados.

Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas (Cap. VI).

Art. 135.- Prohibición de efectuar vertimientos sin previa autorización.

Art. 136.- Medición y control de vertimientos.

Es responsabilidad del administrador instalar sistemas de medición de caudales de agua residual tratada y reportar los resultados de la medición.

Art. 145.- Control de vertimientos autorizados.

Incluyen visitas inopinadas a los titulares de las autorizaciones de los vertimientos, a fin de cautelar la protección de la calidad del agua y verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización.

- **Ley General de Salud – Ley N° 26842**

De la promoción del Ambiente para la Salud (Cap. VIII).

Art. 107.- El abastecimiento de agua, alcantarillado, disposición de excretas, rehúso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la autoridad de salud competente, la que vigilara su cumplimiento. Reglamento de desagües industriales; (D.L. N° 028 – 80 – SAPL Sedapal).

2.5. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

- **Aguas Residuales:**

Se consideran aguas residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios).

- **Calidad de Agua:**

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. Se utiliza con mayor frecuencia por referencia a un conjunto de normas contra las cuales puede evaluarse el cumplimiento. Los estándares más comunes utilizados para evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable.

- **Contaminación del Agua:**

Se define como la alteración de su calidad natural por la acción del hombre, que hace que no sea, parcial o totalmente, adecuada para la aplicación o uso a que se destina.

- **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):**

La DBO de un líquido es la cantidad de oxígeno que los microorganismos, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se expresa en mg/l. Como el proceso de descomposición varía según la temperatura se realiza en forma estándar durante cinco días a 20°C, esto se indica como DBO₅.

La DBO₅ es uno de los parámetros de mayor importancia en el estudio y caracterización de las aguas no potables y se considera que el agua está contaminada si la DBO₅ es mayor al 5 mg/l.

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):**

Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO₂/l).

- **Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento):**

Es aquella empresa o institución pública, municipal o mixta, constituida con el exclusivo propósito de brindar servicios de saneamiento en el ámbito urbano. Es quien produce, distribuye y comercializa el agua potable, y quien se encarga de la recolección, tratamiento y disposición final de las aguas servidas, la recolección de las aguas provenientes de las lluvias y la disposición sanitaria de excretas.

- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA):**

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.

- **Eutrofización:**

Proceso natural en ecosistemas acuáticos, caracterizado por un aumento en la concentración de nutrientes como nitratos y fosfatos, con los consiguientes cambios en la composición de la comunidad de seres vivos.

- **pH:**

El término pH es usado universalmente para determinar si una solución es ácida o básica, es la forma de medir la concentración de iones hidrógeno en una disolución. La escala de pH contiene una serie de números que varían de 0 a 14, esos valores miden el grado de acidez o basicidad de una solución. Los valores inferiores a 7 y próximos a cero indican aumento de acidez, los que son mayores de 7 y próximos a 14 indican aumento de basicidad, mientras que cuando el valor es 7 indican neutralidad.

- **Temperatura:**

Es una propiedad física de un sistema en la que se da una transferencia de energía térmica o calor, entre ese sistema y otros. Cuando existe una diferencia de temperatura hasta alcanzar el equilibrio térmico. En el sistema internacional de unidades, la unidad de temperatura es el Kelvin.

- **Turbidez:** Reducción de la transparencia de un líquido causada por la presencia de materia sin disolver. La turbidez, también es nombrada turbiedad.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. POBLACION Y MUESTRA EN ESTUDIO:

Puntos de Recojo de Muestras de Agua de Mar de la Caleta Santa Rosa. (Anexo N° 01)

- PUNTO A: Unión del Mar y efluentes del Dren 4000.
- PUNTO B: 200 metros a la izquierda del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000.
- PUNTO C: 200 metros a la derecha del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000

3.2. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.2.1. Métodos:

A. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS

A.1. Temperatura:

Se tomó in situ, se midió directamente en la columna del agua introduciendo un termómetro y se mantuvo en una profundidad de 15 cm (por debajo de la superficie) en un tiempo de 3 min.

A.2. Turbiedad:

La medición se realizó en el laboratorio de EPSEL. Para la medición de este parámetro se realizó con un turbidímetro HI 98703, el que previamente fue calibrado.

A.3. pH:

Para la medición de este parámetro, se obtuvo la muestra de agua en un recipiente de polietileno de 1 litro, completamente lleno y se trasladó en un cooler manteniéndolo a bajas temperaturas, para esto se colocó ice packs. En el laboratorio se calibró el pH metro, en las soluciones buffer,

luego se colocó en agua destilada para calibrarlo, para luego obtener el valor de pH en la muestra. Se recomienda esperar a que se establezca la lectura del display unos 30 segundos aproximadamente.

B. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS:

B.1. Demanda Química de Oxígeno (DQO):

Se usó el método de digestión en sistema cerrado, el cual se trabajó con 2 procesos:

- **Proceso de Digestión:** en la cual se trabajó con 2 soluciones: el blanco y la muestra de agua marina. Para la solución blanco se colocó en un tubo de digestión 3 ml de agua destilada, además de 3 mL de solución digestora (Dicromato de Potasio) y 3 mL de solución catalizadora (Ácido Sulfúrico), y se homogeneizó. Para la muestra se colocó en un tubo de digestión 3 mL de agua de la muestra, además de 3 mL de solución digestora (Dicromato de Potasio) y 3 mL de solución catalizadora (Ácido Sulfúrico), y luego se homogeneizó. En este último proceso se formó una coloración ámbar. Luego los 2 tubos de digestión se colocaron en el block de calentamiento a 150 °C en 2 horas.
- **Proceso de Tinción:** en este proceso se colocó tanto el blanco como la muestra en 2 Matraces Erlenmeyers, uno en cada matraz, luego se colocó a cada uno 6 gotas del reactivo indicador (Ferroína), el color que se formó en la reacción fue verde oscuro. Luego se colocó el sulfato ferroso amoniacal para la tinción, en este proceso se obtuvo un color rojizo.

La demanda química de oxígeno se determina como:

$$mgDQO/L = \frac{(A - B) \times 0.33 \times 8000}{ml \text{ muestra}}$$

Dónde:

A= Volumen de FAS usado para el blanco (ml)

B= Volumen de FAS usado para la muestra (ml)

B.2. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):

Se usó el método de incubación de 5 días, trabajando con 4 procesos:

- **Preparación del agua de dilución:** como primer paso se preparó el agua en dilución, para esto se midió primero el volumen de agua destilada necesaria, la cual debe tener una fuente de aire comprimido por una bomba para mantener el agua saturada de oxígeno. Se le adiciono 1 ml de cada una de las siguientes soluciones por litro de agua: Cloruro Férrico, Cloruro de Calcio, Sulfato de Magnesio, Buffer de Fosfatos y luego se homogeneizo la mezcla.
- **Técnica de Dilución:** teniendo en cuenta el valor obtenido de DQO, se realizó la dilución, la cual se hizo 2 muestras en las botellas Winkler, cada una. En el siguiente cuadro explica que porcentajes se debe usar a partir del valor obtenido de DQO.

DQO (ppm)	Dilución
5-10	Directa y al 50%
10-15	50% y 30%
15-25	30% y 15%
25-50	15% y 10%
50-100	10% y 5%
100-200	2% y 1%
400-800	1% y 0.5%

Tabla 2 Relación de Diluciones a partir de los valores de DQO.

Por ejemplo, si la muestra de DQO arrojó 75 ppm, entonces se realizará 2 muestras con las diluciones indicadas, una de 10% y otra de 5%, si el envase con el que se trabajara es una botella Winkler de 300 ml, entonces en una botella se colocara 30 ml de la muestra de agua obtenida en la zona marino costera y se le adicionará los 270 ml de agua de dilución y en la otra 15 ml de muestra de agua de la zona marino costera y 285 ml de agua de dilución.

- **Toma de Oxígeno Disuelto a tiempo Cero:** una vez que se tuvo las dos muestras en dilución, se midió el nivel de oxígeno disuelto que contenían, antes de colocarlo en la incubadora a 20 °C durante 5 días, para esto se usó un oxímetro marca DIGIMED.
- **Toma de Oxígeno Disuelto luego de 5 días:** luego de los 5 días en la incubadora a 20 °C, se retiraron las muestras y se midió el nivel de oxígeno disuelto.

5° Cálculos:

$$DBO_5 \text{ mg/L} = \frac{(OD_i - OD_f) \times V}{T}$$

Dónde:

OD_i = concentración de oxígeno disuelto inicial

OD_f = concentración de oxígeno disuelto final

V = capacidad de la botella (300 ml)

T = mL de muestra tomadas para la dilución

C. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS:

Los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio Multifuncional de la Universidad de Lambayeque en la ciudad de Chiclayo, determinando los siguientes parámetros.

C.1. Determinación de Coliformes Totales y Termotolerantes

Esta determinación se desarrolló en 2 etapas:

Una prueba presuntiva para la determinación de Coliformes Totales, utilizando Caldo Lauril Triptosa y una Prueba confirmativa en Caldo Verde Brillante Bilis (BRILA) incubados a una temperatura de 35° C. Para determinar los Coliformes Termotolerantes se empleó tubos con Caldo EC y la temperatura de incubación fue de 45 °C.

Se calcula el valor del NMP de acuerdo a la siguiente formula:

$$NMP/100 \text{ mL} = \frac{VALOR DE LA TABLA \times 10}{VOLUMEN DE MUESTRA}$$

D. PLAN DE PROCESAMIENTO PARA ANALISIS DE DATOS

Para la comprobación de datos se utilizó el análisis descriptivo, como su nombre lo indica describen y resumen las observaciones obtenidas sobre un fenómeno un suceso o un hecho. Además se utilizó el programa de computación “Excel” para la elaboración de base de datos, tablas y figuras.

IV. RESULTADOS

4.1. ANALISIS DE LOS PARAMETROS FISICOS

4.1.1. Análisis de la Temperatura

- **En el Punto A: (Unión del Mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que los valores obtenidos en los meses de Febrero a Mayo, sobrepasan los valores establecidos, mientras que los meses de Enero y Junio, están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 01).

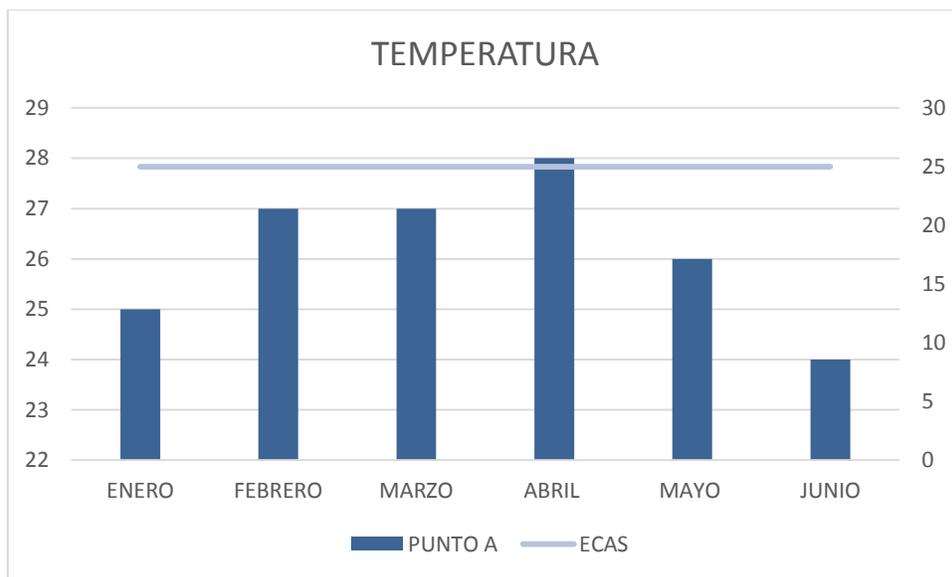


Figura 1 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto A)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto B: (200 metros a la izquierda del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que los valores obtenidos en los meses Marzo y Abril, sobrepasan los valores establecidos por el estándar de calidad de agua, mientras que los meses de Enero, Febrero, Mayo y Junio están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático); mientras que los valores obtenidos en el mes de Marzo sobrepasan los límites establecidos. (Ver Figura 02).

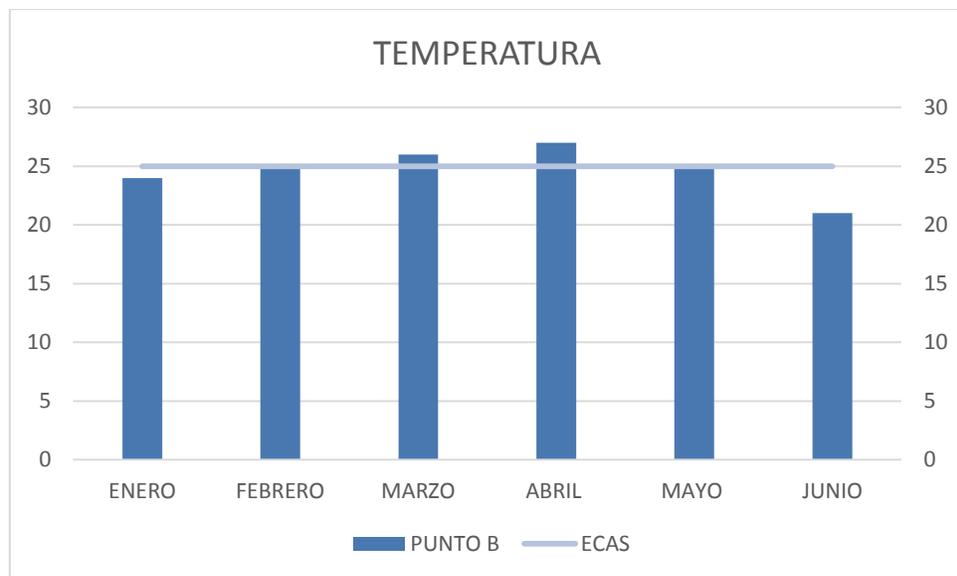


Figura 2Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto B)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto C: (200 metros a la derecha del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que los valores obtenidos en los meses de Marzo y Abril sobrepasan los límites establecidos según el Estándar de Calidad de Agua, mientras que los meses de Enero, Febrero, Mayo y Junio están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático); mientras que los valores obtenidos en el mes de Marzo sobrepasan los límites establecidos. (Ver Figura 03).

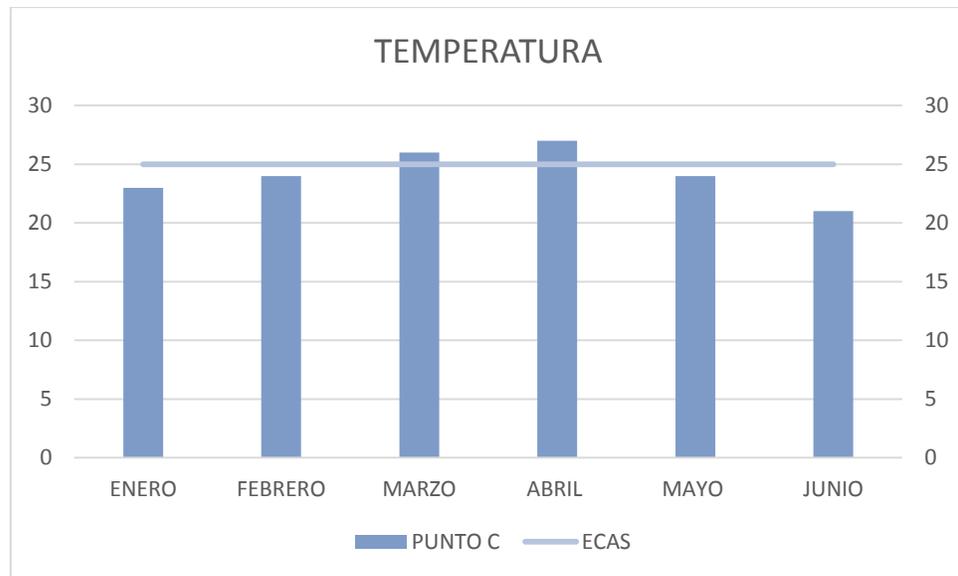


Figura 3 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto C)

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Análisis de Turbidez

- **En el Punto A: (Unión del Mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que los valores obtenidos en los meses de Marzo, Abril, Mayo y Junio están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 1 (Poblacional y recreacional), mientras que los valores obtenidos en los meses de Enero y Febrero sobrepasan los límites establecidos. (Ver Figura 04).

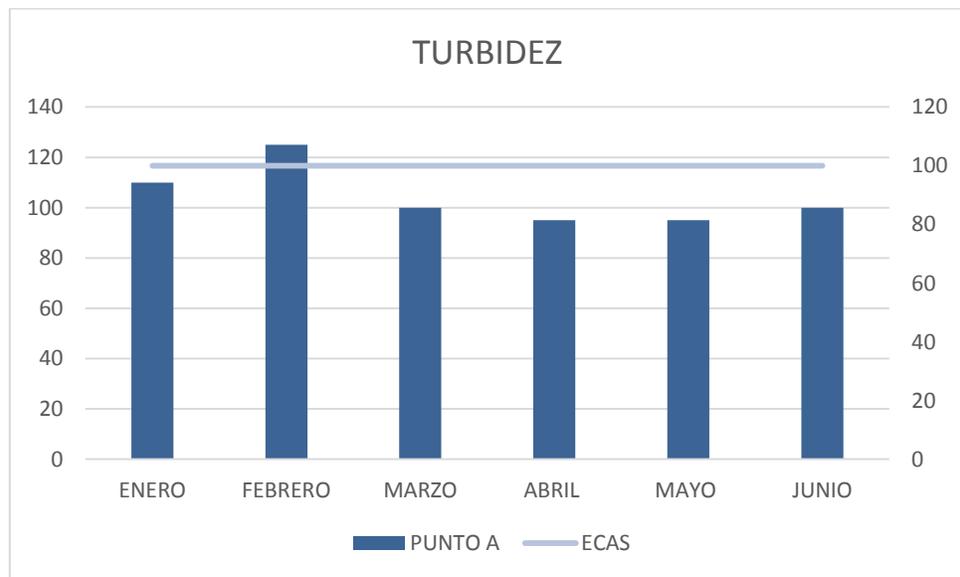


Figura 4Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto A)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto B: (200 metros a la izquierda del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que los valores obtenidos en los meses de Enero hasta Junio están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 1 (Poblacional y recreacional). (Ver Figura 05).

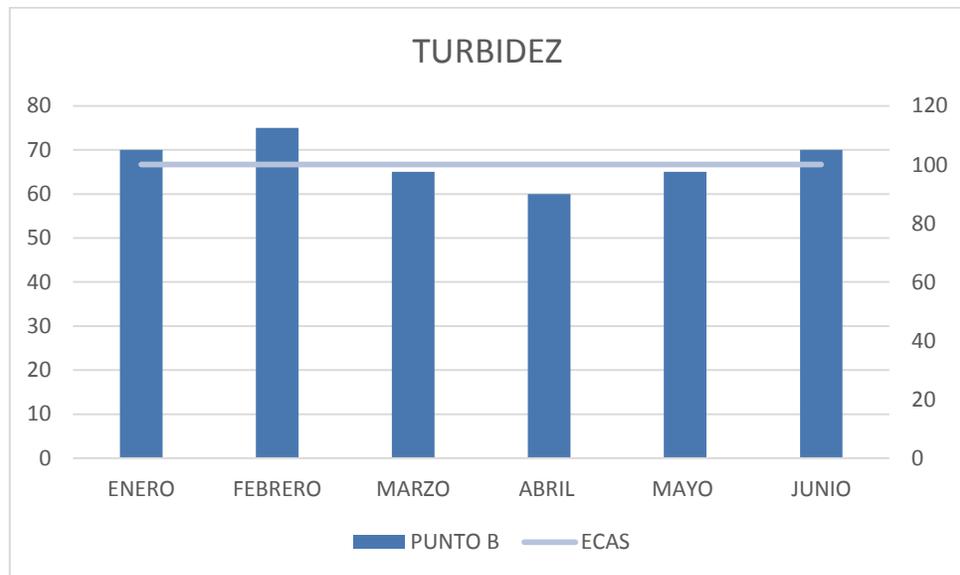


Figura 5 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto B)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto C: (200 metros a la derecha del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que los valores obtenidos en los meses de Enero, Marzo, Abril, Mayo y Junio están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 1 (Poblacional y recreacional), mientras que los valores obtenidos en los meses de Febrero sobrepasan los límites establecidos. (Ver Figura 06).

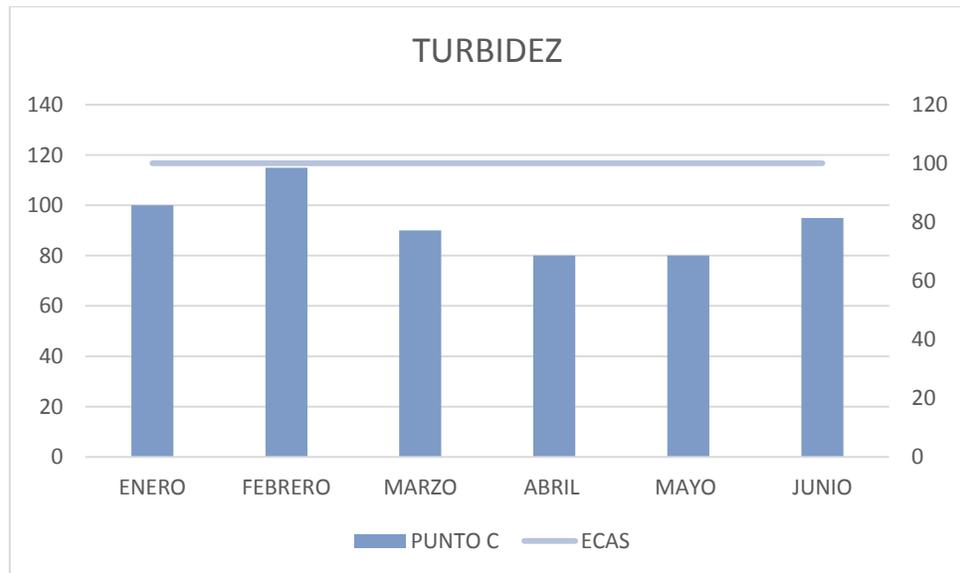


Figura 6 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto C)

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Análisis de pH

- **En el Punto A: (Unión del Mar y efluentes del Dren 4000)**

En los meses de febrero, marzo, abril y mayo se determinó que los valores no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 07).

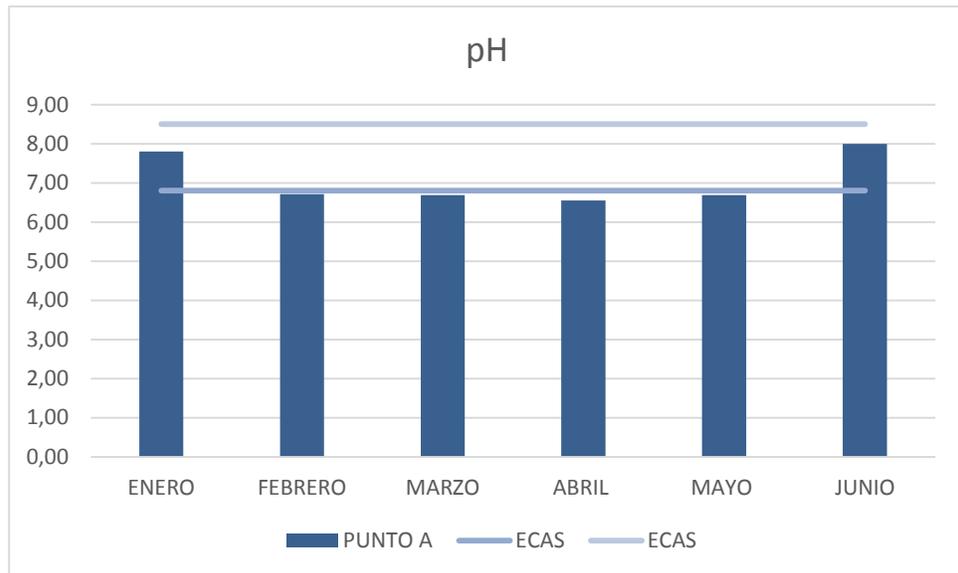


Figura 7 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto A)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto B: (200 metros a la izquierda del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que en los meses de marzo y abril, los valores no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 08).

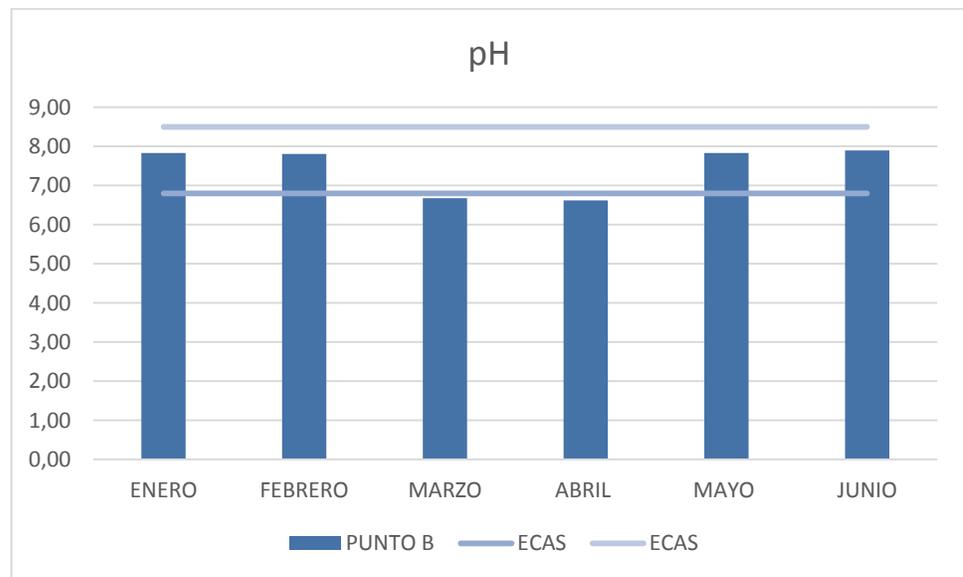


Figura 8 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto B)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto C: (200 metros a la derecha del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que en los meses de marzo y abril, los valores no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 09).

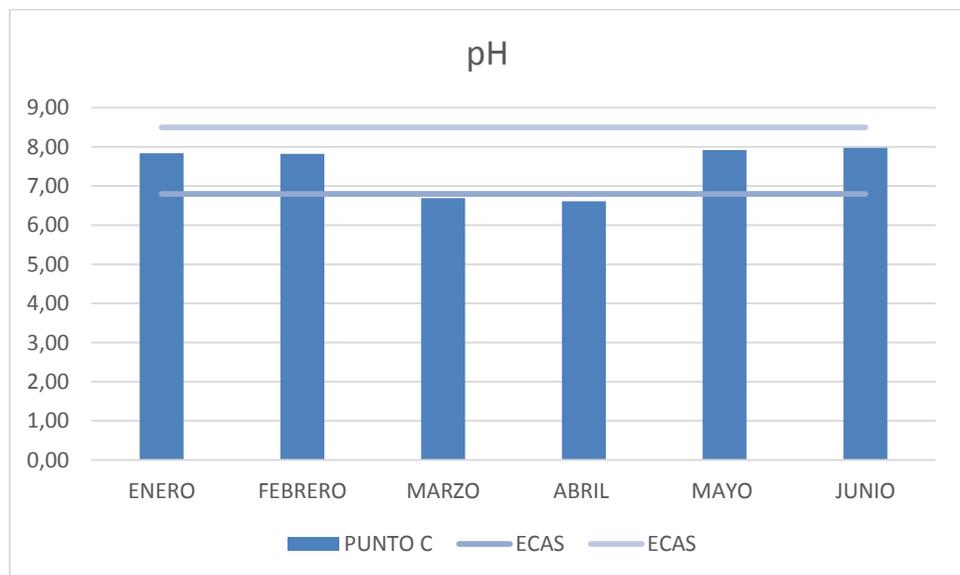


Figura 9 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto C)

Fuente: Elaboración Propia

4.2. ANALISIS DE LOS PARAMETROS QUIMICOS

4.2.1. Análisis de DBO

- **En el Punto A: (Unión del Mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 10).

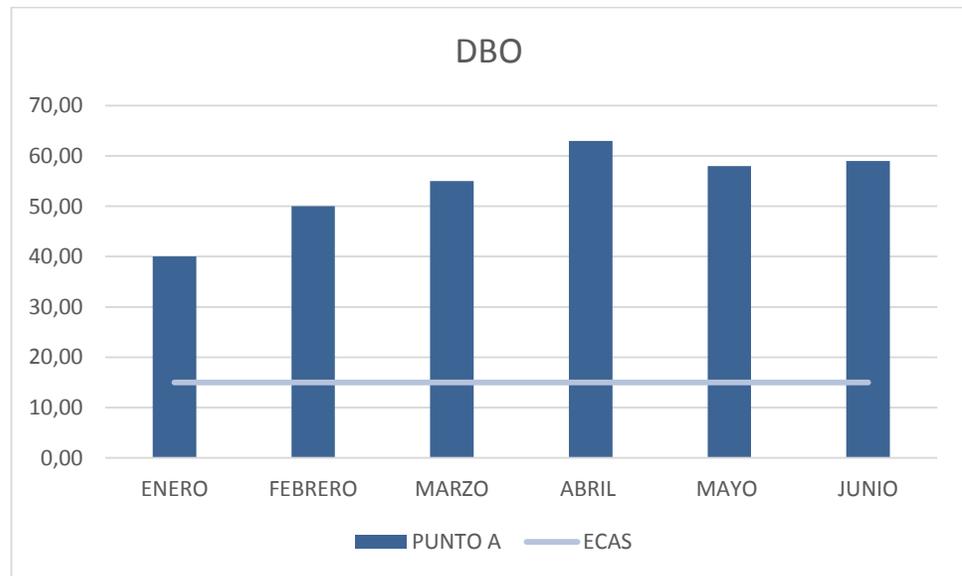


Figura 10 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto A)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto B: (200 metros a la izquierda del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 11).

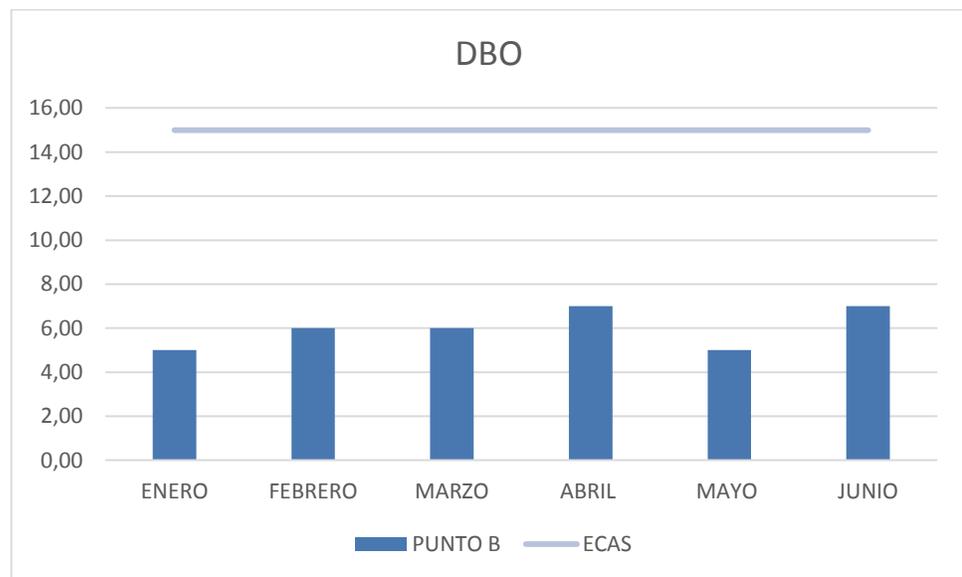


Figura 11 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto B)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto C: (200 metros a la derecha del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 12).

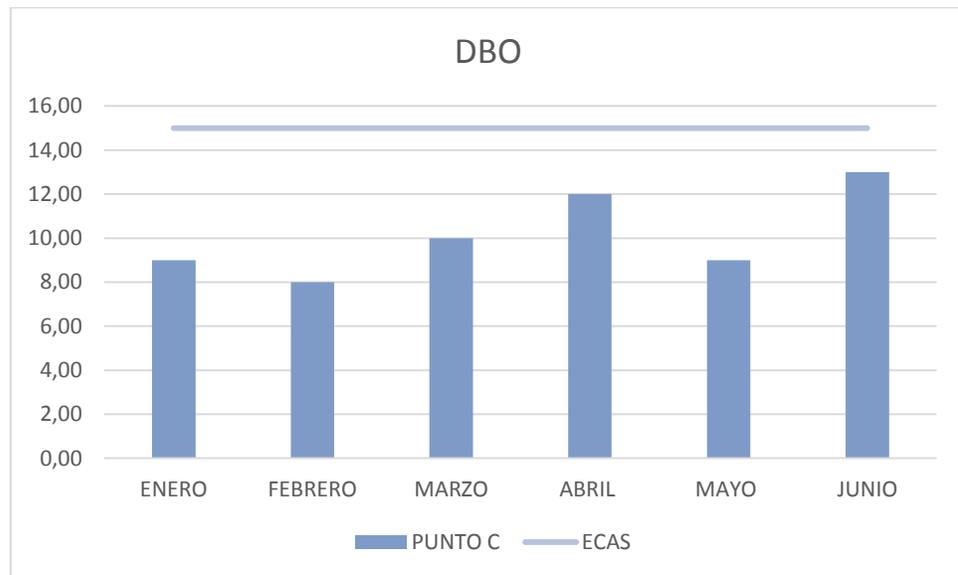


Figura 12 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto C)

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Análisis de DQO

- **En el Punto A: (Unión del Mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 13).

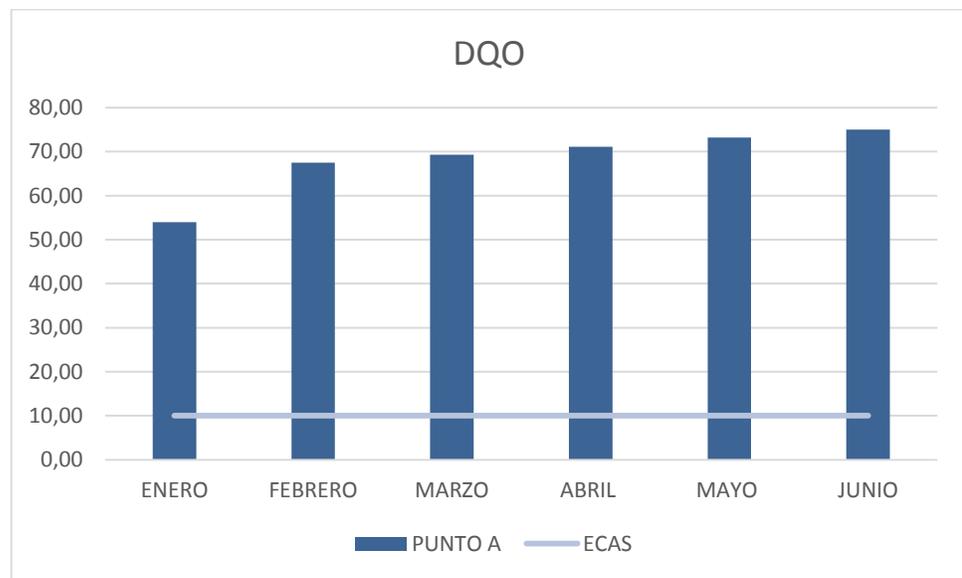


Figura 13 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto A)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto B: (200 metros a la izquierda del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 14).

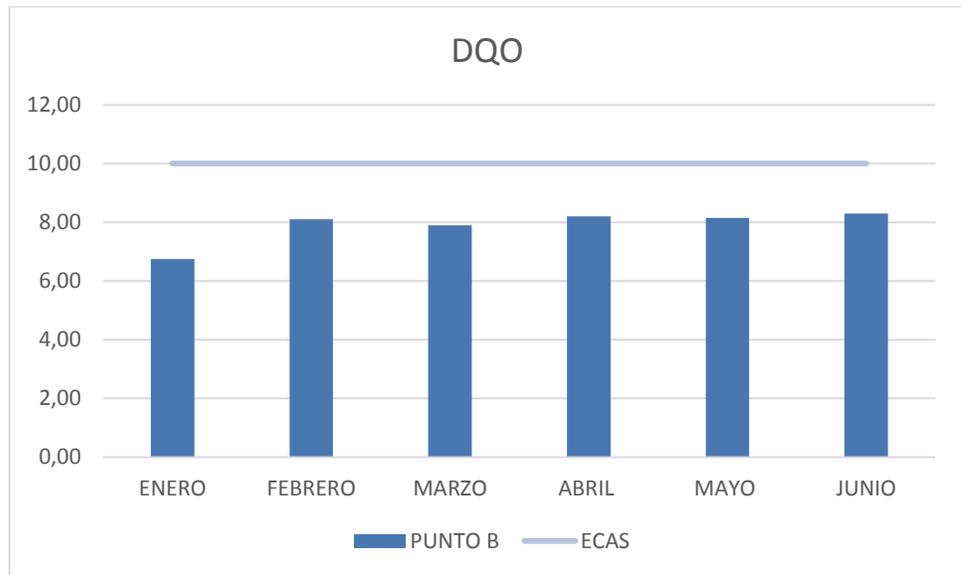


Figura 14 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto B)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto C: (200 metros a la derecha del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 15).

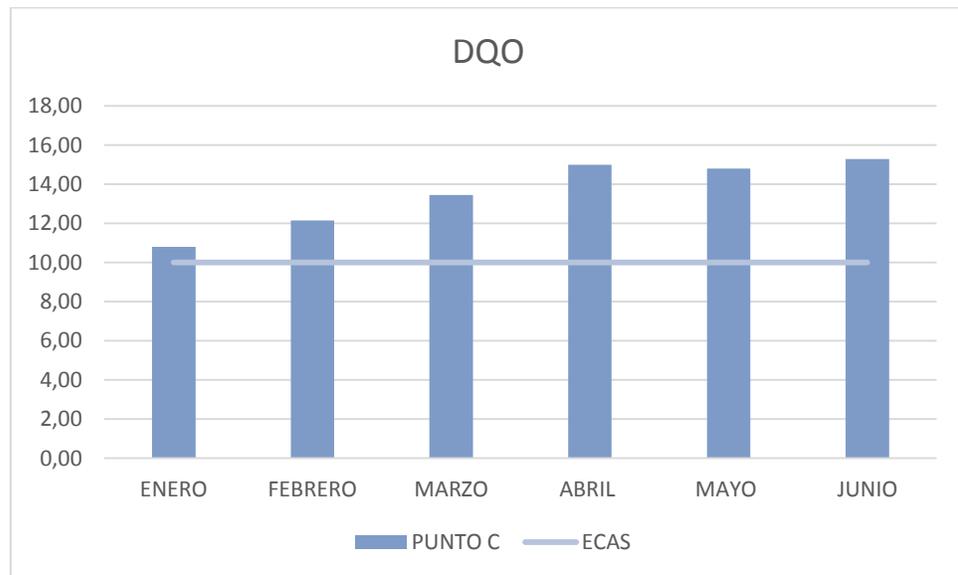


Figura 15 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto C)

Fuente: Elaboración Propia

4.3. ANALISIS DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

4.3.1. Análisis de Coliformes Totales

- **En el Punto A: (Unión del Mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 16).

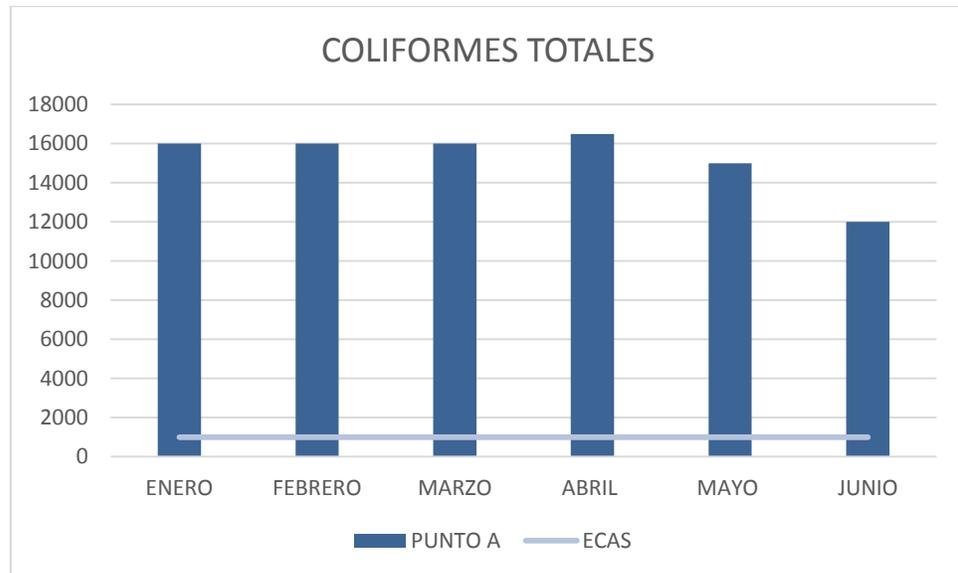


Figura 16 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto A)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto B: (200 metros a la izquierda del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 17).

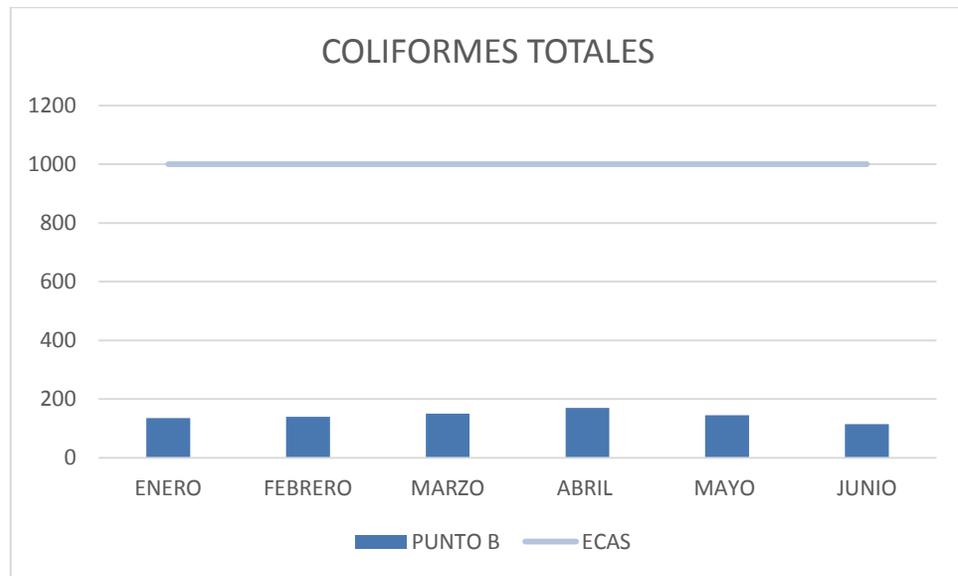


Figura 17 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto B)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto C: (200 metros a la derecha del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 18).

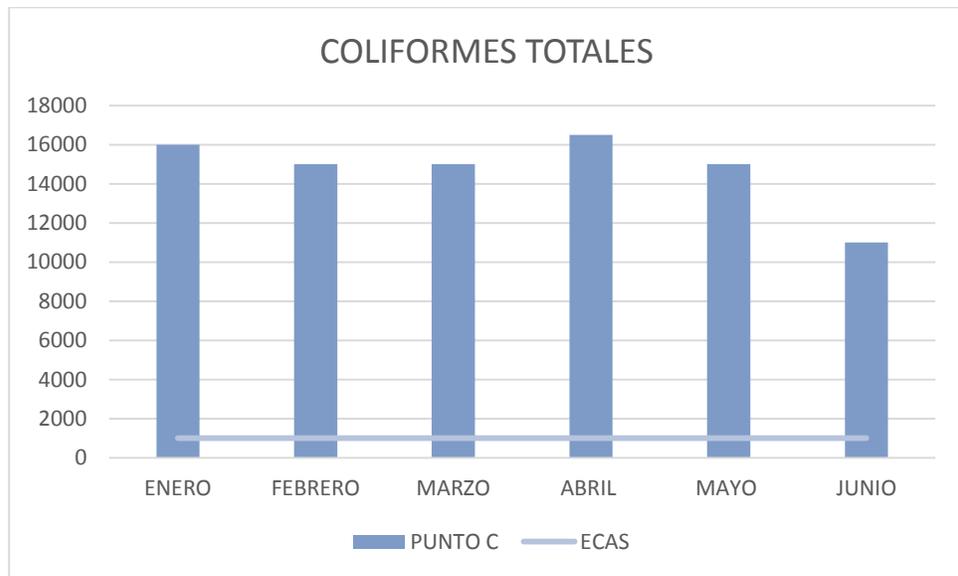


Figura 18 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto C)

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Análisis de Coliformes Termotolerantes

- **En el Punto A: (Unión del Mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que no están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 19).

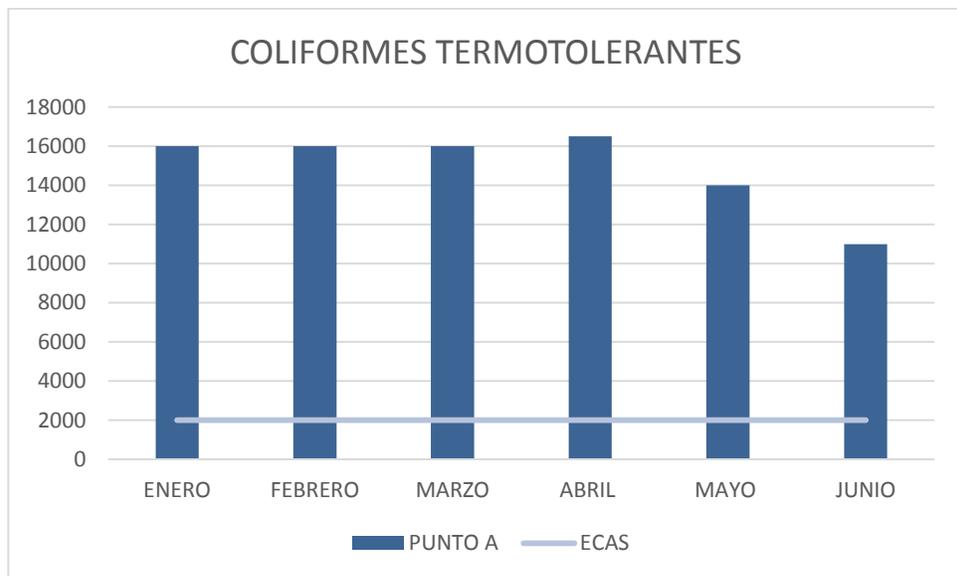


Figura 19 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto A)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto B: (200 metros a la izquierda del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 20).

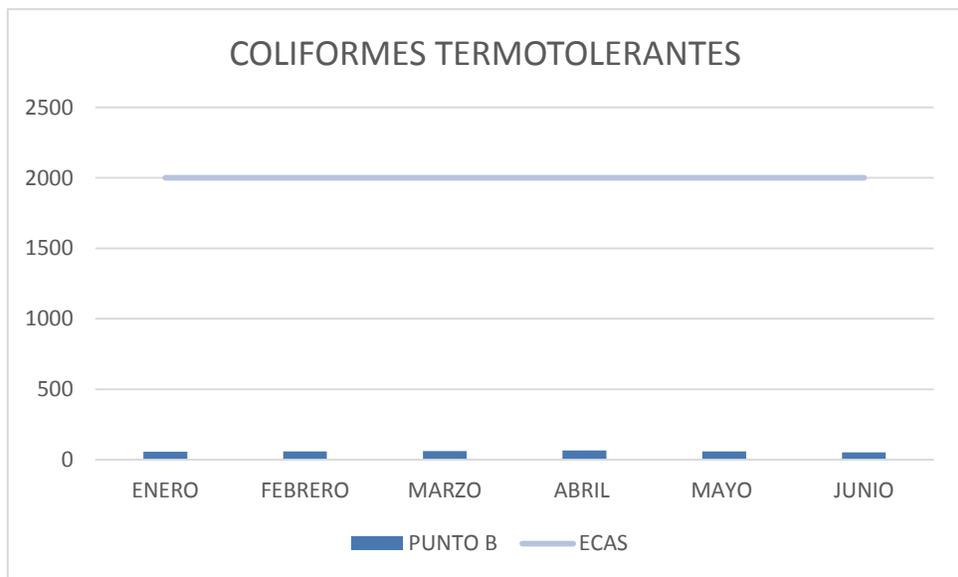


Figura 20 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto B)

Fuente: Elaboración Propia

- **En el Punto C: (200 metros a la derecha del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000)**

Se determinó que están dentro de los límites establecidos por el Reglamento de Aguas Superficiales, según Decreto Supremo N° 004-2017 del Ministerio del Medio Ambiente en su Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático). (Ver Figura 21).

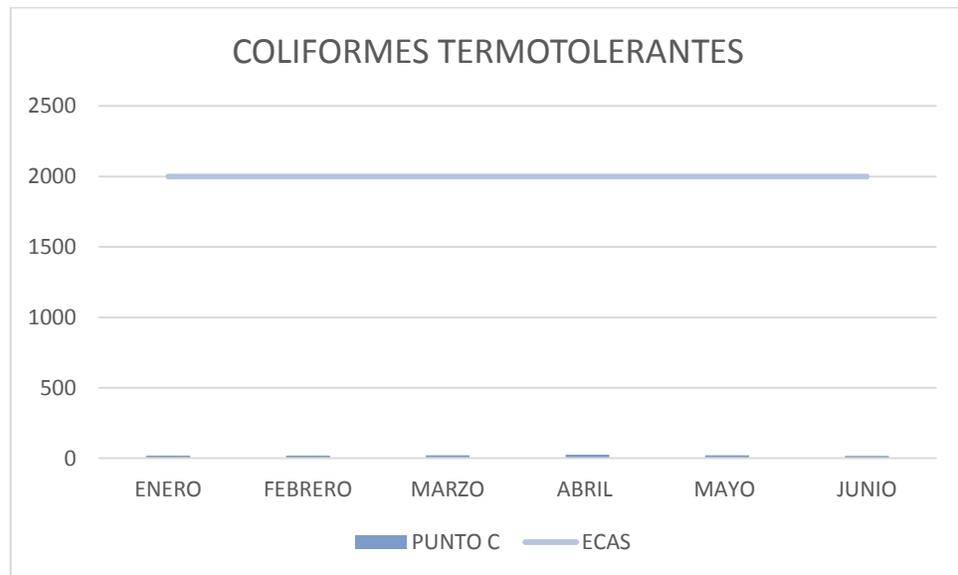


Figura 21 Valores obtenidos en los meses de Enero - Junio del 2017 (Punto C)

Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSION

En los primeros 4 meses (Enero – Abril) hubo un incremento de temperatura que fluctuó entre 25 °C y 28 °C, mientras que **Bances et al. (2016)**, indica que el aumento de la temperatura de las aguas en los ambientes costeros está asociado principalmente a la actividad humana (generación de energía, procesos industriales, aguas domésticas, etc.). El agua del ambiente natural, en este proceso puede elevarse varios grados por encima de la temperatura original, esa diferencia constituye una contaminación térmica, efecto que se presentó especialmente en las desembocaduras de los drenes. El rango de las temperaturas del Intermareal con las superficiales del mar (TSM) del submareal fue de 17,5 a 23,7°6 en los meses de Mayo a Junio.

A nivel de transparencia, en el punto A, se obtuvo que la turbidez es mayor que los otros 2 puntos, ya que se encuentra en la desembocadura del dren 4000, mientras que **Bances et al. (2010)**, En los dos meses de muestreo (Noviembre – Diciembre) se observaron los principales núcleos de turbidez frente a los centros poblados de Santa Rosa y Pimentel, en donde se localizan los drenes 4000 y 3100, respectivamente, y al norte de San José en donde desemboca el Dren 1000, debido a que estos efluentes contribuyen al aporte significativo de sedimentos y materia orgánica además de desechos domésticos e industriales hacia las aguas costeras de Lambayeque.

El valor del potencial de hidrógeno (pH), en el punto A, en los meses de Febrero y Marzo, el valor está por encima del establecido según los estándares de calidad ambiental de agua, mientras que en los meses de marzo y abril, los 3 puntos (A, B, C), superan los valores establecidos según los estándares de calidad ambiental de aguas categoría 4, además los valores <7,8 suelen encontrarse en aguas costeras que presentan problemas significativos de carga orgánica (**Jacinto et al. 2008**).

A nivel de DBO, el punto que sobrepasa los valores establecidos es el Punto A, marcando en el mes de Abril, su máximo valor de 63,00 mg/L, ya que este se encuentra a 100 m de la desembocadura del dren 4000 y es el punto donde entran en contacto los

efluentes contaminados y el agua marina, tal información concuerda con la de **Bances et al. (2016)**, indicando que el DBO(5) fluctuó en el intermareal entre 1,00 y 18,73 mg/L, promediando 2,32 mg/L, la mayor concentración se localizó en la desembocadura del Dren 4000 sobrepasando los límites máximos permisibles para las 2 categorías que concierne a las Aguas Marinas Costeras (>15 mg/L).

Los resultados encontrados con relación a los parámetros de Coliformes en los 3 puntos de estudio, se registraron los valores más altos en el mes de Abril, tanto en el Punto A, en Coliformes Totales: 16500 NMP/100 ml, y en Coliformes Termotolerantes: 16000 NMP/100 ml; como en el Punto C: en Coliformes Totales: 16500 NMP/100 ml, y en Coliformes Termotolerantes: 22 NMP/100 ml; mientras que en el Punto B: se encontraron los siguientes valores: en Coliformes Totales: 150 NMP/100 ml, y en Coliformes Termotolerantes: 61 NMP/100 ml. Sin embargo los valores reportados difieren a los encontrados por **Orozco (2000)**, que analizo el grado de contaminación de efluentes domésticos e industria pesquera obteniendo los máximos promedios de 1.0×10^6 NMP/100 ml y 1.0×10^7 NMP/100 ml de Coliformes Termotolerantes en las Bahías de Paíta y el Callao respectivamente

VI. CONCLUSIONES

Se evaluaron los parámetros físicos en dónde; los valores del parámetro temperatura, en el punto A, sobrepasan los valores de los estándares de calidad ambiental de aguas, en los meses de febrero, marzo, abril y mayo, mientras que en los meses de marzo y abril, en los 3 puntos (A, B, C), sobrepasan los valores establecidos según ECAS, el parámetro pH, solo en los meses de abril y mayo, en los 3 puntos estudiados (A, B, C), presenta valores que no están dentro del estándar de calidad del agua, mientras que el parámetro turbidez, en el Punto A (Unión del Mar y efluentes del Dren 4000), presentó valores que superaron los ECAS, ya que este punto se encuentra en la unión de aguas marinas y la desembocadura del dren 4000, en donde recibe directamente los efluentes transportados por este último.

Se evaluaron los parámetros químicos, en dónde los parámetros DBO y DQO en el punto A (Unión del Mar y efluentes del Dren 4000) , presentan valores altos con respecto a los valores establecidos en los estándares de calidad del agua; mientras que en los puntos B (200 metros a la izquierda del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000) y C (200 metros a la derecha del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000), los valores están dentro de los establecidos en el estándar de calidad del agua.

Se evaluaron los parámetros microbiológicos, en dónde; los valores de Coliformes totales y Termotolerantes en el Punto A (Unión del Mar y efluentes del Dren 4000), superan los ECAS, mientras que en el Punto C (200 metros a la derecha del punto de unión del mar y efluentes del Dren 4000), solo superan los valores establecidos según el Estándar de Calidad Ambiental de agua, el parámetro de Coliformes Termotolerantes.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar evaluaciones de los parámetros físico – químicos que no se realizaron en esta investigación, además de una evaluación de metales pesados.

Realizar monitoreos en las aguas de la zona marino costera por lo menos 2 veces al año, para determinar si se presentan cambios a lo largo del tiempo.

Realizar campañas de calidad de agua, para fomentar una cultura de cuidado del ambiente marino que garantice la preservación y satisfacción de los pobladores de la zona de manera sostenible.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, Autoridad Nacional del Agua (2010). Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos. Lima. Fondo Editorial de la República.

APHA (American Public Health Association, US); AWWA (American Water Works Association, US); WPCF (Water Pollution Control Federation, US), (1995). Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Díaz de Santos, S.A. Madrid.

Bances et al. (2016). Reporte: Evaluación Ambiental en la zona marino costera de Lambayeque. Mayo – Junio 2016. IMARPE. Lambayeque. Perú.

Bances et al. (2010). Reporte: Evaluación Ambiental en la zona marino costera de Lambayeque 2010. IMARPE. Lambayeque. Perú.

Cabrera C. (2005) Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la Bahía de Chancay. Tesis Maestro en Historia y Geografía. Escuela de Postgrado. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú.

Castañeda W. et al. (2005). Informe: Diagnóstico ambiental de la zona costera de Lambayeque, 2004. Instituto del Mar del Perú. Chiclayo.

Carbajal W. et al. (2005). Informe: Diagnóstico ambiental de la zona costera de Lambayeque, 2004. Instituto del Mar del Perú. Chiclayo.

Carmenate, M. et. Al (2008): Utilización de las comunidades de fitoplancton en la determinación de la calidad ambiental en la zona litoral de Ciudad de La Habana, Cuba. IV Taller Internacional Contaminación y Medio Ambiente, 12 pp.

Castillo R. et al. (2012). Informe Ejecutivo: Crucero de Evaluación hidroacústica de los recursos Pelágicos 1202-04. Instituto del Mar del Perú. Perú.

Córdova J. et al. (1997). Informe Progresivo: Informe ambiental en la zona industrial pesquera de la bahía de Paracas, 25 al 27 de abril 1997. Instituto del Mar del Perú. Pisco, Perú

Cortes-Lara, M. (2003). Importancia de los Coliformes fecales como indicadores de contaminación en la Franja Litoral de Bahía de Banderas. Rev. Biomed 14: 121-123. , Jalisco-Nayarit

Custodio E.; Díaz E. (2001). Sección 18: Calidad del agua subterránea. En: Hidrología Subterránea. Eds. E. Custodio; M.R. Llamas. 2 ed. Tomo II. Barcelona, España.

Digesa (1997). Programa de Protección de Zonas Costeras y Playas del Litoral Peruano. Perú.

Eaton, A. et al. (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 ed. Centennial Edition. Estados Unidos.

Estrada E. (2009). Niveles de contaminación fecal de los efluentes de la actividad urbana e industrial y de las playas de la Caleta Santa Rosa Agosto – Octubre 2008. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología – Microbiología – Parasitología. Univ. Nac. Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque.

Fawel J.; Nieuwenhuijsen M. (2003). Contaminants in Drinking Water. British Medical Bulletin 68:199-208. New York.

Inove, T. and S. Ebise (1990): Run off characteristic of COD, BOS, C, N and P loading from rivers to enclosed coastal seas. 23/EMECS' 90, pp. 11-14.

Jacinto M E, Cabello R, Orozco R. 2008. Calidad ambiental en el área marino-costera de Huarney, Perú. Marzo 2002. Inf Inst Mar Perú 35 (1): 49-58.

Ledesma J. et al. (2006). Informe: Crucero de evaluación de recursos pelágicos en el verano 2002. BIC José Olaya Balandra y SNP2 0202-03. Instituto del Mar del Perú - Volumen 3. Callao. Perú.

Ledesma J. et al. (2011). Caracterización de la Zona de Mínimo Oxígeno frente a la costa peruana. Instituto del Mar del Perú. Perú.

Ledesma J. et al. (2012). Informe: Estudio Línea Base – Elba Callao, primavera 2011. Instituto del Mar del Perú. Callao. Perú.

León V. et al. (2011). Boletín: pH como un trazador de la variabilidad biogeoquímica en el Sistema de Humboldt. Instituto del Mar del Perú. Callao. Perú.

Montoya H. et al. (1997). Estudio Integral de la Calidad del Agua en el Estado de Jalisco. Com. Nac. Agua; Geren. Reg. Lermasantiago. Guadalajara.

OMS (Organización Mundial de la Salud, US), (1995). Guías para la calidad del agua potable. Recomendaciones. 2 ed.: OMS. V. 1, 195 p. Ginebra.

OMS (Organización Mundial de la Salud, US), (2006). Agua, saneamiento y salud: Enfermedades relacionadas con el agua (en línea). Consultado 06 mar. 2017. Disponible en http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/index.html

Ongley, E. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. En: Estudios FAO: Riego y drenaje – 55 1997 W2598/S (en línea). Canadá. Departamento de Agricultura. Consultado 9 feb 2017. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s05.htm>

Orozco, R. (2000). Evaluación Microbiológica en la Bahía de Carquin. Informe DGIO-IMARPE. Lima. Perú.

PNUMA (1999). Diagnostico Regional sobre las actividades y fuentes terrestres de contaminación que afectan los ambientes Marinos, Costeros y Dulceacuícolas en el Pacifico Sudeste. La Haya. Holanda.

Pluspetrol S.A. (2001). Propuesta de Construcción de la planta de fraccionamiento de líquidos de gas y terminal marino en playa Lobería, Distrito de Paracas. Perú.

Presidencia de la Republica y Ministerio de Salud de Costa Rica, (2005). Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto N° 32327-S- La Gaceta N° 84, 3 may 2005. Costa Rica.

Ramírez G. et al. (2005). Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacifico colombiano red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. Diagnostico Nacional y Regional. IVEMAR. Colombia.

Rheinheimer, G (1987). Microbiología de las aguas. Cap. 15, pp. 223 – 239. Ed. Acribia, Zaragoza. España.

Rojas, R. (2002). Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS) 353 p. Lima.

SIAS, Sistema de Información Sectorial en Agua y Saneamiento (2010). Instrumento de Monitoreo y Evaluación. Perú.

Silvia N. (2011). Estudio comparativo de la calidad de agua de mar en las playas de Acapulco. Tesis para optar el grado de Maestrea en Tecnología Avanzada. Inst. Politécnico Nacional – Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Unidad Querétaro. México.

Torres P, et al. (2008). Índices de Calidad de Agua en Fuentes Superficiales utilizadas en la Producción de agua para Consumo Humano, una revisión crítica. Rev. Ingenierías Universidad de Medellín. Colombia.

Vergaray G. et al. (2007). Calidad microbiana del agua de playas de Lima y su relación con focos de contaminación. Rev. Del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM. Lima.

WHO (World Health Organization, US) (2001). WHO Highlights Global Impact of Unsafe Water Reuters Health Information (en línea). Consultado 4 abr 2017. Disponible en <http://id.medscape.com/reuters/prof/2001/03/03.23/20010322publ002.html>

IX. ANEXOS



Anexo 01: Mapa de la ubicación de los puntos críticos de la zona Intermareal en la Caleta Santa Rosa



Anexo 02: Recojo de Muestra de agua en el Punto A.



Anexo 03: Recojo de Muestra de agua en el Punto B.



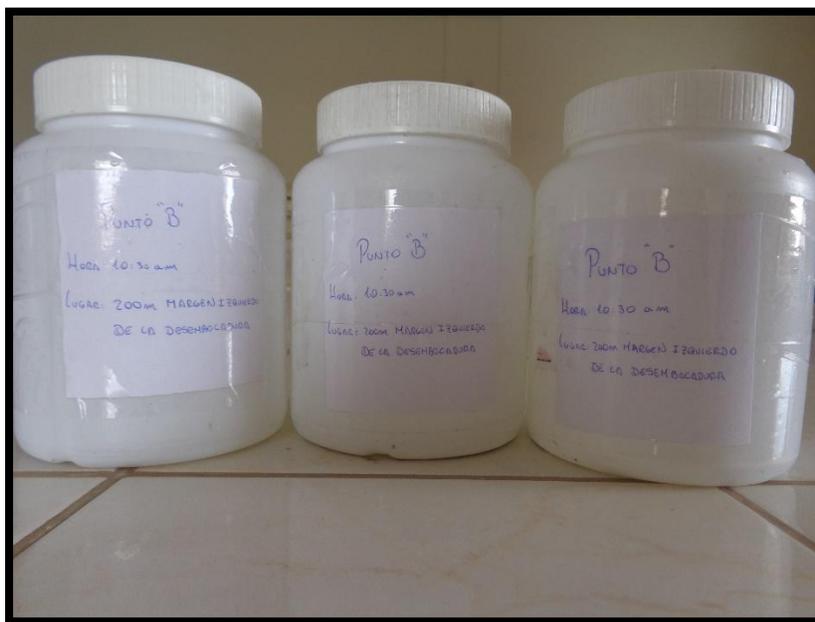
Anexo 04: Recojo de Muestra de agua en el Punto C.



Anexo 05: Transportes de las Muestras de Agua.



Anexo 06: Rotulado de las Muestras de Agua del Punto A.



Anexo 07: Rotulado de las Muestras de Agua del Punto B.



Anexo 08: Rotulado de las Muestras de Agua del Punto C.



Anexo 09: Incubación de placas a 37°C por 24 horas en ambiente de aerobiosis.



Anexo 10: Incubación de placas a 37°C por 24 horas en ambiente de aerobiosis. Presencia de *Escherichia coli*.

Anexo N° 11: Evaluación de Temperatura de las aguas marinas en la zona costera de la Caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017

MESES	PUNTOS	VALORES
ENERO	A	25 °C
	B	24 °C
	C	23 °C
FEBRERO	A	27 °C
	B	25 °C
	C	24 °C
MARZO	A	27 °C
	B	26 °C
	C	26 °C
ABRIL	A	28 °C
	B	27 °C
	C	27 °C
MAYO	A	26 °C
	B	25 °C
	C	24 °C
JUNIO	A	22 °C
	B	21 °C
	C	21 °C

Anexo N° 12: Evaluación de Turbidez de las aguas marinas en la zona costera de la Caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017

MESES	PUNTOS	VALORES
ENERO	A	110 NTU
	B	70 NTU
	C	100 NTU
FEBRERO	A	125 NTU
	B	75 NTU
	C	115 NTU
MARZO	A	100 NTU
	B	65 NTU
	C	90 NTU
ABRIL	A	95 NTU
	B	60 NTU
	C	80 NTU
MAYO	A	95 NTU
	B	65 NTU
	C	80 NTU
JUNIO	A	100 NTU
	B	70 NTU
	C	95 NTU

Anexo N° 13: Evaluación de pH de las aguas marinas en la zona costera de la Caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017

MESES	PUNTOS	VALORES
ENERO	A	7.80
	B	7.83
	C	7.84
FEBRERO	A	6.71
	B	7.81
	C	7.82
MARZO	A	6.69
	B	6.68
	C	6.69
ABRIL	A	6.55
	B	6.62
	C	6.61
MAYO	A	6.69
	B	7.83
	C	7.92
JUNIO	A	8.00
	B	7.90
	C	7.98

Anexo N° 14: Evaluación de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) de las aguas marinas en la zona costera de la Caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017

MESES	PUNTOS	VALORES
ENERO	A	40.00 mg/l
	B	5.00 mg/l
	C	9.00 mg/l
FEBRERO	A	50.00 mg/l
	B	6.00 mg/l
	C	8.00 mg/l
MARZO	A	55.00 mg/l
	B	6.00 mg/l
	C	10.00 mg/l
ABRIL	A	63.00 mg/l
	B	7.00 mg/l
	C	12.00 mg/l
MAYO	A	58.00 mg/l
	B	5.00 mg/l
	C	9.00 mg/l
JUNIO	A	59.00 mg/l
	B	7.00 mg/l
	C	13.00 mg/l

Anexo N° 15: Evaluación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO) las aguas marinas en la zona costera de la caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017

MESES	PUNTOS	VALORES
ENERO	A	54.00 mg O ² /l
	B	6.75 mg O ² /l
	C	10.80 mg O ² /l
FEBRERO	A	67.50 mg O ² /l
	B	8.10 mg O ² /l
	C	12.15 mg O ² /l
MARZO	A	69.30 mg O ² /l
	B	7.90 mg O ² /l
	C	13.45 mg O ² /l
ABRIL	A	71.10 mg O ² /l
	B	8.20 mg O ² /l
	C	15.00 mg O ² /l
MAYO	A	73.20 mg O ² /l
	B	8.15 mg O ² /l
	C	14.80 mg O ² /l
JUNIO	A	75.00 mg O ² /l
	B	8.30 mg O ² /l
	C	15.30 mg O ² /l

Anexo N° 15: Evaluación de Coliformes Totales en las aguas marinas en la zona costera de la caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017

MESES	PUNTOS	VALORES
ENERO	A	16000 NMP/100 ml
	B	135 NMP/100 ml
	C	16000 NMP/100 ml
FEBRERO	A	16000 NMP/100 ml
	B	140 NMP/100 ml
	C	15000 NMP/100 ml
MARZO	A	16000 NMP/100 ml
	B	150 NMP/100 ml
	C	15000 NMP/100 ml
ABRIL	A	16500 NMP/100 ml
	B	170 NMP/100 ml
	C	16500 NMP/100 ml
MAYO	A	15000 NMP/100 ml
	B	145 NMP/100 ml
	C	15000 NMP/100 ml
JUNIO	A	12000 NMP/100 ml
	B	115 NMP/100 ml
	C	11000 NMP/100 ml

Anexo N° 15: Evaluación de Coliformes Termotolerantes en las aguas marinas en la zona costera de la caleta Santa Rosa. Enero – Junio 2017

MESES	PUNTOS	VALORES
ENERO	A	16000 NMP/100 ml
	B	56 NMP/100 ml
	C	18 NMP/100 ml
FEBRERO	A	16000 NMP/100 ml
	B	59 NMP/100 ml
	C	20 NMP/100 ml
MARZO	A	16000 NMP/100 ml
	B	61 NMP/100 ml
	C	22 NMP/100 ml
ABRIL	A	16500 NMP/100 ml
	B	65 NMP/100 ml
	C	25 NMP/100 ml
MAYO	A	14000 NMP/100 ml
	B	59 NMP/100 ml
	C	21 NMP/100 ml
JUNIO	A	11000 NMP/100 ml
	B	51 NMP/100 ml
	C	16 NMP/100 ml