

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO  
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE MAR  
AFECTADO POR LOS VERTIMIENTOS DOMÉSTICOS EN  
LA BAHÍA DEL DISTRITO DE HUACHO – 2021**

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

**ALISSON PIERINA SANCHEZ DURAND**

**DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO**

**HUACHO – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO  
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE MAR AFECTADO  
POR LOS VERTIMIENTOS DOMÉSTICOS EN LA BAHÍA DEL  
DISTRITO DE HUACHO – 2021**

**Sustentado y aprobado ante el Jurado Evaluador**



**Dr. SEGUNDO ROLANDO ALVITES VIGO**

**Presidente**



**Dr. MARCO TULIO SANCHEZ CALLE**

**Secretario**



**Mg. ANGEL PEDRO CAMPOS JULCA**

**Vocal**



**Mg Sc. QUISPE OJEDA TEODOSIO CELSO**

**Asesor**

**HUACHO – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por guiarnos por un buen camino, por inspirarnos y darnos fuerzas, sabiduría e inteligencia para poder seguir avanzando durante el avance de nuestra tesis.

A nuestros padres, por habernos brindado un apoyo económico y moral en nuestras vidas, en especial a nuestras madres por aconsejarnos en los aspectos diferentes en nuestra vida universitaria y habernos apoyado en todo el trayecto de nuestra carrera universitaria y en nuestra vida como persona y profesional.

Alisson Pierina Sanchez Durand

Dunker Chuck Chavez Soto

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios que nos brindó inteligencia, fuerza y sabiduría en cada percance que pasamos durante nuestra carrera universitaria.

A nuestra familia quien nos apoyó en todo momento durante toda nuestra vida profesional.

A nuestro asesor, el Mg. Teodosio Celso Quispe Ojeda por darnos una guía para culminar nuestra investigación.

Al laboratorio SGS DEL PERÚ S.A.C. quien nos facilitó el pago para los análisis de las muestras para realizar esta investigación.

Alisson Pierina Sanchez Durand

Dunker Chuck Chavez Soto

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE.....	iv
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos .....	3
1.3. Objetivo de la Investigación .....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	3
1.4. Justificación de la Investigación.....	3
1.5. Delimitación del estudio.....	4
1.5.1. Delimitación espacial .....	4
1.5.2. Delimitación temporal.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	7
2.2. Bases teóricas .....	10
2.2.1. Importancia de la bahía.....	10
2.2.2. Calidad de agua.....	10
2.2.3. Control de la calidad del agua.....	11

2.2.4. Estándares de calidad ambiental para agua.....	11
2.2.5. Potencial del hidrogeno.....	12
2.2.6. Oxígeno disuelto (OD).....	12
2.2.7. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5). .....	13
2.2.8. Temperatura.....	13
2.2.9. El Plomo en el agua .....	14
2.2.10. Totales de solidos disueltos .....	14
2.2.11. Los coliformes totales .....	15
2.2.12. Los coliformes fecales o termo tolerantes .....	15
2.2.13. Contaminación del Medio Acuático .....	15
2.2.14. Estándar de Calidad Ambiental .....	16
2.2.15. Monitoreo de la Calidad del Agua .....	17
2.2.16. Parámetro de muestreo.....	17
2.2.17. Normativas existentes. ....	21
2.3. Definiciones conceptuales .....	21
2.4. Formulación de la hipótesis .....	23
2.4.1. Hipótesis General .....	23
2.4.2. Hipótesis Específicos .....	23
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>24</b>
3.1. Diseño Metodológico .....	24
3.1.1. Ubicación .....	25
3.1.2. Materiales e insumos.....	25
3.1.3. Variables a evaluar.....	26
3.2. Población y muestra .....	26
3.2.1. Población.....	26
3.2.2. La muestra.....	26
3.3. Operacionalización de Variables e Indicadores .....	27
3.4. Técnicas de recolección de datos.....	28

3.5. Técnicas para el procesamiento de la información.....	29
CAPITULO IV. RESULTADOS .....	30
4.1. Normas comparativas para la evaluación de la calidad de agua de mar.....	30
4.2. Sectores de toma de muestras .....	31
4.3. Análisis de parámetros fisicoquímico de acuerdo a la ECA.....	33
4.3.1. Temperatura .....	33
4.3.2. Potencial del hidrógeno (pH) .....	35
4.3.3. Oxígeno disuelto (OD) .....	37
4.3.4. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) .....	39
4.3.5. Aceites y Grasas .....	41
4.3.6. Solidos Totales en Suspensión .....	43
4.3.7. Plomo .....	45
4.3.8. Coliformes Totales .....	47
4.3.9. Coliformes Fecales o Termotolerantes .....	49
4.4. Vertimiento doméstico en la bahía de acuerdo al LMP.....	54
4.4.1. Parámetros fisicoquímicos .....	54
4.4.2. Parámetros microbiológicos .....	55
CAPÍTULO V: DISCUSIONES.....	57
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	61
6.1. Conclusión.....	61
6.1.1. Conclusiones específicas.....	61
6.2. Recomendaciones .....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	67
ANEXOS .....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Factores que afectan la calidad del agua.....	10
<i>Figura 2.</i> Proceso de contaminación de las bahías.....	16
<i>Figura 3.</i> Estándar de Calidad Ambiental .....	16
<i>Figura 4.</i> Clasificación de los Parámetros de Calidad del Agua .....	18
<i>Figura 5.</i> Ubicación del área de impacto en la Bahía de Huacho .....	25
<i>Figura 6.</i> Concentración de la Temperatura en las estaciones de monitoreo. ....	34
<i>Figura 7.</i> Concentraciones de pH de las estaciones de monitoreo frente al ECA.....	35
<i>Figura 8.</i> Concentraciones de Oxígeno Disuelto de las estaciones de monitoreo frente al ECA .....	37
<i>Figura 9.</i> Concentraciones de DBO <sub>5</sub> de las estaciones de monitoreo frente al ECA .....	39
<i>Figura 10.</i> Concentraciones de Aceites y Grasas de las estaciones de monitoreo frente al ECA .....	41
<i>Figura 11.</i> Concentraciones de Sólidos Totales en Suspensión de las estaciones de monitoreo frente al ECA .....	43
<i>Figura 12.</i> Concentraciones de Plomo de las estaciones de monitoreo frente al ECA .....	45
<i>Figura 13.</i> Concentraciones de Coliformes Totales de las estaciones de monitoreo frente al ECA (Referencia). ....	47
<i>Figura 14.</i> Concentraciones de Coliformes Fecales o termotolerantes de las estaciones de monitoreo frente al ECA.....	49
<i>Figura 15.</i> Concentraciones de Coliformes Fecales o termotolerantes de las estaciones de monitoreo frente al D.S. 038-2015/MINSA-DIGESA V.02.....	51
<i>Figura 16.</i> Playas del distrito de Huacho aptas para el contacto directo por el MINSA.....	53
<i>Figura 17.</i> Playas de la zona del Puerto de Huacho no apta para el contacto directo con las personas por el MINSA .....	53

<i>Figura 18.</i> Comparaciones de resultados laboratorio y los LMP .....	55
<i>Figura 19.</i> Comparaciones de resultados laboratorio y los LMP .....	56
<i>Figura 20.</i> Cadena de Custodia del Monitoreo de Calidad de Agua de mar. ....	83
<i>Figura 21.</i> Cadena de Custodia del Monitoreo de Agua Residual Doméstico.....	84
<i>Figura 22.</i> Cadena de control de calidad.....	85
<i>Figura 23.</i> Toma de muestra del punto EF-01, tubería de descarga de la Bahía de Huacho. ....	86
<i>Figura 24.</i> Toma de muestra de a 250 m a nivel superficial, uso del balde .....	86
<i>Figura 25.</i> Toma de muestra de a 250 m a nivel Fondo, uso de la botella Niskin .....	87
<i>Figura 26.</i> Recolección de muestra en un balde.....	87
<i>Figura 27.</i> Toma de muestra de a 500 m a nivel Fondo, uso de la botella Niskin .....	88
<i>Figura 28.</i> Recolección de muestra en frasco PVC.....	88
<i>Figura 29.</i> Envasado de muestra en frasco PVC .....	89
<i>Figura 30.</i> Preservación de la muestra .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Tabla de Estándar de Calidad Ambiental de Agua - Categoría 4: Agua de mar</i>	18
Tabla 2	<i>Tabla de determinación de Control de la calidad microbiológica en Playas</i>	20
Tabla 3	<i>Operación de las variables</i>	27
Tabla 4	<i>Técnicas e instrumentos</i>	29
Tabla 5	<i>Estándar de Calidad Ambiental de aguas ecosistemas marinos</i>	31
Tabla 6	<i>Estaciones de muestreo en la Bahía de Huacho</i>	32
Tabla 7	<i>Resultados de Temperatura y el ECA</i>	33
Tabla 8	<i>Resultados del potencial del hidrogeno y su ECA</i>	35
Tabla 9	<i>Prueba de t-student del parámetro del potencial del hidrogeno</i>	36
Tabla 10	<i>Resultados de las concentraciones de Oxígeno disuelto y su ECA</i>	37
Tabla 11	<i>Prueba de t-student del parámetro de oxígeno disuelto</i>	38
Tabla 12	<i>Resultados de las concentraciones de Demanda Biológica Oxígen y su ECA</i>	39
Tabla 13	<i>Prueba de t-student del parámetro de DBO<sub>5</sub></i>	40
Tabla 14	<i>Resultados de las concentraciones de aceites y grasas y su ECA</i>	41
Tabla 15	<i>Prueba de t-student del parámetro de Aceites y Grasas</i>	42
Tabla 16	<i>Resultados del parámetro de solidos totales en suspensión y su ECA</i>	43
Tabla 17	<i>Prueba de t-student del parámetro de solidos totales en suspensión</i>	44
Tabla 18	<i>Resultados de las concentraciones de plomo y su ECA</i>	45
Tabla 19	<i>Prueba de t-student del parámetro de plomo</i>	46
Tabla 20	<i>Resultados de las concentraciones de Coliformes Totales</i>	47
Tabla 21	<i>Prueba de t-student del parámetro de Coliformes Totales</i>	48
Tabla 22	<i>Resultados de las concentraciones de Coliformes Fecales o Termotolerantes y su ECA</i>	49

Tabla 23 Prueba de <i>t</i> -student del parámetro de Coliformes fecales o termotolerantes.....	50
Tabla 24 Resultados de las concentraciones de Coliformes Fecales o Termotolerantes y el DS 038 -2015 /MINSA.....	51
Tabla 25 Prueba de <i>t</i> -student del parámetro de Coliformes fecales o termotolerantes	52
Tabla 26 Parámetros fisicoquímicos de descarga tubería EF-01.....	54
Tabla 27 Parámetros microbiológico de descarga tubería EF-01.....	55
Tabla 28 Tabla <i>T</i> -student.....	72

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tablas de significancias.....	72
Anexo 2. Informe de análisis de agua de laboratorio SGS.....	73
Anexo 3. Cadenas de custodia.....	83
Anexo 4. Fotografías.....	86

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la calidad de agua de mar que afecta por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho-2021. **Metodología:** el tipo de investigación es aplicada, con un nivel descriptivo, cuantitativa. La población fue toda el área de la bahía, la muestra las 7 estaciones de muestreo **Resultados:** Los indicadores que sobrepasan el ECA son Aceites y Grasas con un valor de 7.5 mg/L y 9.2 mg/L, Plomo con un valor de 0.0083 mg/L y 0.0086 mg/L, Coliformes Totales con un valor de 16000 NMP/100 ml; los indicadores que sobrepasan el LMP son Aceites y Grasas, DBO<sub>5</sub>, DQO, Coliformes Fecales y Coliformes Termotolerantes, quien este último indicador es el más significativo con valores críticos de 2400000 NMP/100 mL y 790000 NMP/100 mL; asimismo comparando los valores de Coliformes Termotolerantes de las estaciones de agua de mar con el D.S. 038-2015/MINSA se determinó que 05 estaciones están por encima del estándar de calidad de agua, el cual no es apta para bañistas ni actividades de contacto directo. **Conclusión:** Se acepta nuestra hipótesis alterna donde nos indica que la calidad del agua de mar está siendo afectada de manera significativa por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho, siendo los parámetros microbiológicos los más críticos, no solo afectando el equilibrio del ecosistema marino, sino la integridad y salud de las personas que tienen un contacto directo con este cuerpo receptor, sobre todo si es cerca a la descarga.

**Palabras claves:** Calidad de agua, bahía, vertimiento doméstico, ecosistema marino, afectación.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the quality of seawater affected by domestic discharges in the bay of the Huacho district-2021. **Methodology:** the type of research is applied, with a descriptive, quantitative level. The population was the entire bay area, the sample was the 7 sampling stations. **Results:** The indicators that exceed the ECA are Oils and Fats with a value of 7.5 mg/L and 9.2 mg/L, Lead with a value of 0.0083 mg /L and 0.0086 mg/L, Total Coliforms with a value of 16000 NMP/100 ml; The indicators that exceed the LMP are Oils and Fats, BOD5, COD, Fecal Coliforms and Thermotolerant Coliforms, the latter indicator being the most significant with critical values of 2400000 NMP/100 mL and 790000 NMP/100 mL; also comparing the values of Thermotolerant Coliforms of the seawater stations with the D.S. 038- 2015/MINSA it was determined that 05 stations are above the water quality standard, which is not suitable for bathers or direct contact activities. **Conclusions:** Our alternative hypothesis is accepted, which indicates that the quality of seawater is being significantly affected by domestic discharges in the bay of the Huacho district, with the microbiological parameters being the most critical, not only affecting the balance of the ecosystem. Marine, but the integrity and health of the people who have direct contact with this receiving body, especially if it is close to the discharge.

**Keywords:** Water quality, bay, domestic discharge, marine ecosystem, affectation.

## INTRODUCCIÓN

En el trabajo de investigación presente se evalúa la calidad de agua de mar afectado por los vertimientos domésticos en la Bahía del distrito de Huacho-2021, donde se determinó la magnitud de afectación, mediante las comparaciones de los análisis de laboratorio con el ECA y el LMP; las variables determinadas son la evaluación de la calidad del agua frente a la afectación por los vertimiento de aguas domésticas en los sectores de la Bahía de Huacho, realizando el análisis estadístico se determinó su significancia o no significancia en la afectación y alteración en la calidad del agua, el cual conociendo el problema se propondrá recomendar las posibles soluciones mediante una gestión con la municipalidad e identidades pertinentes.

Los datos obtenidos se desarrollaron con equipos especializados y certificados, brindados por la Empresa SGS DEL PERÚ S.A.C. Desde la perspectiva ambiental, el vertimiento de efluentes domésticos presenta un significativo impacto al ecosistema marino, perjudicando la salud y el bienestar de las personas del entorno al área de estudio. La pesca es una actividad muy importante en la bahía, siendo una fuente que contribuye al desarrollo económico en el distrito de Huacho, por ello se debe cuidar el recurso hídrico que se encuentra relativamente en buena calidad, para no perjudicar el ecosistema y ambiente marino a lo largo de los años.

La bahía, ubicada en el distrito de Huacho, Región Lima provincias, es visto con preocupación, ya que es el principal recurso económico de la población aledaña y una de las playas más concurridas de Huacho, siendo alterada por estos efluentes domésticos que son vertidos de manera directa sin ningún tratamiento, viendo estos problemas nos hemos interesado en realizar la investigación dentro de esta zona, con el fin de analizar la calidad de agua de la bahía en 7 estaciones, tres zonas, donde se medirá los parámetros microbiológicos, químicos y físicos para comparar con el ECA (Estándar de Calidad de Agua) y el LMP (Límite Máximo Permisible), el trabajo se desarrollara en un tiempo de 5 meses, iniciando en el mes de noviembre del 2021, finalizando en el mes de marzo del 2022.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Es preocupante la contaminación marina si avanza de manera continua en el mundo debido a que trae como resultado el deterioro de los ecosistemas tanto en las costas y en los mares siendo el 80% de mares contaminados causados por las fuentes industriales y los vertimientos de origen domésticos de aguas servidas.

En el Perú, el Instituto del Mar Peruano (IMARPE), está desarrollando a partir de 1978, estudios en el monitoreo de los parámetros de calidad tanto físico y químico del ecosistema marino en toda la costa del Perú, donde se analiza con la finalidad de precisar las áreas que presentan un grado de contaminación, detallando que la contaminación de mares es bastante compleja y que también ocasiona daños al ecosistema, las cuales las fuentes que más contaminantes son la descarga domésticas e industriales.

Actualmente el agua de la bahía del mar de Huacho, está siendo alterada por la descarga directa de los efluentes domésticos proveniente del distrito, siendo producto de una mala gestión por parte de las autoridades, afectando de manera exponencial a lo largo de los años el ecosistema marino y sobre todo la salud de la población, quienes usan este recurso para su estabilidad económica y recreación.

La bahía de Huacho es el principal recurso económico y turístico, por ende requiere una evaluación del mar específicamente en la calidad de agua, basándose en reconocer cuales son las fuentes de contaminación, a través del análisis de parámetros químicos, físicos y microbiológicos de las muestras de agua, con el fin de plantear técnicas para el manejo y la mitigación para brindar alternativas de solución para la mejora de la calidad del agua del océano, para poder recuperar de manera ambiental la bahía de Huacho.

La finalidad de obtener los resultados, es dar a conocer a las autoridades pertinentes este problema para que tome las acciones correctivas, mediante la gestión con la municipalidad de Huacho y Gobierno regional y así dar la solución a este problema.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

- ¿De qué manera la calidad de agua de mar es afectado por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho– 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿En qué medida la calidad de agua de mar en el parámetro fisicoquímico es afectado por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho– 2021?
- ¿De qué forma la calidad de agua de mar en el parámetro microbiológico es afectado por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho – 2021?

## **1.3. Objetivo de la Investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar la calidad de agua de mar afectado por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho-2021.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Medir el nivel de afectación de los vertimientos domésticos en el parámetro fisicoquímico en la calidad de agua de mar del distrito de Huacho-2021.
- Analizar la calidad de agua de mar en el parámetro microbiológico afectado por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho – 2021.

## **1.4. Justificación de la Investigación**

Técnicamente se justifica el estudio de investigación por tener información adecuada y actualizada del sector estudiado, y se cumplirá la mayor parte de las normas y procedimientos para el cumplimiento al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (“Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen

Disposiciones Complementarias” – Ministerio del Ambiente), y el Decreto Supremo 003-2010-MINAM (Aprueba Límites Máximos Permisibles (LMP) especialmente en efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales), herramienta principal que tuvimos, para comparar con los parámetros que evaluamos.

Se justifica científicamente porque el presente estudio de servirán para mejorar la gestión por parte de la Municipalidad y las actitudes de los pobladores para ayudar a minimizar la contaminación en la bahía.

## **1.5. Delimitación del estudio**

### **1.5.1. Delimitación espacial**

El entorno del trabajo de estudio realizado en el área geográfica está circunscrito y referenciada mediante coordenadas UTM en la bahía del distrito de Huacho, que se encuentra en la Provincia de Huaura.

### **1.5.2. Delimitación temporal**

El presente trabajo se llevara en un tiempo determinado, como se planteó en el plan de la tesis, iniciando en el mes de noviembre del 2021, finalizando en el mes de marzo del 2022, como indica el autor obtuvimos información con accesibilidad.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Santacruz (2019), en su tesis titulada “*Evaluación de la calidad del agua por vertimientos de aguas residuales en la zona media y baja de la quebrada Miraflores de Pasto - Nariño*”, de la Universidad de Manizales de Colombia, tuvo como objetivo realizar una evaluación de calidad de agua en la zona media y baja de la quebrada a través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, teniendo como resultado que a través del análisis fisicoquímico menciona que la quebrada Miraflores cuenta con un creciente deterioro a medida que es dañado por descargas de materia inorgánica y orgánica, colaborado por la población de Catambuco y aledaños, y también por las actividades socioeconómicas que se desarrollan en todo su cauce; echando en la zona media y baja los valores de calidad entre 21,3 y 47,2 que lo clasifica como “mala” y “muy mala”, conforme con su índice de Calidad del Agua (ICA), se concluye que los valores de incidencia mayor en la ICA fueron la presencia de patógenos..

Cuesta, Velasco, Castro (2018), en la revista UIS Ingenierías titulada “*Evaluación ambiental asociada a los vertimientos de aguas residuales generados por una empresa decurtiembres en la cuenca del río Aburrá*” de la Universidad Industrial de Santander, de Colombia, aplicándose el método Conesa, se muestra que el DBO aumenta la concentración de 167 mg O<sub>2</sub>/L hasta 185 mg O<sub>2</sub>/L en lo estudiado, y significativamente se aleja del objetivo de calidad del río Aburra de 50 mg O<sub>2</sub>/L y sobrepasa los permisibles límites que están en relación con la Resolución 631 del 2015 en los parámetros DQO y DB05, en un 203% y 150%. Tanto en la conductividad y temperatura sus parámetros no muestran afectación en la fuente.

Aguilar y Solano (2018), en su trabajo de investigación titulado “*Evaluación del impacto por vertimientos de aguas residuales domésticas, mediante la aplicación del índice de contaminación (ICOMO) en caño grande, localizado en Villavicencio-Meta*” de la Universidad Santo Tomas de

Colombia, sostiene como su objetivo de evaluar el impacto causado por los vertimientos de las aguas residuales domiciliarias en la afluyente Caño Grande localizado en Villavicencio, Meta, usando el índice de contaminación ICOMO en una distancia de 4.9 km, teniendo como resultado un promedio de valores del índice ICOMO especialmente en las 3 estaciones que indican la contaminación media del agua presentando un valor de 4.8. Permitió mediante la correlación de Pearson el estudio de los coliformes totales donde tuvo una influencia mayor referente en el índice ICOMO en su resultado final.

Villacres y Villamar (2017), en su tesis titulada *“Evaluación ambiental a partir de parámetros físico-químicos y microbiológicos de la calidad de agua de mar en playas de Chipipe, Canton Salinas provincia de Santa Elena”* de la Universidad de Guayaquil de Ecuador, estuvo basado en la NTE INEN 2176:2013, analizando 04 estaciones de muestreo por 04 días consecutivos, el cual se tuvo como resultado concentraciones de Conductividad por encima del LMP, y los Coliformes Fecales fuera del rango de aceptación en el día Sábado 11. Se concluye que sus causas principales de contaminación son: la carencia de conciencia ecológica especialmente en los visitantes o turistas de las playas, debido a que no depositan sus desperdicios en el lugar indicado, y esto ocasiona el aumento de coliformes totales perjudicando a la vida marina y la calidad del agua en el mar.

Gómez y Salcedo (2016), en su tesis titulado *“Evaluación de la calidad del agua en las Playas Turísticas de Puerto Colombia, Atlántico y su relación con las fuentes de contaminación”* de la Universidad de la Costa, CUC de Colombia; se tuvo resultados donde muestran que la calidad de agua en Pradomar especialmente en sus playas durante los meses 1 y 3 se muestra la presencia de los coliformes fecales y cargas microbianas debido a los vertimientos. En cambio, en Sabanilla, no hay presencia de contaminantes ocasionado por vertimientos, en cambio, logro evidenciar que dicho cuerpo de agua se ve perjudicado debido a que está cerca de la desembocadura del río Magdalena; donde comprobó que hay una relación inversa con el número de turistas y la calidad del agua que acuden en estas playas.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Muñoz (2021), en su tesis titulada “*Análisis comparativo de parámetros de aceite y grasas de la bahía de Vegueta con Huacho*”, de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, de Huacho, Lima, Perú, tuvo resultados donde en la bahía de Vegueta la media fue de 26.830 mg/L (DS=53.674), se observó valores en la bahía de Vegueta, oscilando entre 94.70 mg/L (2005), 154.90 mg/L (2008) y 134.50 mg/L (2009); en tanto la bahía de Huacho la media fue de 0.153 mg/L (DS=7.416), se hallaron elevadas concentraciones entre 22.40 mg/L (2006); 10.40 mg/L (2009) y 20.90 mg/L (2016); al final concluyo que ambas bahías Vegueta y Huacho los valores de concentración de los parámetros de aguas y aceite sobrepasa los estándares máximos establecidos en la calidad de agua - ECA (5.0 mg/L).

Osorio (2021), en su tesis titulada “*Bioensayos agudos con Brachionus Plicatilis (Rotifera) para evaluar la calidad del agua de mar por presencia de metales pesados en el área costera de la bahía del Callao, Perú*”, con un diseño experimental el cual detalla la exposición de *B. plicatilis* a decrecientes diluciones del agua de mar debido a que presenta pesados metales por 24 h y 48 h, y los valores están en función de CL 50, en el cual se estableció el grado en toxicidad que se correlaciono con los factores fisicoquímicos, relación de estaciones y puntos evaluados; los metales pesados que no cumplen con los estándares de calidad en la Bahía del Callao, fue e los sitios de muestreo P2 y P3; para plomo, mercurio, fosforo, níquel, cobre y zinc. Los ecotoxicológicos ensayos con *B. plicatilis* nos muestran los niveles siguientes de toxicidad: P1, P2, P3 y P4 (CL 50=> 100%). Las concentraciones en los parámetros más elevados de efectos no observados (NOEC) fue de 75,78% para P2, 75% para P4, 60,16% para P1 y 45,31% para P3, y los valores de concentración más baja de los efectos que se pueden visualizar (NOEC) fueron: No referentes (P4), > 89,06% , (P2) > 82,81% (P1) > 53,13% (P3), lo que muestra que los puntos contiguos con una actividad pesquera mayor en el distrito de La Punta son bastante tóxicos. Concluyendo que planteamos aplicar a *B. plicatilis* como un organismo bioindicador de metales pesados en el mar.

Arias (2020), en su tesis titulada *“Influencia del vertimiento de los efluentes de la Industria pesquera en el agua de mar de la bahía de Coishco, Ancash, en los años 2015 y 2016”* de la Universidad Nacional del Santa, se utilizó el método de la observación, recogiendo mensuales monitoreos en el periodo de 2015 y 2016 de IMARPE y la Industria Pesquera, concluyendo que la caleta de Coishco, no es apto especialmente en actividad recreacional (balneario), ya que mostro una elevada carga de microbios en toda la línea de la playa durante el 2015 y 2016.

Lima (2020), en su tesis titulada *“Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018”*, de la Universidad Continental, tuvo un diseño de investigación no experimental descriptivo transeccional, donde se realizó un muestreo de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en tres puntos, concluyendo luego de la comparación con el ECA de Calidad de Agua D.S. 004-2017 MINAM con un índice de 42.18, lo cual según National Sanitation Foundation – NSF identificada como aguas bastante contaminadas, especialmente los coliformes termotolerantes con mayor influencia en su parámetro.

Sánchez (2019), en su tesis titulado *“Evaluación de la calidad del agua de mar en la playa Cantolao – sector Espigón del Abtao en la bahía del Callao”* de la Universidad Nacional Federico Villarreal, con un objetivo de evaluación en la calidad de agua en el mar de la Playa de Cantolao, en su conclusión el diagnóstico en la situación de calidad del agua del mar, admitió determinar que hay presencia de contaminación en la zona de estudio, indicando una contaminación significativa y que es peligroso para la conservación del medio acuático.

Carrera (2018), en su tesis titulado *“Evaluación del vertimiento de líquido residual y concentración biológica por la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata, Ilo - Moquegua, año 2015.”* de la Universidad Nacional de Huancavelica, tuvo como objetivo establecer la concentración de pH y el efluente líquido derramado de la empresa mencionada en la tesis, concluyendo que en las zonas

muestreadas los parámetros están siendo influenciados negativamente en la Bahía del mar de Cata Cata incumpliendo con el D.S. N° 010-2008-PRODUCE.

Huaynate (2018), en su tesis titulado “*Identificación de los vertimientos y sus impactos ambientales de las aguas residuales domesticas generados por la población de Rancas – distrito de Simón Bolívar -provincia de Pasco*” de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, su objetivo fue de diagnosticar los impactos ambientales y vertimientos de aguas residuales domesticas ocasionados por la población de Rancas – Distrito de Simón, Bolívar- Provincia de Pasco, concluye que en el Punto 2 los coliformes fecales presentan 2200 NMP/100 ml, excediendo su Estándar de Calidad Ambiental en el rio, donde se aprecia que dichos valores se elevan a medida que se vierten aguas residuales en el rio San Juan.

Autoridad Nacional del Agua (2018), en su informe técnico de los resultados del monitoreo de la calidad de agua de mar del litoral marino costero del ámbito de la administración local de agua Huaura, concluye para el mar de Huacho se dispusieron cuatro (04) estaciones de monitoreo: MHuau1, MHuau2, MHuau3 y MHuau4, resultando que en las tres (03) primeras, distribuidas a orilla de Playa Chorrillos, cercano a los puquiales de Hualmay, así como por el punto de vertimiento de la Procesadora de Productos Marinos S.A., y en orillas de la Playa Chorrillos, cercano al vertimiento municipal del distrito de Huacho, las concentraciones de Coliformes Termotolerantes fueron de 79 NMP/100ml, 41 NMP/100ml y 490 NMP/100ml, las que superan el ECA Categoría 2 de la Sub Categoría C2 (30 NMP/100ml); mientras que en la estación MHuau4, ubicada a orillas de la Playa Paraíso, sus parámetros cumplen con los fijados el ECA – Agua Categoría 2 de la Sub Categoría C2.

Benvenuto (2017), en su tesis titulada “*Determinación de Escherichia coli enteropatógena (ECEP) en agua de mar del Circuito de Playas de la Costa Verde*” de la Universidad de Ricardo Palma, se identifica que de 100 cepas totales de Escherichia coli encontradas, 33 dieron positivo para realizar pruebas con suero anti E.coli entero patógena. Las cepas positivas de Escherichia coli enteropatógena siete cepas presentaron un valor positivo del serogrupo A y 26 presentaron también positivo para el serogrupo B.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Importancia de la bahía

Angelier (2002), determina que las estructuras físicas de las Bahías son comúnmente usadas para los puertos y atracaderos, beneficiando un importe económico y social para la población aledaña, debido al transporte marítimo que desplaza gran parte de comercio internacional. Desde la perspectiva ambiental es de suma importancia que la construcción de puertos origina una barrera biológica, donde ayuda al equilibrio marino.

DICAPI (2014), detalla que la bahía es una escotadura bien determinada debido a la penetración de tierra, en vínculo con el ancho de su boca, en donde contiene aguas cercadas por la costa y conforma una inflexión más que simple.

### 2.2.2. Calidad de agua

Weiner (2000), Indica que la calidad de agua está en relación con el uso de este recurso, el agua debe ser suficiente mente limpio que permita la vida de los seres hidrobiológicos así como para el uso recreacional de los humanos, cuando se usa el agua no limpia es inoportuno para la industria, para indicar la calidad de agua debe tener en cuenta la forma de uso del agua, previa su categorización, de acuerdo a lo indicado si el agua sobrepasa a los estándares el agua estará contaminado, cuando es afectado por elemento nocivo estará de mala calidad, el agua según su calidad se ve su aptitudes y potencialidades y los factores como lo influye como se indica en la figura 1.



Figura 1. Factores que afectan la calidad del agua

### **2.2.3. Control de la calidad del agua**

Según Rojas (2002), consiste en realizar continuos Monitoreos, con la finalidad de reforzar que el almacenamiento de agua presenta las condiciones de calidad con el fin de ser distribuidos a través de un sistema a la población de la comunidad para su consumo. La mencionada se debe realizar por la EPS y controlada por la Dirección Regional de Salud que es una entidad nacional. El D.A. N° 031-2010-SA decreta la concentración de los parámetros del agua a través de sus niveles, esto asegura que el agua es apto en su consumo. Asimismo, presenta el objetivo de fortalecer el cumplimiento en su distribución total, consiguiendo como respuesta los parámetros estipulados en el reglamento del agua en relación con su consumo. (Rojas, 2002).

De acuerdo con Rojas (2002), la mayoría de los países, la ingesta de agua contaminada es peligroso debido a que presenta microorganismos. Igualmente, la Conferencia de las Naciones Unidas indica que cerca del 18% de enfermedades que se producen es causa del consumo de agua contaminada, por tanto, el 10% del malestar de la humanidad es causa por enfermedades debido a la ingesta de agua.

### **2.2.4. Estándares de calidad ambiental para agua.**

El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2012), indica la unidad de medida del ECA, con el fin de saber cuál es la condición de las reservas de agua en relación al nivel de calidad que presenta, por su influencia de contaminantes o propiedades naturales. Como se aprecia en los textos anteriores citados, el ECA es importante para saber si es adecuada la ingesta de agua. Debido al crecimiento de la población la calidad puede estar afectada por la presencia de contaminantes en las fuentes agua, de tal forma para estar seguros que es óptimo el agua debemos de considerar el ECA donde nos establece los parámetros para conocer si el agua logra la calidad y para su óptimo consumo. (MINAM, 2012).

### **2.2.5. Potencial del hidrogeno**

Es mencionado también como pH, se conceptualiza como el logaritmo que tiene como referencia a la concentración de los iones hidrogenados, que equivale a un indicador de calidad. Al momento que se encuentran los valores superiores de un pH 11 lograría ocasionar afectaciones cutáneas e irritación ocular. (Crites y Tchobanoglous, 2000).

Es una medida determinar el pH que se refiere a su alcalinidad y acidez. Al momento que el pH es menor a los 7, esto significa que presentan acidez las reservas, en cambio si sobrepasa los pH 7 esto significa que es alcalino. En muchos de los casos de aguas sus valores varían entre pH 4-9, a pesar no se suprime que existan reservas de agua que presentan indicadores bajos, a causa de que existe la presencia de bicarbonatos. Los pH que son alcalinos y ácidos, a través de una muestra puede manifestar que se está dando la contaminación por parte de actividades industriales. (Mejía, 2005).

La fotosíntesis durante su proceso reduce el CO<sub>2</sub> disuelto del agua, opuesto, de la respiración de los cuerpos heterótrofos que difunden CO<sub>2</sub> generando perjudiciales consecuencias. Los ácidos que presentan características de modo natural o llamados también como ácidos húmicos, hacen que el agua se convierta ácida; en tanto que las rocas y minerales se desintegran eso puede ocasionar que el agua se convierta en alcalino debido a la alcalinización del terreno. (Marín, 2010).

### **2.2.6. Oxígeno disuelto (OD)**

Se encontrará la solubilidad de manera estrecha en relación a las sales, temperatura, presión y de los organismos consumidores que son responsables del agua. En referencia al agua del mar se conservan entre >7-11 mg/L, una diferente situación presentan aquellas que se encuentran en lo profundo, estos son anóxicas, ocasionando que se incrementen los componentes químicos a través de su oxidación (Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, NH<sub>3</sub>). En el oxígeno sus características químicas logran experimentar cíclicas alteraciones que son conductas térmicas del mar. (Marín, 2010).

En función a su oxigenación está vinculado al EH (potencial de oxidación) que conserva agua, dicho potencial medirá la situación óxido-reducción y la contribución a los componentes electro activas presentes. Aporta un similar comportamiento al O<sub>2</sub>, las reservas hidrológicas con excelente oxigenación se caracterizan porque contiene EH positivos o negativos de forma moderada; en tanto que las aguas con oxigenaciones no convenientes los EH son en general negativos. (Marín, 2010).

#### **2.2.7. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>).**

Es cuando los microorganismos requieran una cantidad de oxígeno con fin de oxidar (estabilizar) la materia biodegradable orgánica en situaciones aeróbicas. El DBO es un parámetro más aplicado con el fin de medir la calidad de aguas superficiales y residuales, para establecer la cantidad de oxígeno que se necesita para la estabilización biológica de materia orgánica del agua. (Romero, 2000, pág. 38)

#### **2.2.8. Temperatura**

Se establece a través de la absorción de radiación mediante las superiores mantas del recurso hídrico. De este parámetro la variación, será capaz de perjudicar a la solubilidad, gases producidos en el agua, entre diferentes propiedades de carácter químico y microbiológico. Generalmente, en la reserva hídrica la temperatura se halla repercutido a causa de la irradiación; si tomamos el caso en las profundidades del agua como el caso de los lagos presentaran latitudes con secuencia cíclica que difieren por tener dos periodos, que son la mezcla térmica que necesitan de temperaturas y estratificación térmica que contienen aguas bastante cálidas, donde son muy poco posibles de combinar las capas de agua de forma vertical. Dichos periodos rigen las propiedades físicas y químicas del agua en sus dos periodos. Al respecto de la temperatura, las aguas subterráneas que está sujeto a las particularidades de las rocas, fenómenos magnéticos y profundidad. (Marín, 2010).

### **2.2.9. El Plomo en el agua**

El (Pb) cuando está en exposición con la atmosfera, es el momento que experimenta una oxidación incitado por el O que está presente en la atmosfera, después se convierte en hidróxido, transformándose al final en CO<sub>2</sub>. En salinizados ambientes (aguas saladas), reaccionan los metales con aniones, transformándose en sales como sulfatos y haluros. Generalmente, las aguas que no presentan contaminantes en su capacidad de Pb en general podrían estar entre los 50 µg/L y 10 mg/L, en tanto que el Pb puede exceder los 10 µg/L. desde épocas muy antiguas el fraccionamiento de Pb se ha empleado especialmente en las fabricaciones de tuberías con la función de conducir agua, conforme a su propiedad de inercia química; permitiendo que se incrementen las aguas transportadas en 2mg, L en cuanto a salinidad y acidez. Esta es la razón por el cual se reemplaza dichos materiales con otros sintéticos.

Desde un enfoque fisiológico los elementos no esenciales son importantes, ya que la toxicidad en las aguas natas denota una baja dureza. En los seres humanos lograría ocasionar enfermedades, en especial, cuando se adhieren estos elementos a los huesos y especialmente a los nervios, sistema renal e hígado, ocasionando enfermedades que son anemias, alteraciones enzimáticas y parálisis que de manera general se hospeda en los tejidos grasos, del mismo modo se considera su carácter carcinogénico (Marín, 2010).

### **2.2.10. Totales de sólidos disueltos**

Los sólidos totales suspendidos que se encuentran en el agua sin filtración nos muestran como agua natural o de origen industrial o doméstico. Los sólidos totales suspendidos en el agua dependen como se conserva en forma de suspensión de asentamiento y se mide en ppm, Los sólidos disueltos totales (SDT) dentro de ello se ve las concentraciones de las sales en forma inorgánica como algunos elementos que forma como el calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonato, cloruro, sulfato, todo ello en pequeñas cantidades en forma orgánica que se encuentran en el agua, (FIODM, 2012)

### **2.2.11. Los coliformes totales**

Son bacterias que presentan una forma de bacilos que necesitan de sales biliares y diversos agentes para su crecimiento. Causan la fermentación de lactosa cuando generan ácido y gas entre 24 y 48 horas. En general, cadena familiar Enterobacteriaceae está representado por sus especies como la Citrobacter y Escherichia (García y Molano, 2015).

Los coliformes en su taxonomía implican a heterogéneos grupos, que se supone en ser bacterias que están presentes en las heces en el medio ambiente y también dichas especies pueden vivir con grupos no fecales. (García y Molano, 2015).

### **2.2.12. Los coliformes fecales o termo tolerantes**

El grupo coliformes fecales o termo tolerantes es un microorganismo como la bacteria que corresponde a los coliformes totales y presentan la características de ser bacilos negativos, esporuladas que causan la fermentación de la lactosa generando gas y ácidos entre los  $44,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  de las 24-28 h. (García y Molano, 2015)

Dichos coliformes cuentan con similares características a los coliformes totales de aguas caliente vertidas, en especial en su cabida de fermentación, son anaeróbicas, pero distintos en la resistencia de temperatura, ocasionan los fecales de fermentación lactosa generando ácido y gas entre los  $44,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  partiendo de las 24-48h en laboratorios, distinto a los totales (Ramos, 2016).

### **2.2.13. Contaminación del Medio Acuático**

DICAPI (2014), detalla que la contaminación de los ambientes marinos, es parte del inicio en toda materia, sustancia o energía del medio acuático, ya sea en estados físicos, que ocasiona efectos dañinos, así como la destrucción a los recursos vivos, vida marina y zonas de la costa, que son peligrosos para el ser humano, interrumpiendo las actividades acuáticas, incluyendo a la pesca y el deterioro de la calidad del agua para su uso y la contaminación del mundo acuático, como se observa en la figura 2.

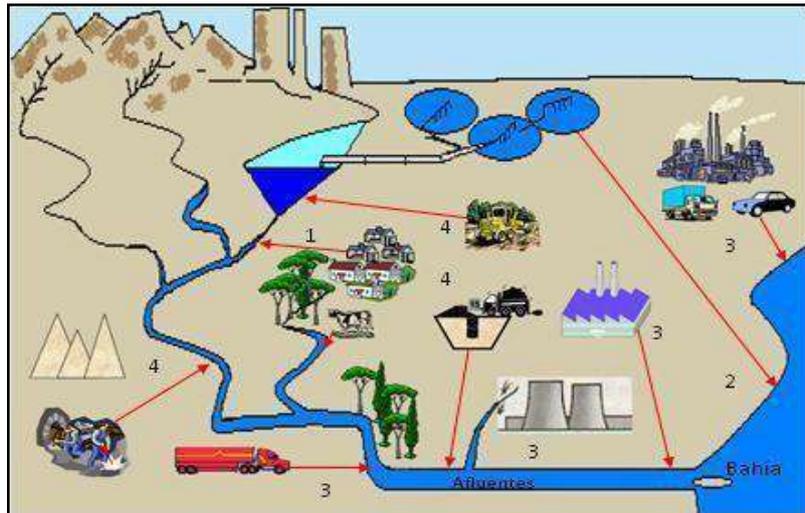


Figura 2. Proceso de contaminación de las bahías

#### 2.2.14. Estándar de Calidad Ambiental

Ministerio del Ambiente (2014), puntualiza al Estándar de Calidad Ambiental (ECA), que es la medida de concentración de parámetros físicos o sustancias, biológicos y químicos, en el suelo, aire o agua, en su índole de cuerpo de recepción y que no tiene un riesgo significativo en la salud de los seres humanos y tampoco su entorno, tal como se observa en la figura 3.

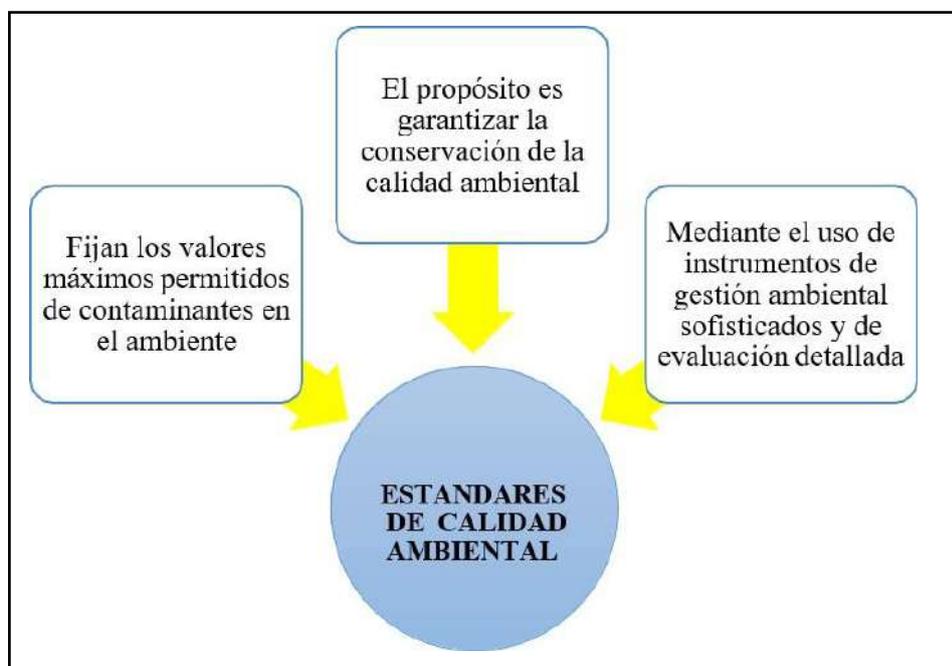


Figura 3. Estándar de Calidad Ambiental

### **2.2.15. Monitoreo de la Calidad del Agua**

ANA (2016), precisa como el proceso que permite conseguir un resultado de medición de la calidad del agua con el fin de hacer un seguimiento de control a la exposición de contaminantes en el agua.

Para realizar el monitoreo de la calidad del agua, se toma los criterios siguientes:

- Metodologías estandarizadas para la toma de muestras, acondicionamiento y su transporte para el análisis.
- Metodologías estandarizadas para la ubicación de las estaciones de monitoreo y características de su ejecución como, por ejemplo, su frecuencia.
- Metodologías de análisis de muestras o ensayos estandarizados internacionalmente realizados por laboratorios acreditados.
- Homologación de equipos para las mediciones de parámetros de lectura directa en Campo.

OEFA (2017), detalla al monitoreo Ambiental, que mide la presencia y concentración de contaminantes en su entorno, del mismo modo en la conservación de los recursos naturales; asimismo, esta actividad se realiza en su marco de su función de evaluación, con el fin de identificar al causante de la alteración ambiental aportando de esta forma la supervisión, sanción y fiscalización ambiental, permitiendo conocer el nivel de daño ambiental que se le puede atribuir a un responsable.

### **2.2.16. Parámetro de muestreo**

ANA (2016), detalla que son indicadores, compuestos, elementos, sustancias y propiedades físicas, químicas y biológicas de provecho para determinar la calidad del agua. Como se visualiza en la figura 4.

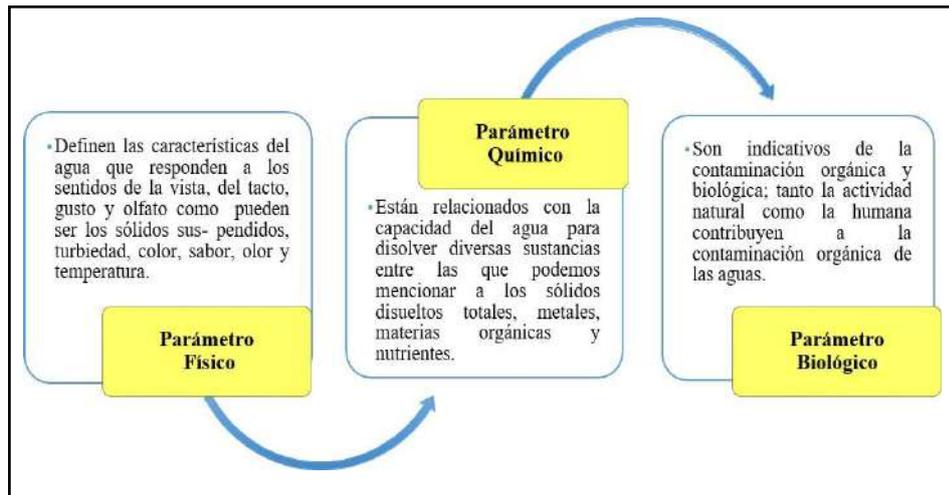


Figura 4. Clasificación de los Parámetros de Calidad del Agua

Tabla 1.

Tabla de Estándar de Calidad Ambiental de Agua - Categoría 4: Agua de mar

Parámetros	Unidad de medida	E3: Ecosistemas costeros y marinos	
		Estuarios	Marinos
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>			
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,001	0,001
Color (b)	olor verdadero	**	**
	Escala Pt/Co		
Clorofila A	mg/L	**	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	10
Fenoles	mg/L	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,124	0,062
Nitratos (NO <sub>3</sub> -) (c)	mg/L	200	200
Amoniaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	-2	-2
Nitrógeno Total	mg/L	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002

Temperatura	°C	Δ 2	Δ 2
<b>INORGÁNICOS</b>			
Antimonio	mg/L	**	**
Arsénico	mg/L	0,036	0,036
Bario	mg/L	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,071	0,071
Talio	mg/L	**	**
Zinc	mg/L	0,081	0,081
<b>ORGÁNICOS</b>			
<b><u>Compuestos Orgánicos Volátiles</u></b>			
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006
<b><u>BTEX</u></b>			
Benceno	mg/L	0,05	0,05
<b><u>Hidrocarburos Aromáticos</u></b>			
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001
<b><u>Bifenilos Policlorados</u></b>			
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003
<b>MICROBIOLÓGICO</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000

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

En la tabla 1 podemos observar todos los parámetros del Estándar de Calidad Ambiental Categoría 4 definido como “Conservación del ambiente marino”, que comprende de las especies que están presentes en el agua y que forman parte de áreas naturales protegidas o ecosistemas frágiles, que necesitan

una protección.

Dentro de esta tabla para nuestro trabajo de investigación nos enfocamos en la Subcategoría 3, de Origen Marinos, entendiéndose como las zonas oceánicas que constan a partir de la línea paralela de marea baja hasta el límite marino nacional.

Se detalla que no están presentes dentro de las señaladas categorías las aguas marinas con propósitos de agua potable, aguas de origen minero, medicinal, aguas subterráneas, aguas de la atmosfera y aguas residuales tratadas para reutilizar.

Tabla 2.

*Tabla de determinación de Control de la calidad microbiológica en Playas.*

<b>Determinación de Control de la Calidad Microbiológica Variable</b>	<b>Rango de Valor</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Calificación</b>
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	0 -200	0.50	Buena
	> 200	0.00	Mala

Fuente: D.S. N° 0 38 /MINSA-DIGESA-V.02 - Ministerio de Salud, 2015.

En la tabla 2 podemos observar la calificación microbiológica del agua de mar para la inspección de la calidad de agua de mar apta para bañistas y uso de Playa, dividiéndose en dos categorías malas y buenas; en donde dichas categorías presentan un rango de valores de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL), que están establecidos conforme las recomendaciones de la OMS y los Estándares nacionales de Calidad Ambiental para el agua, donde se le asignan puntos a las categorías de manera individual.

### 2.2.17. Normativas existentes.

- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (“Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias”). Ministerio del Ambiente.
- “Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales” (Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM). Ministerio del Ambiente.
- “Aprueban Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario” (Decreto Supremo N° 021-2009- VIVIENDA). Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- “Protocolo para el Monitoreo de Efluentes y Cuerpo Marino Receptor” (Resolución Ministerial N° 003-2002-PE). Ministerio de la Producción.
- Norma Técnica Peruana NTP 214.042:2012 “CALIDAD DE AGUA. Clasificación de la matriz agua para ensayos de laboratorio”
- Resolución Ministerial N° 811-2015/MINSA, que aprueba la Directiva Sanitaria N° 038/MINSA-DIGESA.V.02, que establece el "Procedimiento para la Evaluación de la Calidad Sanitaria de las Playas del Litoral Peruano".

### 2.3. Definiciones conceptuales

- **Aguas servidas:** Según (OEFA, 2015) precisa al agua residual como “el agua que ha padecido en sus características originales alteraciones ocasionado por la actividad del ser humano”.
- **Contaminación:** (MINAM, 2017) precisa como “acumulación y presencia de elementos en el medio ambiente que perjudica al entorno, la calidad de vida, salud e higiene de los seres vivos de manera negativa”.
- **Contaminación del agua:** (MINAM, 2017) precisa como “la alteración del agua que presenta negativas consecuencias para los seres vivos y el medio ambiente”.

- **Impacto ambiental:** Es una alteración en el entorno ambiental, causado por la actividad del hombre. Entre esto está la industria minera y energética especialmente con las plantas hidroeléctricas en una mina que son los causantes del impacto ambiental. (MINAM, 2017).
- **Medio Ambiente:** Es el espacio donde se desarrolla la vida de distintos organismos que favorece la interacción con el medio. En dichos organismos se encuentra los seres vivos que son los elementos sin vida y otros creados por el hombre. (MINAM, 2017).
- **Cuerpo Receptor:** ANA (2016), detalla que son aguas del territorio peruano ya sea marítimo, atmosférico y terrestre, que acogen los vertimientos o residuos líquidos de las actividades productivas del país.
- **Vertimiento:** ANA (2016), define que es una cantidad de descarga de cualquier material o sustancia que perjudica a la salud humana.
- **Efluentes:** Este término se emplea para llamar a las aguas residuales que presentan desechos líquidos, sólidos o gaseosos que son producidos por las industrias, viviendas, especialmente en los cursos del agua, o que se incorporan al agua mediante la lluvia. (MINAM, 2017).
- **ECA:** Conocido como Estándares de calidad ambiental, nos brinda la medida para saber el grado de concentración de sustancias o elementos de índole biológico, químico y físico que están presentes en el suelo, aire y agua. (MINAM, 2012)
- **LMP:** Sirve como medida de concentración de algunos elementos biológicos, físicos y químicos que están presente en afluente que al sobrepasar puede generar consecuencias; ya sea en el bienestar de la persona, salud y medio ambiente. Se regula su cumplimiento a través de la MINAM y otros organismos con funciones específicas. (MINAM, 2017).
- **Monitoreo:** Consiste en el análisis y seguimiento de los indicadores biológico, físico y químico, entre diferentes indicadores implantados en el reglamento de riesgos con el fin de distribuir adecuadamente el agua (H<sub>2</sub>O). (MINAM, 2017).
- **Parámetros microbiológicos:** son parámetros microbiológicos que tiene relación

con los organismos patógenos y la polución que es un peligro para el bienestar de los seres humano al tomar ciertos líquidos. (OEFA, 2015)

- **Toma de muestras:** es recomendable tomar muestras, por lo menos una vez para poder analizarlos y saber si es seguro para su consumo. (OEFA, 2015).

## **2.4. Formulación de la hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

- H0: La calidad de agua de mar no es afectada por los vertimientos doméstico en la bahía del distrito de Huacho-2021
- H1: La calidad de agua de mar es afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho-2021

### **2.4.2. Hipótesis Específicos**

- La calidad de agua de mar del parámetro fisicoquímico será afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho-2021
- La calidad de agua de mar del parámetro microbiológico será afectada por los vertimientos en la bahía del distrito de Huacho – 2021.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño Metodológico

#### **Tipo de investigación**

Esto depende del objetivo de la investigación que desarrollaremos y determinar el tipo de investigación correspondiente. Dicho trabajo se debe hacer antes de realizar el plan de investigación, con la finalidad de definir si es aplicativo o descriptivo, de lo que pensamos realizar y que tipo de información se desea conseguir, puesto que el documento integra una estructura de fases y operaciones secuenciales que se estructuran en cadena. (Carrasco, 2017, pág. 43)

*El tipo de investigación:* es Aplicativo.

#### **Nivel de investigación**

La diversidad y complejidad de los fenómenos y hechos en la realidad (natural y social) han orientado a elaborar y diseñar variadas estrategias, con el fin de tener un análisis para posterior responder los problemas planteados del estudio conforme su naturaleza y características propias. Estos son los diseños experimentales y no experimentales, uno y el otro con una idéntica trascendencia e importancia para el plano científico. (Carrasco, 2017, pag.59)

*Nivel de investigación:* nivel descriptivo.

#### **Enfoque**

El enfoque de la presente investigación es cualitativo, porque se determinó sus cualidades de cada zona muestreada con sus respectivos parámetros, cuantitativas, debido que se determinó las diferentes magnitudes de los resultados en forma numérica, para luego compararlo con la ECA y LMP para determinar si cumplieron o no de acuerdo a los rangos establecidos de cada parámetro.

### 3.1.1. Ubicación

La ubicación con coordenadas geográficas UTM: 214181 Este; 8769348 Norte.

La ubicación política que se va desarrollar el presente trabajo es:

- **Región** : Lima Provincias
- **Provincia** : Huaura
- **Distrito** : Huacho
- **Lugar** : Puerto Bahía Huacho
- **Altitud** : 04 msnm



Figura 5. Ubicación del área de impacto en la Bahía de Huacho

Fuente: Google Earth Pro

### 3.1.2. Materiales e insumos

- Cooler
- Cámara fotográfica
- Frascos de muestras

- Preservantes
- GPS
- Cuaderno de Campo, lapicero
- EPP's
- Botella Niskin
- Balde, Jarra
- Multiparámetro con Sonda de pH, OD, T°.

### **3.1.3. Variables a evaluar**

Variable X: Afectado por los vertimientos

Variable Y: Evaluación de la calidad de agua

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Población**

De lo citado, en nuestra investigación se tomó como población un área de 500 m de radio, haciendo 785 Km<sup>2</sup> en un ámbito de tres zonas georreferenciadas dentro de la Bahía del distrito de Huacho, provincia de Huara.

### **3.2.2. La muestra**

Son los puntos de muestreo que son fragmento representativo de la población, donde se ubicó con el GPS, teniendo en cuenta donde existe mayor incidencia de contaminación, ubicando en 7 puntos de estaciones de muestreo

### 3.3. Operacionalización de Variables e Indicadores

Tabla 3

*Operación de las variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Variable dependiente:  <b>Evaluación de la calidad de agua:</b>	Es la medición a través de parámetros físico-químicos, microbiológicos que actúan como una "fotografía" del momento medido, entregándonos los resultados de su calidad. (Manchego, 2015)	La evaluación de calidad de agua a esta regida por el análisis físico químico y análisis microbiológico efectuado en los puntos o sectores de tratamientos para la distribución a diferentes lugares.	<b>D1. Análisis fisicoquímico</b>  <b>D2. Análisis microbiológicos</b>	D1.1: Temperatura (°C) D1.2: pH D1.3: Oxígeno disuelto (mg/L)  D1.4: DBO (mg/L) D1.5: Aceites y Grasas (mg/L) D1.6: Solidos totales (mg/L) D1.7: Plomo (mg/L)  D2.1: Coliformes totales D2.2: Coliformes termotolerantes	Observación estructurada.  Análisis de laboratorio
Variable independiente:  <b>Afectadas por los vertimientos</b>	Las zonas de agua de mar es un sistema que permite llevarla a los ocupantes en las mejores condiciones en calidad de agua, con vertimiento adecuado en varias partes. (Fernández, 2017)	Las zonas de Bahía de agua se sitúan en las zonas (AM-01, A 50 m. carga; AM-02 a 250 m; AM-03 a 500 m de carga.  En la bahía de Huacho se tomarán la muestra, el cual será analizado en un laboratorio acreditado, para cualquier inspección de las entidades correspondiente.	d1: Zona AM-01, A 50 m. carga d2: Zona AM-02 a 250 m carga d3: Zona AM-03 a 500 m de carga	d1.2. cantidad de puntos de muestreos d2.2. cantidad de puntos de muestreos d3.3. cantidad de puntos de muestreos- Todo ello con su volumen, coordenadas	Resultados de los análisis fisicoquímico  Legislación Vigente Nacional (ECA, LMP)

Fuente: Elaboración propia

### **3.4. Técnicas de recolección de datos**

#### **Técnicas**

El tema de investigación, se toma como desarrollo a través de acciones técnicas con el fin de evaluar la calidad del agua de mar en la Bahía de Huacho, teniendo como conocimiento el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos de agua del mar, señalando lo siguiente:

#### **Etapa I: Revisión de la información**

Esta etapa primaria trata de la revisión bibliográfica de investigaciones con respecto al tema que tratamos, se tomó de distintas Universidades recopilando informaciones necesarias para el área de investigación, del mismo modo también se obtuvo de distintas entidades que presentan vínculo con la conservación del medio ambiente marino, y estas son:

- Autoridad Nacional del Agua (ANA)
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE)
- Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV)
- Dirección General de Capitanías y Guardacostas (DICAPI)

#### **Etapa II: Etapa de Campo**

Esta etapa se basa en la preparación y la acción para realizar tomas de muestreos en las tres zonas, para esto desarrollaremos las fases siguientes:

- Ubicación de la Zonas de estudio
- Ubicación de los puntos de muestreo
- Recolección y toma de muestras
- Preservación y almacenamiento de las muestras
- Conservación y transporte de las muestras

#### **Etapa III: Análisis de la muestra**

En esta tercera etapa se efectúa el análisis de muestras, que tiene como fin usar la información recolectada del campo, lo que involucra analizar las muestras de agua que pertenecen al área de estudio, para lograr establecer los parámetros de

concentración y al final elaborar un informe.

- Determinación de los parámetros a analizar
- Métodos de ensayos y análisis de datos
- El análisis en el laboratorio estará a cargo de la empresa SGS del Perú S.A.C.

Tabla 4.

*Técnicas e instrumentos*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
De acuerdo al protocolo de las empresas (basado en informaciones oficiales)	Para los análisis, los equipos e instrumentos, reactivos serán del laboratorio SGS del Perú S.A.C. (donde se mencionará lo necesario para la tesis)

Fuente: Elaboración propia

### **3.5. Técnicas para el procesamiento de la información**

En esta etapa se desarrolla las técnicas propuestas de evaluación de los lugares e estudio conforme a los resultados conseguidos del análisis de muestra para nuestra elaboración final de tesis. Igualmente, se desarrollaron las fases siguientes:

- Análisis y procesamiento de la información

Se utilizará registro de clasificación, digital y de ordenamiento, Procesamiento computarizado con Microsoft Excel 2017 y estadístico computarizado con programa SPSS 26. Mediante comparaciones t. Studens, entre las dos variables.

- Elaboración de la propuesta de recuperación de la zona de estudio

Es importante señalar, que las muestras tomadas para el análisis de la calidad de agua en el área de estudio, deben contar con los establecidos valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del agua, aprobado a través del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Categoría 4 “ Conservación del Ambiente Acuático”, Subcategoría E3 – Ecosistemas Costeros y Marinos.

## CAPITULO IV. RESULTADOS

En este segmento, se detalla mediante comparación de los resultados de la calidad del agua de mar en los Siete (7) estaciones de monitoreo de la bahía de Huacho, con la finalidad de conocer si cumple o no cumple los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), en seis estaciones de muestreo y el Límite Máximo Permisibles (LMP), en una estación, la zona de vertimiento por tubería, estos puntos afectado por vertimientos domésticos en los parámetros fisicoquímico y microbiológico para luego determinar los nivel de afectación por la contaminación al agua de mar de la bahía del distrito de Huacho.

### **4.1. Normas comparativas para la evaluación de la calidad de agua de mar**

Para evaluar y explicar su estado de situación de la calidad del agua en el mar, se empezó a realizar la toma de muestras para un análisis respectivo tanto fisicoquímico y microbiológico para evaluar los parámetros para después comparar con las normativas vigentes.

Los resultados del monitoreo de la calidad del agua se realizó en cumplimiento con lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, de fecha 16 de julio del 2017, el cual establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), el DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM: que Aprueba Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales; y la Resolución Ministerial N° 811-2015/MINSA, que admite la Directiva Sanitaria N° 038/MINSA-DIGESA.V.02, que menciona el "Procedimiento para la Evaluación de la Calidad Sanitaria de las Playas del Litoral Peruano".

En la Tabla 5 se enumera los parámetros a estudiar, de acuerdo a los estándares implantados en el decreto citado, que correspondiente a la Categoría 4 Conservación del Ambiente Marino, Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos.

Tabla 5

*Estándar de Calidad Ambiental de aguas ecosistemas marinos*

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas Costeros y marinos	
			Costa y Sierra	Selva	Estuarios	Marinos
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	5	10	10	15	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
<b>INORGÁNICOS</b>						
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Sectores de toma de muestras

Dentro de los criterios técnicos para el muestreo de agua de mar de la bahía de Huacho se delimitó en forma específica, como se indica en la tabla 6, donde en la primera columna se presenta las 7 estaciones de muestreo, en la segunda columna la descripción de los puntos muestreados, en la tercera columna las distancias del punto de descarga, en la cuarta columna la ubicación de monitoreo las Coordenadas UTM que se obtuvo con el GPS, en la quinta columna las mediciones, donde en la primera fila esta EF-01 es Límite máximo permisible LMP, por lo que es el vertimiento principal de la descarga de tubería, en los demás filas son los Estándar de Calidad Ambiental ECA, por las influencias a ciertas distancias como están denominadas.

Tabla 6

*Estaciones de muestreo en la Bahía de Huacho*

<b>Estación de muestreo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Distancia de la descarga (m)</b>	<b>Coordenadas UTM</b>	<b>Medición</b>
EF-01	Tubería de Descarga directa de Efluente Domestico.	0	N: 8 769 264 E: 0 213 985	LMP
AM-01A	Superficie - 50m. mar afuera de la descarga del Efluente	50	N: 8 769 316 E: 0 213 989	ECA
AM-01B	Fondo - 50m. mar afuera de la descarga del Efluente	50	N: 8 769 316 E: 0 213 989	ECA
AM-02A	Superficie - 250m. mar afuera de la descarga del Efluente	250	N: 8 769 514 E: 0 213 998	ECA
AM-02B	250m. mar afuera de la descarga del Efluente	250	N: 8 769 514 E: 0 213 998	ECA
AM-03A	Superficie - 500m. mar afuera de la descarga del Efluente	500	N: 8 769 763 E: 0 214 011	ECA
AM-03B	Fondo - 500m. mar afuera de la descarga del Efluente	500	N: 8 769 763 E: 0 214 011	ECA

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Análisis de parámetros fisicoquímico de acuerdo a la ECA.

#### 4.3.1. Temperatura

Tabla 7

*Resultados de Temperatura y el ECA*

N°	Estación de muestreo	Resultado de laboratorio	ECA	Unidades	Cumplimiento
1	AM-01A	18,3	Δ 2	°C	No aplica
2	AM-02A	17,1	Δ 2	°C	No aplica
3	AM-03A	17	Δ 2	°C	No aplica
4	AM-01B	17,5	Δ 2	°C	No aplica
5	AM-02B	16,5	Δ 2	°C	No aplica
6	AM-03B	16,4	Δ 2	°C	No aplica

Promedio de resultado = 17.13

En la tabla 7 se explica específicamente el parámetro de temperatura en grados Celsius (°C) medidos en la bahía de Huacho, donde en la primera columna se indica los números de estaciones de monitoreo que son 6, en la segunda columna las estaciones de monitoreo codificadas, en la tercera columna se indica los resultados del análisis de laboratorio SGS del Perú, en la cuarta columna los valores del ECA Categoría 4, Subcategoría 3: Marinos, el cual hace mención de que no debe de poseer una variación de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  en función al promedio mensual multianual de su evaluada área; si existiera una diferencia estaría fuera del Estándar por lo que habría un desequilibrio.

En la quinta columna se determina las unidades de medidas que son en grados Celsius, en última columna los resultados del cumplimiento o no, el cual para nuestro caso esta comparación No aplica, debido a que las mediciones realizadas no son históricas, solose realizó en un solo mes, cuya razón por la que solo se toma de referencia para poder correlacionar en la interpretación con los otros parámetros, mas no para verificar la hipótesis estadísticamente según la tabla del T-Student.

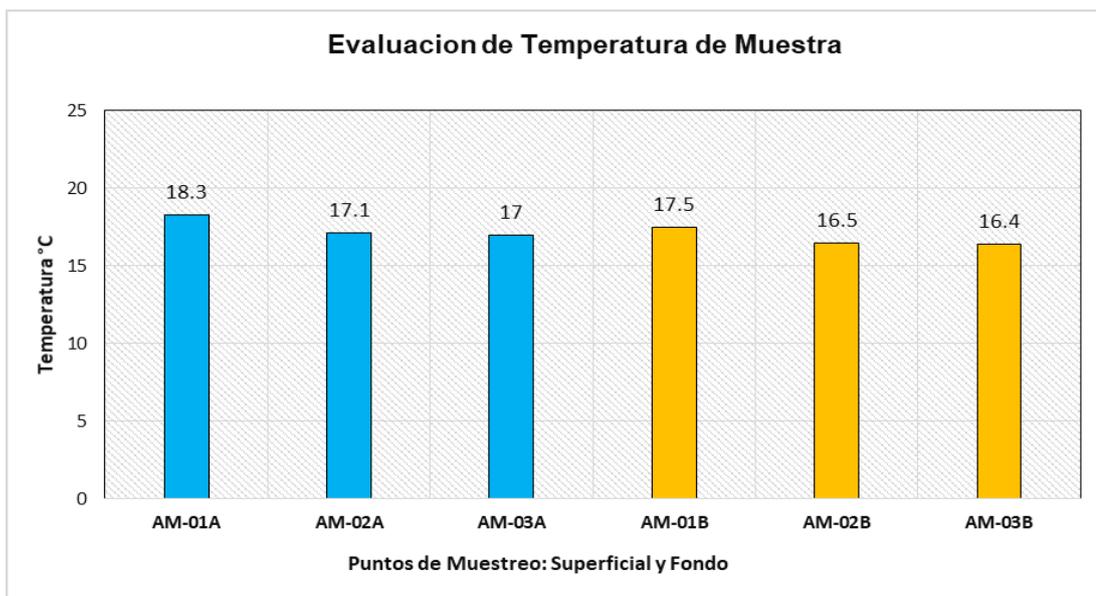


Figura 6. Concentración de la Temperatura en las estaciones de monitoreo.

En la figura 6 visualizamos las comparaciones en las 6 estaciones de monitoreo con respecto al parámetro de temperatura medidos en grados Celsius, teniendo los valores mínimos en los puntos a nivel de Fondo, y los valores máximos a Nivel Superficial, existiendo una buena relación, ya que el Nivel de fondo tiende a diferenciarse entre  $-1^{\circ}\text{C}$  a  $-2^{\circ}\text{C}$  en su estado natural, por lo que la luz del sol no puede llegar hasta ese nivel de profundidad. Si el caso fuera contrario y las mediciones de Temperatura a Nivel Superficial fueran menores que el de Nivel de Fondo, no tendría relación entendiéndose que hay una alteración por algún agente.

Para nuestro caso concluimos que, si bien es cierto de que existe un vertimiento directo, este efluente no está alterando en los valores del parámetro de Temperatura.

### 4.3.2. Potencial del hidrógeno (pH)

Tabla 8

*Resultados del potencial del hidrogeno y su ECA*

N°	Estación de muestreo	Resultados de laboratorio	ECA	Unidad	Cumplimiento
1	AM-01A	7,5	6,8 - 8,5	pH	Si cumple
3	AM-02A	7,71	6,8 - 8,5	pH	Si cumple
5	AM-03A	7,79	6,8 - 8,5	pH	Si cumple
2	AM-01B	7,51	6,8 - 8,5	pH	Si cumple
4	AM-02B	7,65	6,8 - 8,5	pH	Si cumple
6	AM-03B	7,67	6,8 - 8,5	pH	Si cumple

Promedio de resultado = 7,64

En la tabla 8 se explica específicamente el parámetro de potencial de hidrógeno (pH) medidos en la bahía de Huacho, donde en la primera columna se indica los números de estaciones de monitoreo que son 6, en la segunda columna las estaciones de monitoreo codificadas, en la tercera columna se indica los resultados del análisis de laboratorio SGS del Perú, en la cuarta columna los valores del ECA Categoría 4, Subcategoría 3: Marinos, el cual hace mención de que debe estar entre el rango de pH de 6,8 – 8,5, en la quinta columna se determina las unidades de medida que es pH, en la última columna se visualiza el cumplimiento o no cumplimiento comparados con los resultados del laboratorio y el ECA, esta tabla es importante para el análisis estadístico, entre el t. calculado (t) y la t. crítica (tc) que se determinó del T- student que se encuentra en el Anexo 1.

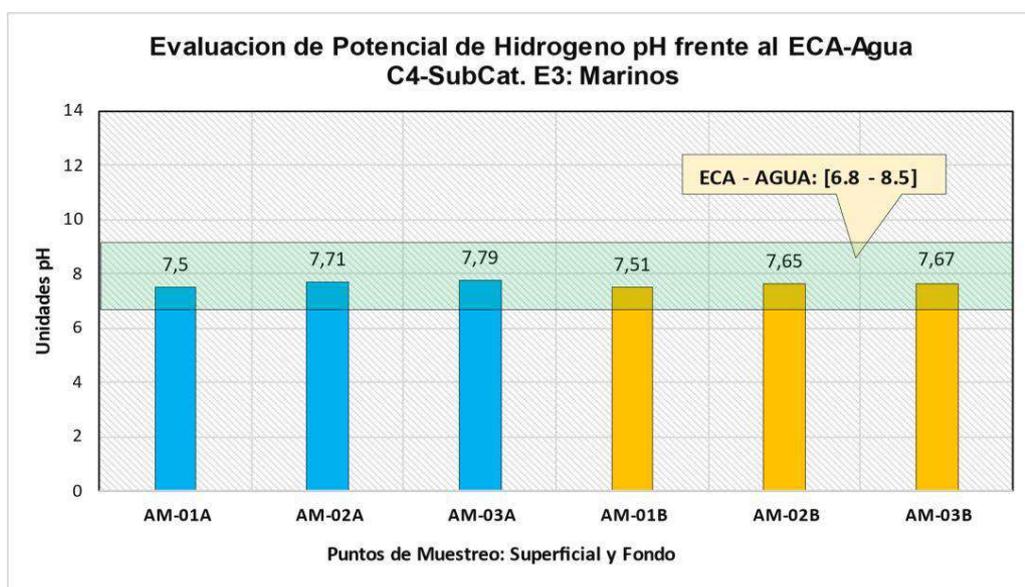


Figura 7. Concentraciones de pH de las estaciones de monitoreo frente al ECA.

En la figura 7 se visualiza la comparación en las 6 estaciones de monitoreo con respecto al parámetro de pH frente al ECA quien nos indica que tiene que estar en un rango entre 6,8 – 8,5 pH, lo cual está remarcado con un área horizontal sombreada de color rojo; para el análisis estadístico se utilizó ambos valores 6,8 y 8,5 pH, frente a concentraciones de las barras verticales de color celeste (Nivel Superficial) y la barra de color verde (Nivel fondo); encontrándose todas las concentraciones dentro del rango del Estándar, por lo que no existe un grado de contaminación presente en el cuerpo receptor, para este parámetro.

Tabla 9

*Prueba de t-student del parámetro del potencial del hidrogeno*

Valor de prueba 1 = 6,8 / Valor de prueba 2 = 8,5							
	t	N	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Resultados 1	18,026	6	5	0,000010	0,83833	0,7188	0,9579
Resultados 2	-18,528	6	5	0,000008	-0,86167	-0,9812	-0,7421

Muy Altamente significativo (0,000005) / Muy Altamente significativo (0,000004)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 se verifica la hipótesis unilateral, admitiendo un nivel de significancia del 5% y un grado de libertad (gl) de 5 (6-1) conseguimos, conforme la lectura en la tabla t-student, situado en el Anexo 1 para el Resultado 1 que el valor de la t-crítica ( $t_c$ ) es de -2,015 con un valor calculado de 18,026, por lo tanto para que mi hipótesis nula sea aceptada tiene que cumplir que ( $t > -t_c$ ), cumpliéndose con la regla de decisión, con una muy alta significancia del 0.0005% y para el Resultado 2 se tuvo un valor del Anexo 1 para la t-crítica de 2,015, con un valor calculado de -18,528, por lo tanto, para que mi hipótesis nula sea aceptada debe cumplir que ( $t < t_c$ ), cumpliendo con la hipótesis nula planteada, con una muy alta significancia del 0.0004% demostrando que las concentraciones de pH en los puntos muestreados se encuentran dentro del ECA, concluyendo que para este parámetro la calidad de agua de mar en los 6 puntos no está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho.

### 4.3.3. Oxígeno disuelto (OD)

Tabla 10

*Resultados de las concentraciones de Oxígeno disuelto y su ECA*

N°	Estación de muestreo	Resultado de Laboratorio	ECA	Unidad	Cumplimiento
1	AM-01A	6,5	$\geq 4$	mg/L	Si cumple
2	AM-02A	7,1	$\geq 4$	mg/L	Si cumple
3	AM-03A	8,1	$\geq 4$	mg/L	Si cumple
4	AM-01B	4,2	$\geq 4$	mg/L	Si cumple
5	AM-02B	7	$\geq 4$	mg/L	Si cumple
6	AM-03B	7,6	$\geq 4$	mg/L	Si cumple

Promedio de resultado = 6,75

En la tabla 10 se explica específicamente las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) medidos en la bahía de Huacho, donde en la primera columna se indica los números de estaciones de monitoreo que son 6, en la segunda columna las estaciones de monitoreo codificadas, en la tercera columna se indica los resultados del análisis de laboratorio SGS del Perú, en la cuarta columna los valores del ECA Categoría 4, Subcategoría 3: Marinos, el cual hace mención de que debe de ser mayor o igual a cuatro ( $\geq 4$ ), en la quinta columna se determina las unidades de medida que es mg/L, en la última columna se visualiza el cumplimiento o no cumplimiento comparados con los resultados del laboratorio y el ECA, esta tabla es importante para el análisis estadístico, entre el t. calculado (t) y la t. crítica (tc) que se determinó del T-student que se encuentra en el Anexo 1.

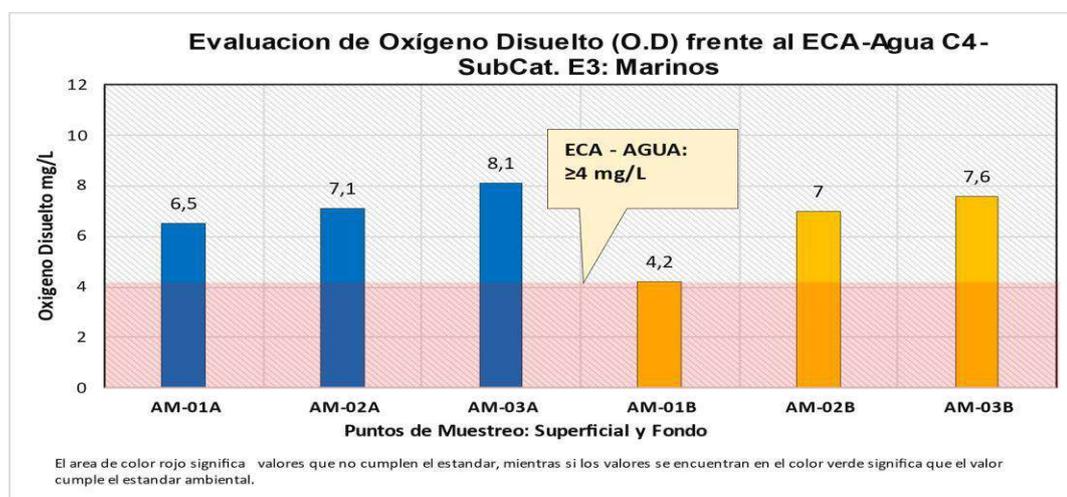


Figura 8. Concentraciones de Oxígeno Disuelto de las estaciones de monitoreo frente al ECA.

En la figura 8 se visualiza la comparación en las 6 estaciones de monitoreo con respecto al parámetro de oxígeno disuelto (OD) frente al ECA que es  $\geq 4$  mg/L, lo cual está resaltado con un área horizontal de color rojo; las concentraciones en los puntos muestreados tanto a nivel superficial y fondo si bien no sobrepasan el Estándar, en la Estación AM-01B (Fondo) que se encuentra a 50 m de la descarga si está siendo afectado, ya que se encuentra con un valor de 4.4 mg/L, estando al margen del estándar, indicando que existe un grado de contaminación presente en el cuerpo receptor, afectando el Oxígeno presente en el ecosistema marino, ya que a menor Oxígeno Disuelto es más dañino para las distintas especies, donde experimentan Hipoxia.

Tabla 11

*Prueba de t-student del parámetro de oxígeno disuelto*

Valor de prueba = 4						
	t	N	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior
Resultados	4,940	6	5	0,004320	2,7500	1,319 4,181

Altamente significativo (0,00216)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se verifica la hipótesis unilateral, admitiendo un nivel de significancia del 5% y un grado de libertad (gl) de 5 (6-1) conseguimos, conforme la lectura en la tabla t-student, situado en el Anexo 1 que el valor de la t-crítica ( $t_c$ ) es de -2,015 y el valor conseguido de acuerdo con nuestra prueba estadística calculado para la t-student (t) es de 4,940, por lo tanto, para que mi hipótesis nula sea aceptada debe cumplir que  $(t > -t_c)$ , y se cumple en nuestro caso, aceptando la hipótesis nula con una alta significancia del 0.216 %, mostrando que las concentraciones de Oxígeno Disuelto presente en los puntos muestreados se encuentran dentro del ECA, concluyendo de que para este parámetro la calidad de agua de mar en promedio de los 6 puntos no está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho, a excepción del punto AM-01B quien tiende a estar al margen del Estándar.

#### 4.3.4. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

Tabla 12

*Resultados de las concentraciones de Demanda Biológica Oxígeno y su ECA*

Nº	Estación de Muestreo	Resultado Laboratorio	ECA	Unidad	Cumplimiento
1	AM-01A	3,6	10	mg/L	Si cumple
2	AM-02A	2,7	10	mg/L	Si cumple
3	AM-03A	2,6	10	mg/L	Si cumple
4	AM-01B	5,1	10	mg/L	Si cumple
5	AM-02B	2,8	10	mg/L	Si cumple
6	AM-03B	2,6	10	mg/L	Si cumple

Promedio de resultado = 3,23

En la tabla 12 se explica las concentraciones de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) analizados en la bahía de Huacho, donde en la primera columna se indica los números de estaciones de monitoreo que son 6, en la segunda columna las estaciones de monitoreo codificadas, en la tercera columna se indica los resultados del análisis de laboratorio SGS del Perú, en la cuarta columna los valores del ECA Categoría 4, Subcategoría 3: Marinos, el cual hace mención de que debe de ser menor a 10 mg/L, en la quinta columna se determina las unidades de medida que es mg/L, en la última columna se visualiza el cumplimiento comparados con los resultados del laboratorio y el ECA, esta tabla es importante para el análisis estadístico, entre el t. calculado (t) y la t. crítica (tc) que se determinó del T- student que se encuentra en el Anexo 1.

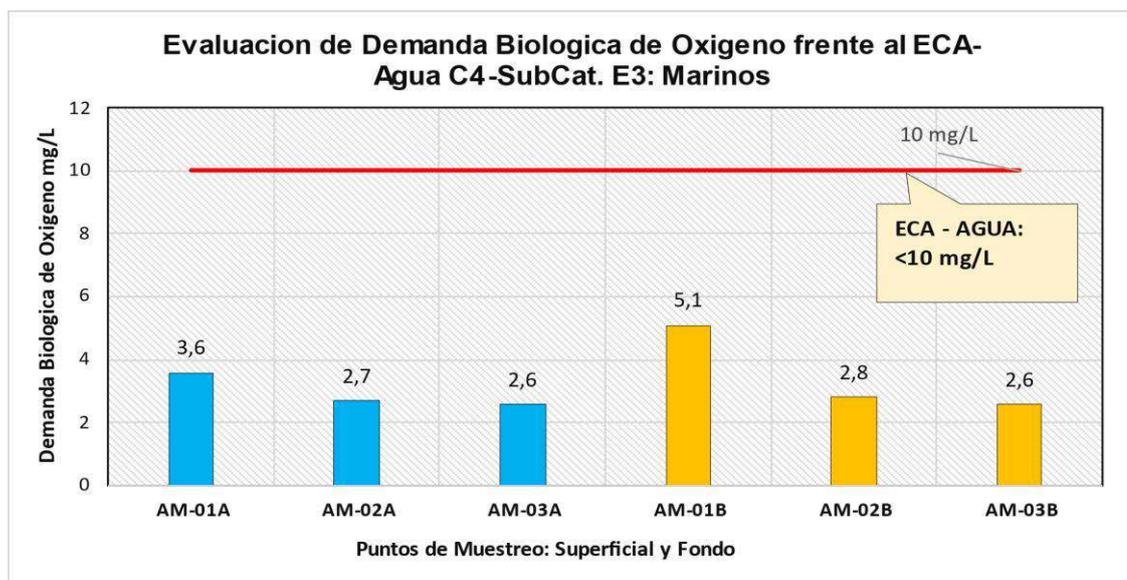


Figura 9. Concentraciones de DBO<sub>5</sub> de las estaciones de monitoreo frente al ECA.

En la figura 9 se visualiza la comparación en las 6 estaciones de monitoreo con respecto al parámetro del DBO<sub>5</sub> frente al ECA que tiene que estar menor a 10 mg/L, lo cual está subrayado con una línea horizontal de color rojo; las concentraciones en los puntos muestreados tanto a nivel superficial y fondo si bien no sobrepasan el Estándar, en la Estación AM-01B (Fondo) que se encuentra a 50 m de la descarga si está siendo afectado, ya que se encuentra con un valor de 5.1 mg/L, indicando que existe un grado de contaminación presente en el cuerpo receptor, afectando la Demanda Biológica del Oxígeno presente en el ecosistema marino, ya que mientras mayor sea el DBO<sub>5</sub> mayor será la ingesta de oxígeno imposibilitando su generación normal, asesinando por asfixia la vida acuática.

Tabla 13

*Prueba de t-student del parámetro de DBO<sub>5</sub>*

Valor de prueba = 10						
	t	N gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resultados	-16,755	6 5	0,000014	-6,7667	-7,805	-5,728

Muy Altamente significativo (0,000007)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se verifica la hipótesis unilateral, admitiendo un nivel de significancia del 5% y un grado de libertad (gl) de 5 (6-1) conseguimos, conforme la lectura en la tabla t-student, situada en el Anexo 1 que el valor de la t-crítica ( $t_c$ ) es de 2,015 y el valor conseguido de acuerdo con nuestra prueba estadística calculado para la t-student (t) es de -16,755, por lo tanto para que una hipótesis nula sea aceptada debe cumplir que ( $t < t_c$ ), y en nuestro caso se cumple, por lo que se acepta la hipótesis nula con una significancia alta del 0.0007 %, demostrando que las concentraciones del DBO<sub>5</sub> presente en los puntos muestreados se encuentran dentro del ECA, concluyendo de que para este parámetro la calidad de agua de mar en promedio de los 6 puntos no está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho, a excepción del punto AM-01B que tiene el valor máximo, el cual al paso del tiempo es perjudicial.

### 4.3.5. Aceites y Grasas

Tabla 14

*Resultados de las concentraciones de aceites y grasas y su ECA*

N°	Estación de Muestreo	Resultados de laboratorio	ECA	Unidad	Cumplimiento
1	AM-01A	9,2	5	mg/L	Si cumple
3	AM-02A	7,5	5	mg/L	Si cumple
5	AM-03A	3,6	5	mg/L	Si cumple
2	AM-01B	<0,4	5	mg/L	N.A
4	AM-02B	<0,4	5	mg/L	N.A
6	AM-03B	<0,4	5	mg/L	N.A

Promedio de resultado = 6,8

En la tabla 14 se explica las concentraciones de Aceites y Grasas analizados en la bahía de Huacho, donde en la primera columna se indica los números de estaciones de monitoreo que son 6, en la segunda columna las estaciones de monitoreo codificadas, en la tercera columna se indica los resultados del análisis de laboratorio SGS del Perú, en la cuarta columna los valores del ECA Categoría 4, Subcategoría 3: Marinos, el cual hace mención de que debe de ser menor a 5 mg/L, en la quinta columna se determina las unidades de medida que es mg/L, en la última columna se visualiza el cumplimiento o no cumplimiento comparados con los resultados del laboratorio y el ECA, esta tabla es importante para el análisis estadístico, entre el t. calculado (t) y la t. crítica (tc) que se determinó del T- student que se encuentra en el Anexo 1.

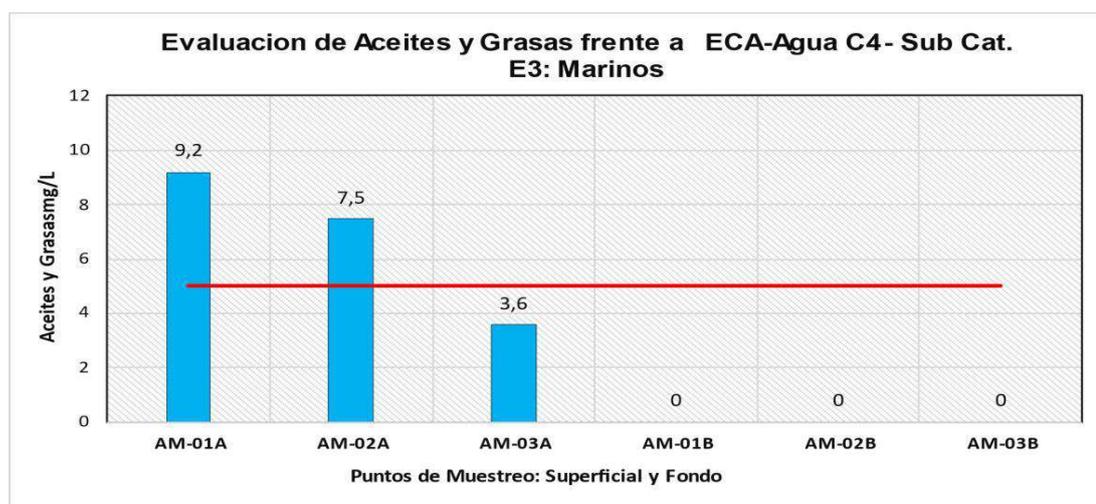


Figura 10. Concentraciones de Aceites y Grasas de las estaciones de monitoreo frente al ECA.

En la figura 10 se visualiza la comparación en las 6 estaciones de monitoreo con respecto al parámetro de aceites y grasas frente al ECA que tiene que estar menor a 5 mg/L, lo cual está subrayado con una línea horizontal de color rojo; se evidencia que las concentraciones en los puntos muestreados AM-01A y AM-02A sobrepasan el Estándar con un valor de 9,2 mg/L y 7,5 mg/L, concluyendo de que mientras más cerca se encuentren al punto de descarga, mayor concentración y afectación de aceites y grasas se visualizara en la superficie del mar, existiendo un grado de contaminación presente en el cuerpo receptor, afectando el ecosistema marino en el Nivel Superficial. No se considera, los niveles de Fondo, debido a que la densidad de los aceites y grasas es menor a la del agua, y por ende siempre sumergirá en la superficie más no en el nivel fondo.

Tabla 15

*Prueba de t-student del parámetro de Aceites y Grasas*

Valor de prueba = 5							
	t	N	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						Inferior	Superior
Resultados	1,066	3	2	0,398155	1,7667	-5,366	8,899

Altamente No significativo (0,199077)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se verifica la hipótesis, admitiendo un nivel de significancia del 5% y un grado de libertad (gl) de 2 (3-1) conseguimos, según la lectura en la tabla t-student, situada en el Anexo 1 que el valor de la t-crítica ( $t_c$ ) es de 2,92 y el valor obtenido según nuestra prueba estadística calculado para la t-student (t) es de 1,066, por lo tanto, para que una hipótesis nula sea aceptada debe cumplir que ( $t < t_c$ ), y en nuestro caso se cumple con una alta no significancia del 19,91 %, existiendo una probabilidad alta de que se cometa el error Tipo II, el cual rechaza la Hipótesis nula, aceptando la Hipótesis alterna, demostrando que las concentraciones del Aceites y Grasas presente en los puntos muestreados no se encuentran dentro del ECA, concluyendo que para este parámetro la calidad de agua de mar está siendo afectada de manera directa por los vertimientos domésticos, siendo perjudicial para el ecosistema marino y la salud de la población.

### 4.3.6. Sólidos Totales en Suspensión

Tabla 16

*Resultados del parámetro de sólidos totales en suspensión y su ECA*

N°	Estación de Muestreo	Resultados de laboratorio	ECA	Unidad	Cumplimiento
1	AM-01A	13	≤ 30	mg/L	Si cumple
3	AM-02A	6	≤ 30	mg/L	Si cumple
5	AM-03A	3	≤ 30	mg/L	Si cumple
2	AM-01B	9	≤ 30	mg/L	Si cumple
4	AM-02B	7	≤ 30	mg/L	Si cumple
6	AM-03B	3	≤ 30	mg/L	Si cumple

Promedio de resultado = 6,83

En la tabla 16 se explica las concentraciones de Sólidos Totales en Suspensión analizados en la bahía de Huacho, donde en la primera columna se indica los números de estaciones de monitoreo que son 6, en la segunda columna las estaciones de monitoreo codificadas, en la tercera columna se indica los resultados del análisis de laboratorio SGS del Perú, en la cuarta columna los valores del ECA Categoría 4, Subcategoría 3: Marinos, el cual hace mención de que debe de ser  $\leq 30$  mg/L, en la quinta columna se determina las unidades de medida que es mg/L, en la última columna se visualiza el cumplimiento o no cumplimiento comparados con los resultados del laboratorio y el ECA, esta tabla es importante para el análisis estadístico, entre el t. calculado (t) y la t. crítica (tc) que se determinó del T- student que se encuentra en el Anexo 1.

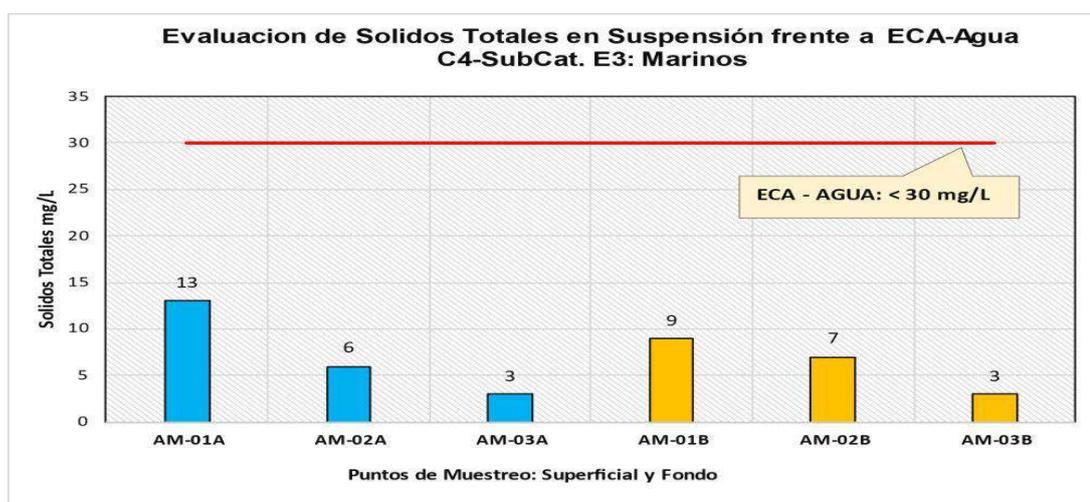


Figura 11. Concentraciones de Sólidos Totales en Suspensión de las estaciones de monitoreo frente al ECA.

En la figura 11 se visualiza la comparación en las 6 estaciones de monitoreo con respecto al parámetro de sólidos totales en suspensión frente al ECA que presenta ser menor o igual a 30 mg/L, lo cual está subrayado con una línea horizontal de color rojo; se evidencia que las concentraciones en los puntos muestreados se encuentran debajo del Estándar, concluyendo que no existe afectación de Sólidos Totales en Suspensión en el cuerpo receptor tanto en el nivel Superficial como en el nivel de fondo.

Tabla 17

*Prueba de t-student del parámetro de sólidos totales en suspensión*

Valor de prueba = 30						
	t	N	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior                  Superior
Resultados	-14,868	6	5	0,000025	-23,1667	-27,172                  -19,161

Muy Altamente significativo (0,000018)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 se verifica la hipótesis, admitiendo un nivel de significancia del 5% y un grado de libertad (gl) de 5 (6-1) conseguimos, conforme la lectura en la tabla t-student, situada en el Anexo 1 que el valor de la t-crítica ( $t_c$ ) es de 2,015 y el valor conseguido de acuerdo con nuestra prueba estadística calculado para la t-student (t) es de -14,868, por lo tanto, para que sea aceptada una hipótesis nula debe cumplir que ( $t < t_c$ ), y en nuestro caso se cumple, aceptando la hipótesis nula con una muy alta significancia del 0.0018 %, mostrando que las concentraciones de los Sólidos Totales en Suspensión presente en los puntos muestreados se encuentran dentro del ECA, concluyendo que la calidad de agua de mar en promedio de los 6 puntos para este parámetro no está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho.

### 4.3.7. Plomo

Tabla 18

*Resultados de las concentraciones de plomo y su ECA*

Nº	Estación de muestreo	Resultado de laboratorio	ECA	Unidad	Cumplimiento
1	AM-01A	0,0083	0,0081	mg/L	No cumple
3	AM-02A	0,0062	0,0081	mg/L	Si cumple
5	AM-03A	0,0054	0,0081	mg/L	Si cumple
2	AM-01B	0,0086	0,0081	mg/L	No cumple
4	AM-02B	0,0065	0,0081	mg/L	Si cumple
6	AM-03B	0,0056	0,0081	mg/L	Si cumple

Promedio de resultado = 0,006767

En la tabla 18 se explica específicamente las concentraciones del parámetro de Plomo analizados en la bahía de Huacho, donde en la primera columna se indica los números de estaciones de monitoreo que son 6, en la segunda columna las estaciones de monitoreo codificadas, en la tercera columna indica los resultados del análisis de laboratorio SGS del Perú, en la cuarta columna los valores del ECA Categoría 4, Subcategoría 3: Marinos, el cual hace mención de que debe de ser menor a 0,0081 mg/L, en la quinta columna se determina las unidades de medida que es mg/L, en la última columna se visualiza el cumplimiento o no, comparados con los resultados del laboratorio y el ECA, esta tabla es importante para el análisis estadístico, entre el t. calculado (t) y la t. crítica (tc) que se determinó del T- student que se encuentra en el Anexo 1.

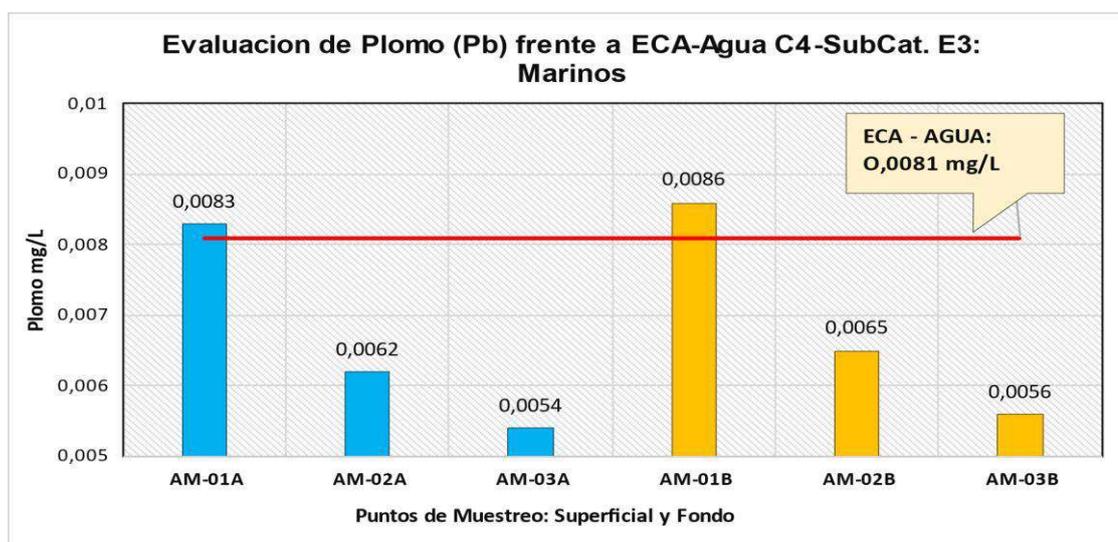


Figura 12. Concentraciones de Plomo de las estaciones de monitoreo frente al ECA.

En la figura 12 se explica la comparación en las 6 estaciones de monitoreo con respecto al parámetro del Plomo (Pb) frente al ECA que tiene que estar menor a 0,0081mg/L, lo cual está subrayado con una línea horizontal de color rojo, donde se observa que las concentraciones en los dos niveles del punto AM-01A (Superficie) y AM-01B (Fondo) sobrepasan el Estándar con un margen mínimo de exceso, y las otras dos estaciones de muestreo se encuentran dentro del ECA, concluyendo que mientras más cercana encuentre de la descarga la afectación será mayor, y por ende existirá un grado de contaminación al ecosistema marino y la salud de la población.

Tabla 19

*Prueba de t-student del parámetro de plomo*

Valor de prueba = 0,0081						
	t	N	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior
Resultados	-2,390	6	5	0,124704	-0,0013333	-,002767 ,000100

No significativo (0,062352)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 se comprueba la hipótesis, admitiendo un nivel de significancia del 5% y un grado de libertad (gl) de 5 (6-1) conseguimos, conforme la lectura en la tabla t-student, situada en el Anexo 1 que el valor de la t-crítica ( $t_c$ ) es de 2,015 y el valor conseguido de acuerdo con nuestra prueba estadística calculado para la t-student (t) es de -2,390, por lo tanto, para que sea aceptada una hipótesis nula debe cumplir que ( $t < t_c$ ), y en nuestro caso se cumple, aceptando la hipótesis nula, con una no significancia del 6,24 %, existiendo una probabilidad alta de un error Tipo II, el cual rechaza la Hipótesis nula, aceptando la Hipótesis alterna, demostrando que las concentraciones de Plomo en promedio no excede el ECA, pero que existe una afectación en las estaciones de muestreo AM-01A(Superficie) y AM-01B(Fondo), concluyendo que la calidad de agua de mar para este parámetro está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho en la zona más cercana a la descarga.

### 4.3.8. Coliformes Totales

Tabla 20

*Resultados de las concentraciones de Coliformes Totales*

N°	Estación de Muestreo	Resultados de laboratorio	ECA	Unidad	Cumplimiento
1	AM-01A	1900	2000	NMP/100 mL	Si cumple
3	AM-02A	549	2000	NMP/100 mL	Si cumple
5	AM-03A	298	2000	NMP/100 mL	Si cumple
2	AM-01B	16000	2000	NMP/100 mL	No cumple
4	AM-02B	979	2000	NMP/100 mL	Si cumple
6	AM-03B	330	2000	NMP/100 mL	Si cumple

Promedio de resultado = 3342,67

En la tabla 20 se explica específicamente las concentraciones de Coliformes Totales analizados en la bahía de Huacho, donde en la primera columna se indica los números de estaciones de monitoreo que son 6, en la segunda columna las estaciones de monitoreo codificadas, en la tercera columna se indica los resultados del análisis de laboratorio SGS del Perú, en la cuarta columna tomados como referencia los valores del ECA Categoría 4, Subcategoría 3: Marinos, el cual debe de ser menor 2000 NMP/100 mL, en la quinta columna se determina las unidades de medida que es NMP/100 mL, en la última columna se visualiza el cumplimiento comparados con los resultados del laboratorio y el ECA, esta tabla es importante para el análisis estadístico, entre el t. calculado (t) y la t. crítica (tc) que se determinó del T- student que se encuentra en el Anexo 1.

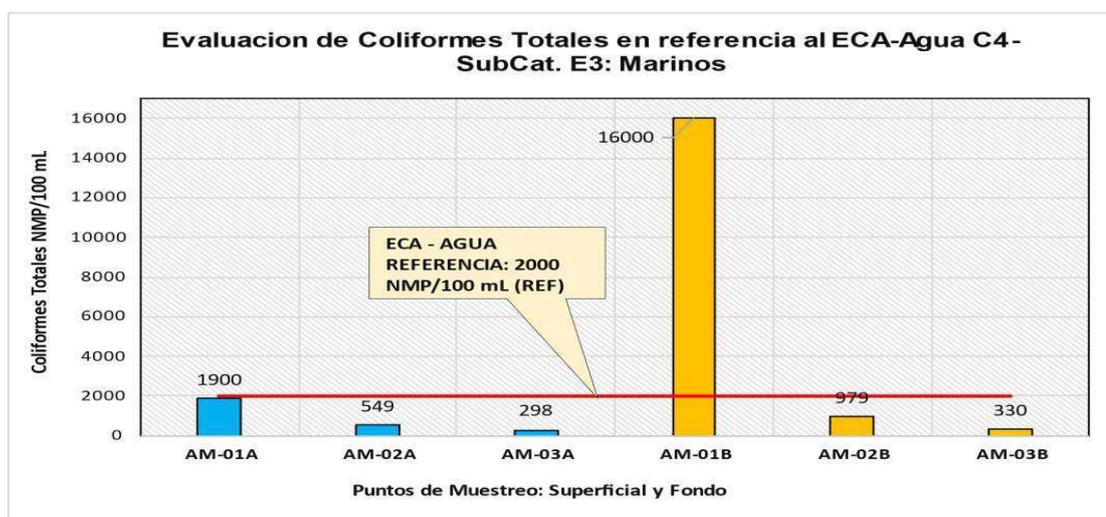


Figura 13. Concentraciones de Coliformes Totales de las estaciones de monitoreo frente al ECA (Referencia).

En la figura 13 se explica la comparación en las 6 estaciones de monitoreo con respecto al parámetro de Coliformes Totales frente al ECA para el parámetro de Coliformes Termotolerantes tomado como referencia que tiene que estar menor a 2000 NMP/100 mL, lo cual está subrayado con una línea horizontal de color rojo, observando que la concentración de la estación AM-01B (Fondo) supera el estándar en gran escala, con un valor de 16 000 NMP/100 mL y que en la Superficie AM-01A tiende a estar al margen del estándar, concluyendo de que mientras más cerca se encuentren al punto de descarga, mayor será la concentración y afectación por Coliformes totales, existiendo un alto grado de contaminación presente en el cuerpo receptor, afectando el ecosistema marino en mayor proporción a Nivel de Fondo.

Tabla 21

*Prueba de t-student del parámetro de Coliformes Totales*

Valor de prueba = 2000						
	t	N	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior
Resultados	0,528	6	5	0,620112	1342,6667	-5194,686 7880,019

Altamente no significativo (0,310056)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 se verifica la hipótesis, admitiendo un nivel de significancia del 5% y un grado de libertad (gl) de 5 (6-1) conseguimos, conforme la lectura en la tabla t-student, situado en el Anexo 1 que el valor de la t-crítica ( $t_c$ ) es de 2,015 y el valor conseguido de acuerdo con nuestra prueba estadística calculado para la t-student (t) es de 0,528, por lo tanto, para que sea aceptada una hipótesis nula debe cumplir que ( $t < t_c$ ), y en nuestro caso se cumple, con una alta no significancia del 31,01%, existiendo una probabilidad alta de error Tipo II, el cual rechaza la Hipótesis nula, aceptando la Hipótesis alterna, demostrando que las concentraciones de Coliformes Totales en promedio excede el ECA, donde prima la estación de muestreo AM-01B (fondo) quien excede en gran escala, concluyendo que la calidad de agua de mar si está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho en la zona más cercana a la descarga.

### 4.3.9. Coliformes Fecales o Termotolerantes

Tabla 22

*Resultados de las concentraciones de Coliformes Fecales o Termotolerantes y su ECA*

N°	Estación de Muestreo	Resultados de laboratorio	ECA	Unidad	Cumplimiento
1	AM-01A	1649	2000	NMP/100 mL	Si cumple
3	AM-02A	296	2000	NMP/100 mL	Si cumple
5	AM-03A	123	2000	NMP/100 mL	Si cumple
2	AM-01B	1170	2000	NMP/100 mL	Si cumple
4	AM-02B	378	2000	NMP/100 mL	Si cumple
6	AM-03B	249	2000	NMP/100 mL	Si cumple

Promedio de resultado = 644,167

En la tabla 22 se explica específicamente las concentraciones de Coliformes Fecales o Termotolerantes analizados en la bahía de Huacho, donde en la primera columna se indicalos números de estaciones de monitoreo que son 6, en la segunda columna las estaciones de monitoreo codificadas, en la tercera columna se indica los resultados del análisis de laboratorio SGS del Perú, en la cuarta columna los valores del ECA Categoría 4, Subcategoría 3: Marinos, el cual debe de ser menor 2000 NMP/100 mL, en la quinta columna se determina las unidades de medida que es NMP/100 mL, en la última columnase visualiza el cumplimiento o no comparados con los resultados del laboratorio y el ECA, esta tabla es importante para el análisis estadístico, entre el t. calculado (t) y la t. critica (tc) que se determinó del T- student que se encuentra en el Anexo 1.

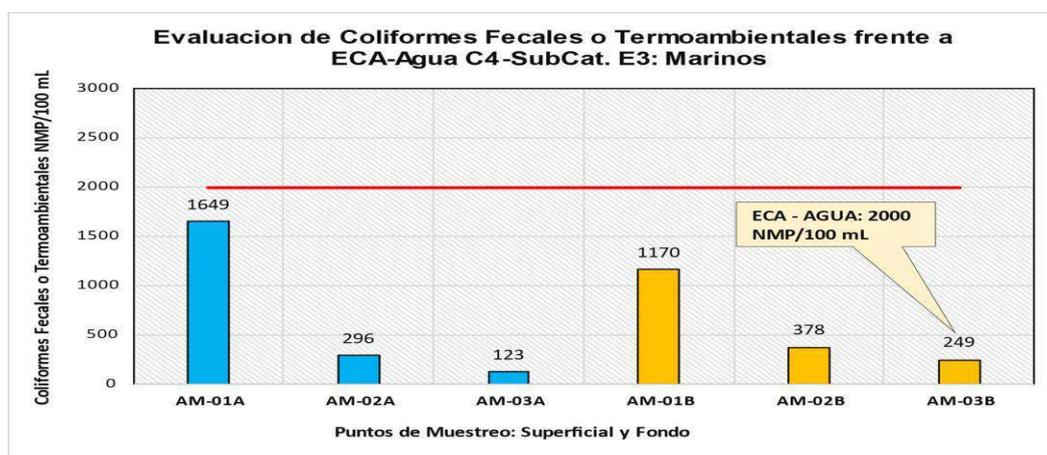


Figura 14. Concentraciones de Coliformes Fecales o termotolerantes de las estaciones de monitoreo frente al ECA

En la figura 14 se explica la comparación en las 6 estaciones de monitoreo con respecto al parámetro de Coliformes Totales frente al ECA para el parámetro de Coliformes Termotolerantes tomado como referencia que tiene que estar menor a 2000 NMP/100 mL, lo cual está subrayado con una línea horizontal de color rojo, observando que si bien es cierto que las concentraciones no están superando el Estándar, existen dos estaciones de muestreo AM-01A(Superficial) y AM-01B (Fondo) que se encuentran cerca al ECA, con un valor de 1 649 NMP/100 mL y 1 170 NMP/100 mL, concluyendo de que mientras más cerca se encuentren al punto de descarga, mayor será la concentración y afectación por Coliformes termo tolerantes, existiendo un grado de contaminación presente en el cuerpo receptor, afectando el ecosistema marino.

Tabla 23

*Prueba de t-student del parámetro de Coliformes fecales o termotolerantes*

Valor de prueba = 2000						
	t	N	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior
Resultados	-5,379	6	5	0,02993	-1355,8333	-2003,774 -707,893

Altamente Significativo (0,014965)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se verifica la hipótesis, admitiendo un nivel de significancia del 5% y un grado de libertad (gl) de 5 (6-1) conseguimos, conforme la lectura en la tabla t-student, situado en el Anexo 1 que el valor de la t-crítica ( $t_c$ ) es de 2,015 y el valor conseguido de acuerdo con nuestra prueba estadística calculado para la t-student (t) es de -5,379, por lo tanto, para que sea aceptada una hipótesis nula debe cumplir que ( $t < t_c$ ), y en nuestro caso se cumple, aceptando nuestra hipótesis nula, con una alta significancia del 1,49 %, mostrando que las concentraciones de Coliformes fecales o termotolerantes no excede el ECA, concluyendo que la calidad de agua de mar no está siendo afectada completamente por los vertimientos domésticos en labahía del distrito de Huacho en la zona más cercana a la descarga, dándole el tiempo al ecosistema marino a recuperarse.

Tabla 24

*Resultados de las concentraciones de Coliformes Fecales o Termotolerantes y el DS 038-2015 /MINSA*

Nº	Estación de Muestreo	Resultados de laboratorio	D.S. 038-2015/MINSA	Unidad	Cumplimiento
1	AM-01A	1649	200	NMP/100 mL	No cumple
3	AM-02A	296	200	NMP/100 mL	No cumple
5	AM-03A	123	200	NMP/100 mL	Si cumple
2	AM-01B	1170	200	NMP/100 mL	No cumple
4	AM-02B	378	200	NMP/100 mL	No cumple
6	AM-03B	249	200	NMP/100 mL	No cumple

Promedio de resultado = 644,167

En la tabla 24 se explica específicamente las concentraciones de Coliformes Fecales o Termotolerantes analizados en la bahía de Huacho, donde en la primera columna se indicalos números de estaciones de monitoreo que son 6, en la segunda columna las estaciones de monitoreo codificadas, en la tercera columna se indica los resultados del análisis de laboratorio SGS del Perú, en la cuarta columna los valores del Decreto Supremo 038- 2015/MINSA-DIGESA V.02, el cual debe de ser menor 200 NMP/100 mL, en la quinta columna se determina las unidades de medida que es NMP/100 mL, en la última columnase visualiza el cumplimiento o no comparados con los resultados del laboratorio y el D.S, 038-MINSA, esta tabla es importante para el análisis estadístico, entre el t. calculado (t) yla t. critica (tc) que se determinó del T-student que se encuentra en el Anexo 1.

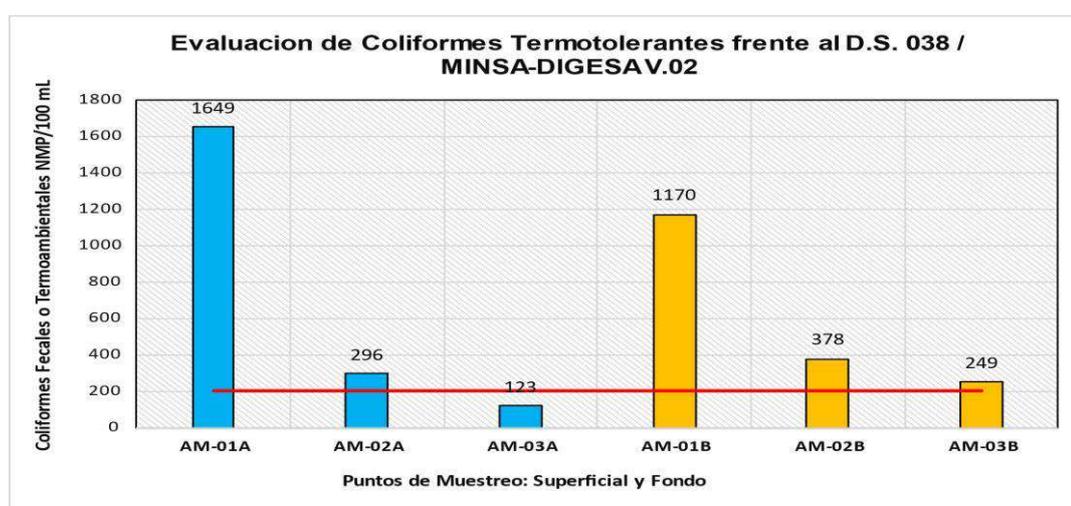


Figura 15. Concentraciones de Coliformes Fecales o termotolerantes de las estaciones de monitoreo frente al D.S. 038-2015/MINSA-DIGESA V.02

En la figura 15 se explica la comparación en las 6 estaciones de monitoreo con respecto al parámetro de Coliformes Totales frente al D.S. 038-2015/MINSA-DIGESA

V.02 para el parámetro de Coliformes Termotolerantes tomado como referencia que tiene que estar menor a 200 NMP/100 mL, lo cual está subrayado con una línea horizontal de color rojo, observando que 5 puntos de 6, las concentraciones están superando este Estándar, donde prima el punto AM-01A(superficial) y AM-01B (fondo), puntos ubicados a 50 m de la descarga, con un valor de 1649NMP/100mL y 1170NMP/100mL concluyendo que mientras más cerca se encuentren al punto de descarga, mayor será la concentración y afectación por Coliformes termotolerantes, existiendo un grado de contaminación muy alta para la salud de la población quienes se encuentren en contacto directo con el agua.

Tabla 25

*Prueba de t-student del parámetro de Coliformes fecales o termotolerantes*

Valor de prueba = 200						
	t	N	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior
Resultados	1,762	6	5	0,138340	444,1667	-203,774 1092,107

No significativo (0,069170)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 se verifica la hipótesis, admitiendo un nivel de significancia del 5% y un grado de libertad (gl) de 5 (6-1) obtenemos, conforme la lectura en la tabla t-student, situada en el Anexo 1 que el valor de la t-crítica ( $t_c$ ) es de 2,015 y el valor conseguido de acuerdo a nuestra prueba estadística calculado para la t-student (t) es de 1,762, por lo tanto, para que sea aceptada la hipótesis nula debe cumplir que ( $t < t_c$ ), y en nuestro caso se cumple, con una no significancia del 6,92 %, existiendo una probabilidad de error Tipo II, el cual rechaza la Hipótesis nula, aceptando la Hipótesis alterna, demostrando que las concentraciones de Coliformes fecales o termotolerantes en la calidad de agua de mar está siendo afectada en gran escala por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho, siendo la zona más cercana a la descarga

los más críticos; si bien estas concentraciones no superan el ECA Categoría 4- Sub. Cat. 3, exceden en el estándar que permite el MINSA para poder establecer si la calidad de agua de una playa es apta para los bañistas o no es apto, y para corroborar nuestra hipótesis, se demuestra en la figura 16 y 17, donde el MINSA determina esta zona de playa no apta para el contacto directo con las personas, por el bienestar e integridad de la salud de los habitantes del distrito de Huacho.



Figura 16. Playas del distrito de Huacho aptas para el contacto directo por el MINSA



Figura 17. Playas de la zona del Puerto de Huacho no apta para el contacto directo con las personas por el MINSA

#### 4.4. Vertimiento doméstico en la bahía de acuerdo al LMP.

En este segmento se evalúa la Estación de muestreo (EF-01) Tubería de Descarga directa de Efluente doméstico, principal vertimiento al cuerpo receptor del mar, en esta estación se midió el Límite Máximo Permissible LMP, por sus características se tomó en cuenta el **DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM: que Aprueba Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.**

##### 4.4.1. Parámetros fisicoquímicos

Tabla 26

*Parámetros fisicoquímicos de descarga tubería EF-01*

N°	Parámetro	Resultados de Laboratorio	LMP	Unidad	Cumplimiento
1	pH	7,36	6,5 – 8,5	unidad	Si cumple
2	Temperatura	23,3	<35	°C	Si cumple
3	Aceites y Grasas	94	20	mg/L	No cumple
4	DBO <sub>5</sub>	321,7	100	mg/L	No cumple
5	DQO	768,4	200	mg/L	No cumple
	Solidos Totales				
6	en Suspensión	114	150	ml/L	Si cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 se explica los parámetros medidos y analizados de la tubería del vertimiento directo sin un tratamiento hacia el mar, donde en la primera columna se indica los números de parámetros fisicoquímicos analizados que son 6, en la segunda columna los parámetros analizados, en la tercera columna se indica los resultados del análisis de laboratorio SGS del Perú S.A.C., en la cuarta columna los valores del Límite máximo permitido definidos en el D.S. N° 003-2010-MINAM, en la quinta columna se determina las unidades de medida, y en la última columna el cumplimiento o no cumplimiento de cada parámetro frente al LMP.

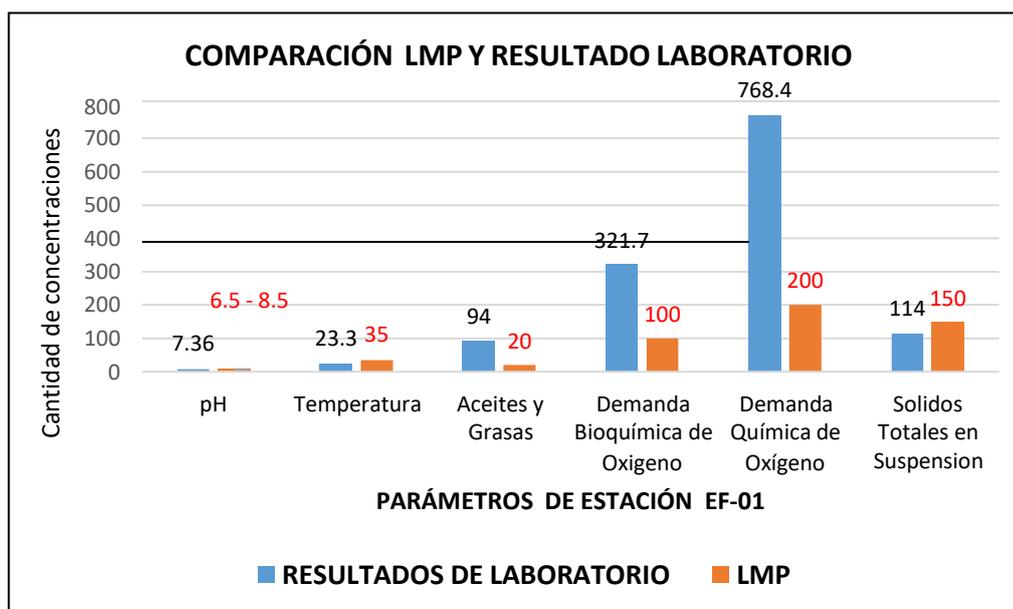


Figura 18. Comparaciones de resultados laboratorio y los LMP.

En la figura 18 se determina mediante comparaciones de los 6 parámetros fisicoquímico monitoreados en la estación de monitoreo EF-01, vertimiento directo de tubería, donde se evidencia las diferencias entre los resultados del análisis de laboratorio barras celeste, comparados con las barras marrón que indica los límites máximos permisible (LMP), observando que los parámetros de pH, Temperatura y Solidos Totales en suspensión se encuentran debajo del LMP, en cambio los parámetros de Aceites y Grasas, DBO<sub>5</sub> y DQO sobrepasan de manera significativa el LMP, afectando de manera directa la calidad del agua de mar en el cuerpo receptor en la Bahía de Huacho.

#### 4.4.2. Parámetros microbiológicos

Tabla 27

*Parámetros microbiológico de descarga tubería EF-01*

N°	Parámetro	Resultados de Laboratorio	LMP	Unidad	Cumplimiento
1	Coliformes Fecales Termotolerantes	790000	1000	NMP/100ml	No cumple
2	Coliformes Totales	2400000	2000	NMP/100ml	No cumple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 se realiza la comparación entre los resultados del análisis del laboratorio y el Límite máximo permisible LMP. Donde en la primera columna se indica los numero de parámetros siendo 2, en la segunda columna los parámetros a evaluar, en latercera columna los resultados del laboratorio SGS del Perú S.A.C., en la cuarta columna lo límites máximos permisibles y en la última columna el cumplimiento con los LMP. En estos parámetros la contaminación es muy significativo por la alta concentración de bacterias que vierte esta estación de manera directa al cuerpo receptor.

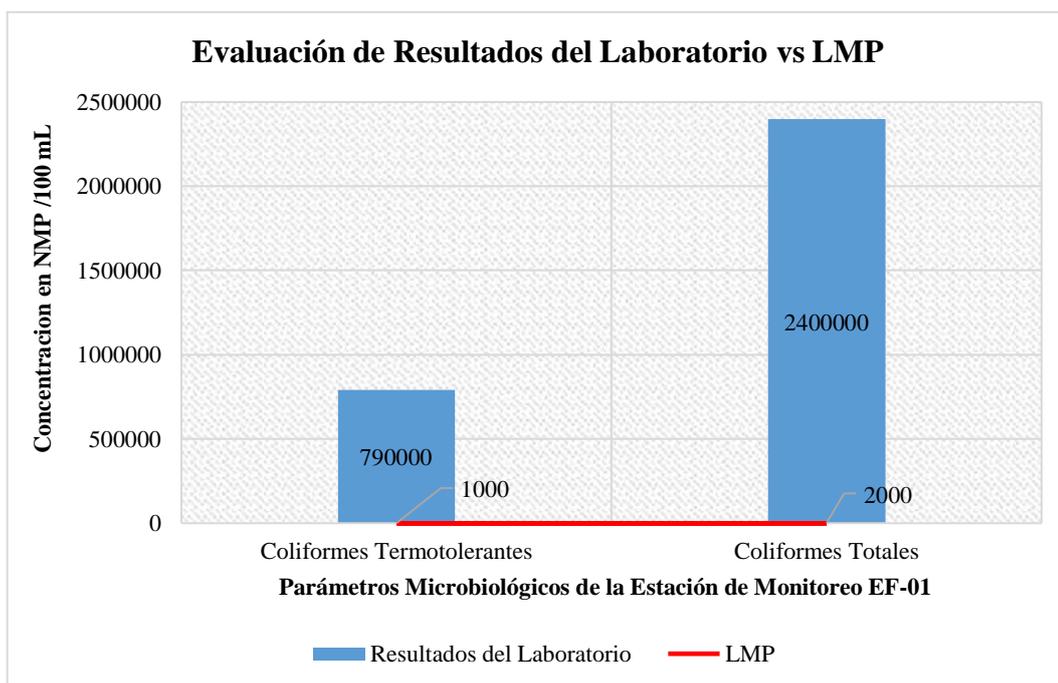


Figura 19. Comparaciones de resultados laboratorio y los LMP.

En la figura 19 se determina mediante comparaciones de los 2 parámetros microbiológicos monitoreados en la estación de monitoreo EF-01, proveniente de la descarga de tubería de manera directa sin ningún tratamiento, donde se evidencia las diferencias entre los resultados del análisis de laboratorio que se observan de barras celeste, comparados con el LMP para coliformes Totales 2000 NMP/100ml, y para Coliformes Termotolerantes 2000 NMP/100ml quienes se ve de barras marrón, el cual ambos parámetros superan en gran escala el límite máximo permitido por el MINAM, afectando de manera significativa el cuerpo receptor, generando un impacto muy grave dentro del ecosistema marino.

## CAPÍTULO V: DISCUSIONES

Para este capítulo, determinaremos las discusiones generales obtenidos, donde se tuvo como objetivo evaluar los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de mar de cada estación de muestreo tanto a nivel superficial como nivel fondo, los cuales son: Temperatura, pH, Oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub>, aceites y grasas, sólidos totales en suspensión, plomo y Coliformes totales y termotolerantes, que se comparan con el ECA, LMP y el D.S. 038 – 2015 MINSA.

Para el parámetro de Temperatura, nuestros resultados obtenidos fueron a nivel superficial quien varía entre 17.0 °C y 18.3 °C, con promedio de 17.5 °C; en el fondo un registro promedio de 16.8 °C, variando entre 16.4°C y 17.5°C, interpretando que en el nivel de fondo siempre se registrarán temperaturas menores que las de Nivel Superficial, motivo por el cual el al nivel de fondo no llega los rayos del sol; similar condición se presenta en el estudio hecho por la Autoridad Nacional del Agua (2018), en el mar frente a Hualmay y Huacho, desde la playa Chorrillos hasta la Playa La Choza, cuya temperatura superficial varía entre 15.3°C y 19.9°C con un promedio de 17.1°C, mientras que entre Puerto Huacho y la Playa El Colorado registra isotermas de 18° y 19 °C, las cuales fueron predominantes en toda el área de estudio.

Para el parámetro de pH, obtuvimos un rango como mínimo de 7.5 pH y máximo de 7.79, teniendo en promedio un valor de 7.64 de pH, tendiéndose a estar levemente alcalino encontrándose dentro del estándar del Ministerio del Ambiente (2017), siendo de mucha utilidad para el proceso biológico de las especies marinas y para muchos microorganismos, quienes podrían morir si hubiera un cambio brusco o se encontraran en un hábitat con un pH ácido o base; cabe decir entonces que nuestros resultados van de acuerdo con los estudios realizados por la Sánchez (2019), donde sus resultados varían entre 6.92 a 7.43 unidades de pH.

Con respecto al parámetro de oxígeno disuelto, se tuvo resultados como mínimo 4.2 mg/L y máximo 8.1 mg/L, con un promedio de 6.75 mg/L, indicando que está dentro del Estándar elaborado por el Ministerio del Ambiente (2017), garantizando la vida y existencia del ecosistema marino en la Bahía de Huacho; cabe mencionar que nuestros resultados tienen relación con el estudio de investigación de Lima (2020), donde antes del vertimiento se registra un valor de 8.1 mg/L y después del vertimiento éste valor va disminuyendo a 7.14

mg/L , determinando la concentración del parámetro de oxígeno disuelto, que es fundamental para el mantenimiento de los organismos vivos por ello debe mantener cercano al rango de  $\geq 4$  mg/L; para evaluar a los agentes contaminantes de sus efectos potenciales, debido a que cuando presenta menores niveles o carencia de oxígeno en el agua, puede ser un indicador de una elevada contaminación.

Con respecto a los resultados conseguidos en el trabajo de investigación para el parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno, se interpreta que muestra una concentración que varía entre 2.6 mg/L como mínimo, 5.1 mg/L como máximo, estableciendo que no si bien no superanel ECA, está siendo afectado por el Vertimiento ya que el valor máximo está causando un desequilibrio en el ecosistema marino; caso contrario sería si excede los valores que permite los estándares de calidad ambiental del agua, ya que determinaría que hay presencia de contaminación en el agua y que requiere un tratamiento para su conservación de calidad del agua, conforme al estudio realizado (Carrera, 2018), donde se determinó valores de 10.5 mg/L, 12.35 mg/L y 12 mg/L.

Para el parámetro de Aceites y grasas, nuestros resultados varían entre 3.6 mg/L a 9.2 mg/L, con un promedio de 6.8 mg/L el cual supera el Estándar implantado por el Ministerio del Ambiente (2017), alterando la calidad de agua quien es afectado por las aguas residuales vertidosde manera directa al cuerpo receptor; lo que indica una semejanza de los resultados de la tesis de investigación de Muñoz (2021), donde encontramos valores atípicos con muy altas mediciones en la Bahía de Huacho con valores atípicos (22.20 y 10.40 mg/L) concluyendo que las áreas del litoral en la costa cuentan con un nivel excesivo de aceites y grasa, debido a que presenta mayor influencia directa de descarga de vertimientos de harina de pescado por parte de las industrias pesqueras; por consiguiente , dicho parámetro cuenta con valores altos a la calidad ambiental del agua en función del Ministerio del Ambiente (2017), conforme a que a pesar de las plantas pesquerasse encuentran en veda, aún siguen produciendo, y a su vez descargan sus efluentes en la misma alcantarilla de la tubería.

En nuestro trabajo de investigación del parámetro de Solidos Totales en suspensión, varíaun rango de concentración entre 13 mg/L en estación AM-01A y 3 mg/L en la estación AM-03A, con un promedio de 6.83 mg/L estando por debajo del estándar lo cual es  $\leq 30$  mg/L dispuesto el Estándar de calidad Ambiental del agua por parte del Ministerio del Ambiente (2017); en diferencia con los valores de la tesis de Sánchez (2019), donde determina que los valores cuentan un rango entre 76.5 y 118.0 mg/L, estableciendo que se encuentran los valores

superiormente al valor permitido de acuerdo al decreto Supremo N°004-2017-MINAM, el cual menciona que para los sólidos suspendidos totales es menor a 30 mg/L, mayormente en la estación M – 04, el cual presenta un valor extenso a lo permitido, concluyendo que el parámetro de las concentraciones es muy importante para evaluar la calidad del agua, porque afecta en algunos factores como la velocidad de las reacciones químicas, bioquímicas y la concentración de sólidos, que aumentan la temperatura, interpretando que si hay un cambio brusco, en el medio donde está presente el agua, estará afectado, debido a la formación de compuestos nuevos que algún día podrían ser tóxicos ya sea para el los seres vivos o el medio ambiente.

Osorio (2021) en su trabajo de investigación se determinó resultados que no alcanzaron con los estándares de calidad del agua en la Bahía del Callao, en los sitios de muestreo de P2 y P3; para Cu, Co, Ni, Pb, P y Zn, se observa los parámetros de concentraciones más elevados de efectos no observables (NOEC) fue de 75,78% para P2, 75% para P4, 60,16% para P1 y 45,31% para P3, y los valores de concentraciones más bajo de efectos observables (LOEC) son: No referentes (P4), > 89,06% (P2), > 82,81% (P1) y >53,13% (P3), indicando que los puntos que están cerca de la actividad pesquera en el distrito de La Punta son bastante tóxicos; en comparación con nuestros resultados de nuestro trabajo de investigación de la bahía de Huacho en 4 estaciones de muestreo no pasaron el ECA, mientras que en 2 estaciones el AM-01A con 0.0083 mg/L, AM-01B con 0.0086 mg/L, puntos cercanos al vertimiento sobrepasan el mínimo frente al ECA el cual es 0.0081 mg/L. esto indicaría que la contaminación tiene una incidencia en la vida acuática en la bahía.

En cuanto al parámetro de Coliformes Termotolerantes se tuvo que si bien es cierto que las concentraciones no están superando el Estándar, existen dos estaciones de muestreo AM- 01A(Superficial) y AM-01B (Fondo) que se encuentran cerca al ECA que es de 2000 NMP/100mL, presentando un valor de 1 649 NMP/100 mL y 1 170 NMP/100 mL; cabe decir que nuestros resultados tienen coherencia ya que según el estudio de investigación Informe Técnico N° 067 Autoridad Nacional del Agua (2018) se tiene resultados similares dado que tres (03) estaciones estudiadas, existe excedencia del parámetro Coliformes Termotolerantes de 379 NMP/100ml, 741 NMP/100ml y 1490 NMP/100ml, de manera respectiva, cuya causa provendría de la actividad municipal, teniéndose en cuenta que por el Puerto Artesanal de Huacho se halla el vertimiento de agua residual municipal del distrito de Huacho y anexos, donde es administrado por E.P.S. Aguas de Lima Norte S.A; así como la evacuación del Dren Pampa de Ánimas, el cual en su trayectoria de este a oeste, desde el

distrito de Santa María hasta Huacho, recibe residuos sólidos domésticos y aguas residuales domésticas, que afectan a la infraestructura hidráulica.

El LMP es 2000 NMP/100 ml. De acuerdo a la norma establecida, en nuestro resultado de coliformes totales de laboratorio fue 24,00000 NMP/100 ml. que indica una alta concentración de microorganismo, del mismo modo se evidencia el parámetro de coliforme fecales termotolerante, de acuerdo al LMP es 1000 NMP/100, en nuestro resultado se obtuvo 79,0000 NMP/100 sobrepasándose a la norma establecido, esto indica una influencia de contaminantes al cuerpo receptor agua de mar en la bahía de Huacho; a diferencia de los valores obtenidos en el estudio de Aguilar y Solano (2018), donde los valores que se encuentran de los coliformes totales esta entre 17500 NMP/100 ml hasta 25000 NMP/100 mL, concluyendo que cuentan con mayor resistencia a la radiación del sol en condiciones de pH cercanas a su neutralidad, debido al incremento de termoestabilidad en sus proteínas en su punto isoeléctrico, que mayormente está en pH neutro, asimismo alterando el equilibrio del ecosistema marino.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusión**

Luego de analizar y evaluar los resultados, concluimos que los indicadores que sobrepasan el ECA son Aceites y Grasas con un valor de 7.5 mg/L y 9.2 mg/L, Pb con un valor de 0.0083 mg/L y 0.0086 mg/L, Coliformes Totales con un valor de 16000 NMP/100 ml; los indicadores que sobrepasan el LMP son Aceites y Grasas, DBO<sub>5</sub>, DQO, Coliformes Fecales y Coliformes Termotolerantes, quien este último indicador es el más significativo con valores críticos de 2400000 NMP/100 mL y 790000 NMP/100 mL; asimismo comparando los valores de Coliformes Termotolerantes de las estaciones de agua de mar con el D.S. 038-2015/MINSA se determinó que 05 estaciones están por encima de estándar de calidad de agua, el cual no es apta para bañistas ni actividades de contacto directo, aceptando nuestra hipótesis alterna donde nos indica que la calidad del agua de mar está siendo afectada de manera significativa por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho, siendo los parámetros microbiológicos los más críticos.

#### **6.1.1. Conclusiones específicas**

- Se logró analizar los parámetros de la calidad de agua en la bahía de Huacho, en los parámetros físicoquímico (Temperatura, Oxígeno disuelto, pH, DBO<sub>5</sub>, grasas y aceites, Solido totales en suspensión, Plomo); los parámetros microbiológicos (coliforme totales y coliformes totales tolerante).
- Para el parámetro de Temperatura se obtuvo valores mínimos en los puntos a nivel de Fondo, y los valores máximos a Nivel Superficial, existiendo una buena relación, ya que el Nivel de fondo tiende a diferenciarse entre -1°C a -2°C en su estado natural, por lo que la luz del sol no puede llegar hasta ese nivel de profundidad. Si el caso fuera contrario y las mediciones de Temperatura a Nivel Superficial fueran menores que el de Nivel de Fondo, no tendría relación entendiéndose que hay una alteración por algún agente, concluyendo de que si bien es cierto de que existe un vertimiento directo, este efluente no está alterando en los valores del parámetro de Temperatura.

- Para el caso del parámetro de pH obtuvimos un rango como mínimo de 7.5 pH y máximo de 7.79, teniendo en promedio un valor de 7.64 de pH, tendiéndose a estar levemente alcalino encontrándose dentro del estándar el cual es de 6.5 pH a 8.5 pH; de acuerdo a nuestra prueba estadística se acepta nuestra hipótesis nula, con una muy alta significancia del 0.0005% y 0.0004% demostrando que las concentraciones en los puntos de muestra del pH están presentes dentro del ECA, concluyendo que para este parámetro la calidad de agua de mar en los 6 puntos no está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho.
- Para el parámetro de Oxígeno Disuelto se obtuvo concentraciones como mínimo 4.2 mg/L y máximo 8.1 mg/L, con un promedio de 6.75 mg/L, encontrándose dentro del Estándar que tiene que estar mayor o igual a 4 mg/L, el cual de acuerdo a nuestra prueba estadística, se acepta nuestra hipótesis nula, con una alta significancia del 0.216 %, mostrando que las concentraciones de Oxígeno Disuelto presente en los puntos muestreados se encuentran dentro del ECA, concluyendo de que para este parámetro la calidad de agua de mar en promedio de los 6 puntos no está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho, a excepción del punto AM-01B (fondo) quien tiende a estar al margen del Estándar.
- Para el parámetro de DBO<sub>5</sub>, se tuvo resultados que varían entre 2.6 mg/L como mínimo y 5.1 mg/L como máximo, encontrándose dentro del Estándar, comprobando nuestra prueba estadística el cual acepta hipótesis nula, con una alta significancia del 0.0014 %, mostrando que las concentraciones del DBO<sub>5</sub> presente en los puntos muestreados se encuentran dentro del ECA, concluyendo de que para este parámetro la calidad de agua de mar en promedio de los 6 puntos no está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho, a excepción del punto AM-01B que tiene el valor máximo y el punto AM-01A que tienden a tener una concentración por encima de los demás, el cual al paso del tiempo es perjudicial.

- Para el parámetro de Aceites y Grasas se tuvo concentraciones en los puntos muestreados AM-01A y AM-02A que sobrepasan el Estándar de 5 mg/L con un valor de 9,2 mg/L y 7,5 mg/L; comprobando nuestra prueba estadística el cual acepta nuestra hipótesis nula, con una alta no significancia del 19,91 %, existiendo una probabilidad alta de un error Tipo II, el cual rechaza la Hipótesis nula, aceptando la Hipótesis alterna, demostrando que las concentraciones del Aceites y Grasas presente en los puntos muestreados no se encuentran dentro del ECA, concluyendo que para este parámetro la calidad de agua de mar está siendo afectada de manera directa por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho, siendo perjudicial para el ecosistema marino y la salud de la población.
- Para el parámetro de Sólidos Totales en Suspensión, se tuvo concentraciones de 3mg/L a 13mg/L siendo el último el valor máximo obtenido, los cuales se encuentran menor al ECA el cual es 30 mg/L; de acuerdo a nuestra prueba estadística se acepta nuestra hipótesis nula, con una muy alta significancia del 0.0018 %, demostrando que las concentraciones de los Sólidos Totales en Suspensión presente en los puntos muestreados se encuentran dentro del ECA, concluyendo que la calidad de agua de mar en promedio de los 6 puntos para este parámetro no está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho.
- Para el parámetro de Plomo se tuvo que las concentraciones en los dos niveles del punto AM-01A (Superficie) con un valor de 0.0083 mg/L y AM-01B (Fondo) con un valor de 0.0086 mg/L el cual sobrepasan el Estándar que es de 0.0081 mg/L con un margen mínimo de exceso, y las otras dos estaciones de muestreo se ubica dentro del ECA; comprobando nuestra prueba estadística el cual determina que acepta la hipótesis nula, con una no significancia del 6,24 %, existiendo una probabilidad alta de un error Tipo II, el cual rechaza la Hipótesis nula, aceptando la Hipótesis alterna, demostrando que las concentraciones de Plomo en promedio no excede el ECA, pero que existe una afectación en las estaciones de muestreo AM-01A(Superficie) y AM-01B(Fondo), concluyendo que la calidad de agua de mar para este parámetro está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho en la zona más cercana a la descarga.

- Para el parámetro de Coliformes Totales, se tuvo como resultado concentraciones más altas en el punto más cercano al vertimiento, primando la mayor concentración en el AM-01B (Nivel fondo) con un valor de 16 000 NMP/100 mL sobrepasando el ECA que se usa como referencia el cual es de 2000 NMP/100 mL (Coliformes Termotolerantes), y que en la Superficie AM-01A tiende a estar al margen del estándar; de acuerdo a nuestra prueba estadística se comprueba de que esta afirmación es correcta, ya que se acepta nuestra hipótesis nula con una alta no significancia del 31,01%, existiendo una probabilidad alta de error Tipo II, el cual rechaza la Hipótesis nula, aceptando la Hipótesis alterna, demostrando que las concentraciones de Coliformes Totales en promedio excede el ECA, donde prima la estación de muestreo AM-01B (fondo) quien excede en gran escala, concluyendo que la calidad de agua de mar si está siendo afectada por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho en la zona más cercana a la descarga, perjudicando el ecosistema marino y la salud de la población.
- Para el parámetro de Coliformes Termotolerantes se tuvo que si bien es cierto que las concentraciones no están superando el Estándar, existen dos estaciones de muestreo AM-01A(Superficial) y AM-01B (Fondo) que se encuentran cerca al ECA que es de 2000 NMP/100 mL, con un valor de 1 649 NMP/100 mL y 1 170 NMP/100 mL, el cual de acuerdo a nuestra prueba estadística se acepta nuestra hipótesis nula, con una alta significancia del 1,49 %, mostrando que las concentraciones de Coliformes fecales o termotolerantes no excede el ECA, concluyendo que la calidad de agua de mar no está siendo afectada completamente por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho en la zona más cercana a la descarga, dándole el tiempo al ecosistema marino a recuperarse.
- Si comparamos el parámetro de Coliformes Termotolerantes con el D.S. 038-2015/MINSA, veremos que el caso es distinto ya que todas las concentraciones a excepción de AM-03A, superan este Estándar con valores máximos de 1649NMP/100mL para el punto AM-01A (Superficial) y 1170NMP/100mL para el punto AM-01B (Fondo); comprobando estadísticamente que nuestra hipótesis nula es aceptada con una no significancia del 6,92 %, existiendo una

probabilidad de error Tipo II, el cual rechaza la Hipótesis nula, aceptando la Hipótesis alterna, demostrando que las concentraciones de Coliformes fecales o termotolerantes en la calidadde agua de mar está siendo afectada en gran escala por los vertimientos domésticos en la bahía del distrito de Huacho, siendo la zona más cercana a la descarga los más críticos; si bien estas concentraciones no superan el ECA Categoría 4- Sub. Cat. 3, exceden en el estándar que permite el MINSA para poder establecer si la calidad de agua de una playa es apta para los bañistas o no es apto, y para corroborar nuestra hipótesis, se demuestra en la figura 16 y 17, donde el MINSA determina esta zona de playa no apto para el contacto directo con las personas, por el bienestar e integridad de la salud de los habitantes del distritode Huacho.

- En cuanto al LMP, para los parámetros fisicoquímicos, analizados del punto de monitoreo EF-01, tomados de una tubería con descarga directa, se concluye que los parámetros de pH, Temperatura y Solidos Totales en suspensión se halla debajo del LMP, mientras que los parámetros de Aceites y Grasas, DBO<sub>5</sub> y DQO sobrepasan de manera significativa el LMP, afectando de manera directa la calidad del agua de mar en el cuerpo receptor en la Bahía de Huacho, y todo esto es debidoa que no existe un tratamiento antes de realizar la descarga.
- Con respecto al LMP para los parámetros microbiológicos analizados del punto de monitoreo EF-01, se concluye que son los indicadores más significativos para nuestro estudio el cual corroboran nuestra información con las pruebas estadísticasrealizadas en el cuerpo receptor de sus puntos monitoreados,, ya que comparados con el LMP superan en gran escala el límite máximo permitido por el MINAM elcual para coliformes Totales es de 2000 NMP/100ml, y para Coliformes Termotolerantes es de 1000 NMP/100ml, afectando de manera significativa el cuerpo receptor, generando un impacto muy grave dentro del ecosistema marino.

## 6.2. Recomendaciones

- Implementar un proyecto de planta de tratamiento de agua residual, o humedales artificiales mediante el uso de microorganismos o plantas que ayudaran a disminuir el porcentaje de concentración de contaminantes, con el apoyo de los gobiernos locales y regionales; con el fin de minimizar en gran escala este impacto generado por el vertimiento directo.
- Desarrollar un proyecto de plan de mitigación de contaminantes por vertimiento, como la instalación de un emisario submarino situado lo suficientemente alejado de la costa, según estudios de corrientes llevados a cabo para cada caso concreto, para no afectar significativamente a las zona de la bahía con el fin de suprimir los presentes contaminantes hasta conseguir los valores establecidos en la ECA y de los límites máximos permisibles del agua.
- Realizar monitoreos permanentes al agua en la bahía de Huacho con el fin de evaluar el nivel de contaminación de los efluentes de descarga al mar, que ocasiona contaminación en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.
- Implementar proyectos con el fin de fortalecer el sistema de monitoreo de perfectas prácticas ambientales en las riveras de la bahía del distrito de Huacho.
- Desarrollar capacitaciones y sensibilizaciones a los habitantes en cooperación con la Municipalidad Provincial de Huacho y gobierno Regional sobre el uso adecuado de los espacios de la bahía de Huacho y la importancia de la biodiversidad marina, para así poder conservar y realizar un manejo sustentable de los recursos.
- Desarrollar de manera efectiva una comunicación entre entidades públicas del ámbito nacional para poder vigilar, supervisar, fiscalizar y sancionar si es necesario de manera frecuente, cualquier descarga de manera directa sin ningún tratamiento al cuerpo receptor, perjudicando el ecosistema marino y la salud de población de la Bahía.
- Objetar los hábitos desarrollados en otras bahías del Perú, cuyo fin es almacenar, recolectar y manejo de esorrentías fuera del mar, para no realizar una descarga directa de un efluente domestico al cuerpo receptor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, S. y Solano, G. (2018). *Evaluación del impacto por vertimientos de aguas residuales domésticas, mediante la aplicación del índice de contaminación (ICOMO) en caño grande, localizado en Villavicencio-Meta* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14218/2018aguilarsantiago.pdf>
- Angelier, E. (2002). *Ecología de las aguas corrientes*. Acribia, España.
- Arias, J. (2020). *Influencia del vertimiento de los efluentes de la Industria pesquera en el agua de mar de la bahía de Coishco, Ancash, en los años 2015 y 2016* (tesis de maestría). Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3604?show=full>
- Autoridad Nacional del Agua (2018). *Informe técnico de los resultados del monitoreo de localidad de agua de mar del litoral marino costero del ámbito de la administración local de agua Huaura*. Recuperado de <http://siar.regionlima.gob.pe/documentos/informe-tecnico-monitoreo-calidad-agua-mar-litoral-marino-costero-1>
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua aplicada a los cuerpos de agua continentales superficiales*. Recuperado de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2440>
- Benvenuto, V. (2017). *Determinación de Escherichia coli enteropatógena (ECEP) en agua de mar del Circuito de Playas de la Costa Verde* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/1016>
- Carrasco, S. (2017). *Metodología de la Investigación Científica - Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación* (2 ed.). Lima, Perú: San Marcos E.I.R.L.
- Carrera, W. (2018). *Evaluación del vertimiento de líquido residual y concentración biológica por la Empresa de Trabajos Marítimos S.A. en el ecosistema acuático en la bahía del mar Cata Cata, Ilo - Moquegua, año 2015* (tesis de maestría). Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1609>
- Crites, R. y Tchobanoglous, G. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Bogotá, Colombia: Editorial Mc Graw – Hill Interamericana.

- Cuesta, D., Velazco, C. y Castro, J. (2018). Evaluación ambiental asociada a los vertimientos de aguas residuales generada por una empresa de curtiembres en la cuenca del río Aburrá. *UIS Ingenierías*, volumen 17, núm. 2, DOI: <https://doi.org/10.18273/revuin.v17n2-2018013>.
- DICAPI (2014). *Reglamento del Decreto Legislativo N°1147*. Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per158658.pdf>
- FIODM (2012). *Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco*. Recuperado de <https://siar.minam.gob.pe/puno/documentos/estudio-calidad-fuentes-utilizadas-consumo-humano-plan-mitigacion>
- García, M. y Molano, M. (2015). *Informe de calidad y niveles de la red de piezómetros* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://docplayer.es/17838959-Informe-de-calidad-y-niveles-de-la-red-de-piezometros-municipio-de-santiago-de-cali.html>
- Gómez J. y Salcedo, C. (2016). *Evaluación de la calidad del agua en las Playas Turísticas de Puerto Colombia, Atlántico y su relación con las fuentes de contaminación* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/279/1.140.873.174%20-%201.140.873.173.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Huaynate, C. (2018). *Identificación de los vertimientos y sus impactos ambientales de las aguas residuales domésticas generados por la población de Rancas – distrito de Simón Bolívar -provincia de Pasco* (tesis de pregrado). Recuperado de [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/777/1/T026\\_N%C2%B072044831\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/777/1/T026_N%C2%B072044831_T.pdf)
- Lima, L. (2020). *Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018* (tesis de pregrado). Recuperado de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8449/4/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Lima\\_Huacho\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8449/4/IV_FIN_107_TE_Lima_Huacho_2020.pdf)
- Marín, R. (2010). *Características físicas, químicas y biológicas de las aguas*. Recuperado de <https://static.eoi.es/savia/documents/componente48099.pdf>

- Mejía, M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras* (tesis de maestría). Recuperado de [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4434/Analisis\\_de\\_la\\_calidad\\_d\\_el\\_agua\\_para\\_consumo\\_humano.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4434/Analisis_de_la_calidad_d_el_agua_para_consumo_humano.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- MINAM (2010). *Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM - Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales*. Recuperado de [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds\\_003-2010-minam.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf)
- MINAM (2012). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana*. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>
- MINAM (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- MINSA (2015). *D.S. N° 0 38 /MINSA-DIGESA-V.02 - Directiva Sanitaria que establece el Procedimiento para la Evaluación de la Calidad Sanitaria de las Playas del Litoral Peruano*. Ministerio de Salud. Recuperado de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/Directiva\\_Sanitaria\\_playas.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/Directiva_Sanitaria_playas.pdf)
- Muñoz, V. (2021). *Análisis comparativo de parámetros de aceite y grasas de la bahía de Vegueta con Huacho* (tesis de pregrado). Recuperado de <https://repositorio.unjpsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5051>
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2015). *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental*. Recuperado de <http://siar.minam.gob.pe/lambayeque/documentos/instrumentos-basicos-fiscalizacion-ambiental>
- Osorio, M. (2021). *Bioensayos agudos con Brachionus Plicátiles (Rotifera) para evaluar la calidad del agua de mar por presencia de metales pesados en el área costera de la bahía del Callao* (tesis de maestría). Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4851>

- Ramos, A. (2016). *Evaluación microbiológica y físico-química de la calidad del agua para consumo humano de la junta administradora de agua potable Galten – uilbutubicada en el cantón Chambo* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/8812/1/56T00755.pdf>
- Rojas, R. (2002). *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Lima, Perú: OMS.
- Romero, J. (2000). *Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño*. Escuela Colombia de Ingeniería.
- Sánchez, L. (2019). *Evaluación de la calidad del agua de mar en la playa Cantolao – sector Espigón del Abtao en la bahía del Callao* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3989>
- Santacruz, D. (2019). *Evaluación de la calidad del agua por vertimientos de aguas residuales en la zona media y baja de la quebrada Miraflores de Pasto – Nariño* (tesis de maestría). Recuperado de <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/3650>
- Villacres, K. y Villamar, J. (2017). *Evaluación ambiental a partir de parámetros físico-químicos y microbiológicos de la calidad de agua de mar en playas de Chipipe, Canton Salinas provincia de Santa Elena* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20154?mode=full>
- Weiner, E. (2000). *Application of environmental chemistry*. Recuperado de <https://silo.pub/applications-of-environmental-chemistry-a-practical-guide-for-environmental-professionals.html>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. Tablas de significancias

Tabla 28:

*Tabla T-student*

Nivel de significancia/ Grado de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467

Fuente: Gosset, W. 1908

## ANEXO 2. Informe de análisis de agua de laboratorio SGS



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



### INFORME DE ENSAYO MA2136578 Rev. 0

#### DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO

Asoc. De vivienda agua dulce Mz H3 LT 6

ENV / LB-350260-007

PROCEDENCIA : FISCAL

Fecha de Recepción SGS : 09-11-2021

Fecha de Ejecución : Del 09-11-2021 al 19-11-2021

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : TESISTAS: DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO / ALISSON PIERINA SANCHEZ DURAND

Estación de Muestreo
AM-01A: Superficie - A 50m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho.
AM-01B: Fondo - A 50m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho. A una profundidad aprox 10 m
AM-02A: Superficie - A 250m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho
AM-02B: Fondo - A 250m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho. A una profundidad aproximada de 20 m.
AM-03A: Superficie - A 500m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho
AM-03B: Fondo - A 500m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho. A una profundidad de 35 m

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 19/11/2021

Frank M. Julcamoro Quispe  
C.Q.P. 1033  
Coordinador de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España  
C.B.P 8508  
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 6



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2136578 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AM-01A: Superficie - A 50m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho.	AM-01B: Fondo - A 50m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho. A una profundidad aprox 10 m
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORÍA SUB CATEGORÍA					8769316N / 0213989E 09/11/2021 13:50:00 AGUA SALINA AGUA DE MAR	8769316N / 0213989E 09/11/2021 14:00:00 AGUA SALINA AGUA DE MAR
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Dureza Total	EW_APHA2340C	mgCaCO3/L	0.5	1.1	6.315.6 ± 315.8	6.143.3 ± 307.2
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	13 ± 3	9 ± 2
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	—	—	7.50 *	7.51 *
Oxígeno disuelto	EW_APHA4500OC	mg DO/L	0.3	1.0	6.5 * ± 0.4	4.2 * ± 0.4
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	3.6	5.1
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	9.2	<0.4
Alcalinidad Total	EWS_APHA2320B	mgCaCO3/L	0.5	1.0	123.4 ± 15.0	126.2 ± 16.4
<b>Aniones</b>						
Cloruro	EW_APHA4500CL B	mg/L	1	3	17.481 ± 4634	20.411 ± 6242
<b>Análisis Microbiológicos</b>						
Numeración de Coliformes Totales	EW_APHA9221B	NMP/100 mL	—	—	1900	16000
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	—	—	1649	1170
<b>Metas pesadas</b>						
Aluminio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.04	0.14	<0.14	0.20 ± 0.06
Antimonio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Arsénico Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.003	0.010	<0.010	<0.010
Bario Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.003	0.009	<0.009	<0.009
Berilio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0024	<0.0024	<0.0024
Bismuto Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0022	<0.0022	<0.0022
Boro Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.04	0.14	4.30 ± 0.86	4.54 ± 0.91
Cadmio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0008	0.0024	<0.0024	<0.0024
Calcio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.26	0.84	327.52 ± 15.90	347.80 ± 17.57
Cerio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0005	<0.0005
Cesio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0005	0.0006 ± 0.0001	0.0006 ± 0.0001
Cobalto Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Cobre Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Cromo Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Estroncio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0015	0.0050	<0.0050	<0.0050
Estroncio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0011	0.0035	7.7546 ± 1.6285	8.2520 ± 1.7329
Hierro Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.027	0.086	0.087 ± 0.018	0.251 ± 0.053
Litio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.004	0.013	0.185 ± 0.039	0.188 ± 0.039
Magnesio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.03	0.11	1.287.62 ± 103.01	1.355.00 ± 108.40
Manganeso Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.004	0.011	0.036 ± 0.004	<0.011
Molibdeno Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0025	0.0081	0.0103 ± 0.0024	0.0193 ± 0.0044
Niquel Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0006	0.0018	<0.0018	<0.0018
Plata Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0023	<0.0023	<0.0023
Plomo Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0015	0.0052	0.0083	0.0086
Potasio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.08	0.26	427.56 ± 34.20	443.18 ± 35.45
Selenio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.003	0.009	0.013 ± 0.003	0.016 ± 0.003
Sodio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0028	0.0090	11.114.2083 ± 1222.5629	11.679.1646 ± 1284.7081
Talio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0015	0.0048	<0.0048	<0.0048
Thorio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.002	0.007	<0.007	<0.007
Titanio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	0.009 ± 0.002	0.018 ± 0.004
Uranio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0008	0.0029 ± 0.0006	0.0029 ± 0.0006
Vanadio Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Zinc Total	EWS_EPA200.8	mg/L	0.007	0.023	<0.023	<0.023

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AM-02A: Superficie - A 250m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho	AM-02B: Fondo - A 250m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho. A una profundidad aproximada de 20 m
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORÍA SUB CATEGORÍA					8769514N / 0213998E 09/11/2021 15:00:00 AGUA SALINA AGUA DE MAR	8769514N / 0213998E 09/11/2021 15:20:00 AGUA SALINA AGUA DE MAR
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Dureza Total	EW_APHA2340C	mgCaCO3/L	0.5	1.1	5.992.3 ± 299.6	6.009.0 ± 300.5
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	6 ± 1	7 ± 2
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	—	—	7.71 *	7.65 *
Oxígeno disuelto	EW_APHA4500OC	mg DO/L	0.3	1.0	7.1 * ± 0.4	7.0 * ± 0.4
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	2.7	2.8
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	7.5	<0.4
Alcalinidad Total	EWS_APHA2320B	mgCaCO3/L	0.5	1.0	122.5 ± 15.9	122.3 ± 15.9



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2136578 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AM-02A: Superfide - A 250m En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho 8769514N / 0213998E 09/11/2021 15:00:00 AGUA SALINA AGUA DE MAR	AM-02B: Fondo - A 250m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho. A una profundidad aproximada de 20 m. 8769514N / 0213998E 09/11/2021 15:20:00 AGUA SALINA AGUA DE MAR
FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CATEGORIA	SUB CATEGORIA			
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Cloruro	EW_APHA4500CL_B	mg/L	1	3	20,248 ± 6159	20,516 ± 6347
<b>Análisis Microbiológicos</b>						
Numeración de Coliformes Totales	EW_APHA9221B	NMP/100 mL	—	—	549	979
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	—	—	296	378
<b>Metales Totales</b>						
Aluminio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.04	0.14	<0.14	<0.14
Antimonio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Arsénico Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.003	0.010	<0.010	<0.010
Bario Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	<0.009	<0.009
Berilio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0024	<0.0024	<0.0024
Bismuto Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0022	<0.0022	<0.0022
Boro Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.04	0.14	4.73 ± 0.95	4.47 ± 0.89
Cadmio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0024	<0.0024	<0.0024
Calcio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.26	0.84	356.76 ± 18.34	336.65 ± 16.64
Carbono Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0005	<0.0005
Cesio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0005	0.0005 ± 0.0001	<0.0005
Cobalto Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Cobre Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Cromo Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Estañio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0016	0.0050	<0.0050	<0.0050
Estroncio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0011	0.0035	8.3436 ± 1.7521	7.9552 ± 1.6706
Hierro Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.027	0.086	<0.086	<0.086
Litio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.004	0.013	0.197 ± 0.041	0.190 ± 0.040
Magnesio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.03	0.11	1,423.72 ± 113.90	1,395.93 ± 111.67
Manganeso Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.004	0.011	<0.011	<0.011
Molibdeno Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0025	0.0081	0.0145 ± 0.0033	0.0139 ± 0.0032
Niquel Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0006	0.0018	<0.0018	<0.0018
Plata Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0007	0.0023	<0.0023	<0.0023
Plomo Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0016	0.0052	0.0062	0.0065
Potasio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.08	0.26	466.91 ± 37.36	459.26 ± 36.74
Selenio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	0.017 ± 0.004	0.017 ± 0.004
Sodio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0026	0.0090	12,195.7962 ± 1,341.5376	11,789.2000 ± 1,236.8120
Talio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0015	0.0048	<0.0048	<0.0048
Tiromo Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.002	0.007	<0.007	<0.007
Titanio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.019 ± 0.004	0.027 ± 0.006
Uranio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	0.0028 ± 0.0006	0.0027 ± 0.0006
Vanadio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Zinc Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.007	0.023	<0.023	0.039 ± 0.004

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AM-03A: Superfide - A 500m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho 8769763N / 0214011E 09/11/2021 16:00:00 AGUA SALINA AGUA DE MAR	AM-03B: Fondo - A 500m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho. A una profundidad de 35 m. 8769763N / 0214011E 09/11/2021 16:20:00 AGUA SALINA AGUA DE MAR
FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	CATEGORIA	SUB CATEGORIA			
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>						
Dureza Total	EW_APHA2340C	mgCaCO3/L	0.5	1.1	6,265.6 ± 313.3	6,408.3 ± 320.4
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3	3 ± 1
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	—	—	7.79 *	7.67 *
Oxígeno disuelto	EW_APHA4500OC	mg DO/L	0.3	1.0	8.1 * ± 0.4	7.6 * ± 0.4
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	3.6	<0.4
Alcalinidad Total	EWS_APHA2320B	mgCaCO3/L	0.5	1.0	120.0 ± 15.6	122.7 ± 16.0
<b>Aniones</b>						
Cloruro	EW_APHA4500CL_B	mg/L	1	3	20,424 ± 6248	20,575 ± 6377
<b>Análisis Microbiológicos</b>						
Numeración de Coliformes Totales	EW_APHA9221B	NMP/100 mL	—	—	298	330
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	—	—	123	249
<b>Metales Totales</b>						
Aluminio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.04	0.14	<0.14	<0.14
Antimonio Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Arsénico Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.003	0.010	<0.010	<0.010
Bario Total	EWS_EPA200_8	mg/L	0.003	0.009	<0.009	<0.009



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2136578 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					AM-03A: Superficie - A 500m En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho	AM-03B: Fondo - A 500m. En dirección de la descarga del Efluente del Puerto de Huacho. A una profundidad de 35 m
FECHA DE MUESTREO					8 769 763N / 0214011E	8 769 763N / D. 214 011E
HORA DE MUESTREO					09/11/2021	09/11/2021
CATEGORÍA					16:00:00	16:20:00
SUB CATEGORÍA					AGUA SALINA	AGUA SALINA
					AGUA DE MAR	AGUA DE MAR
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Muestras Totales						
Berilio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0024	<0.0024	<0.0024
Bismuto Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0022	<0.0022	<0.0022
Boro Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.04	0.14	4.29 ± 0.86	4.46 ± 0.89
Cadmio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0008	0.0024	<0.0024	<0.0024
Calcio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.26	0.84	321.78 ± 15.44	337.02 ± 16.67
Cerio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0005	<0.0005
Cesio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0001	0.0005	<0.0005	<0.0005
Cobalto Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Cobre Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Cromo Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	<0.006	<0.006
Estroncio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0016	0.0050	<0.0050	<0.0050
Estroncio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0011	0.0035	7.9099 ± 1.6611	7.7923 ± 1.6384
Hierro Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.027	0.086	<0.086	<0.086
Litio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.004	0.013	0.188 ± 0.039	0.190 ± 0.040
Magnesio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.03	0.11	1.358.29 ± 108.66	1.421.57 ± 113.73
Manganeso Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.004	0.011	<0.011	<0.011
Mercurio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0025	0.0081	0.0143 ± 0.0033	0.0142 ± 0.0033
Niquel Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0006	0.0019	0.0083 ± 0.0017	0.0077 ± 0.0006
Plata Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0007	0.0023	<0.0023	<0.0023
Plomo Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0016	0.0052	0.0054	0.0056
Potasio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.08	0.26	437.10 ± 34.97	448.84 ± 35.91
Selenio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.003	0.009	0.018 ± 0.004	0.019 ± 0.004
Sodio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0028	0.0090	11.371.4283 ± 1250.8571	11.905.0382 ± 1309.5542
Talio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0015	0.0048	<0.0048	<0.0048
Torio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.002	0.007	<0.007	<0.007
Titanio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.002	0.006	0.027 ± 0.006	0.023 ± 0.005
Uranio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.0002	0.0008	0.0026 ± 0.0005	0.0027 ± 0.0006
Vanadio Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.001	0.003	0.004 ± 0.001	<0.003
Zinc Total	EWS EPA200.8	mg/L	0.007	0.023	<0.023	0.086 ± 0.007

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO  
MA2136578 Rev. 0**

**CONTROL DE CALIDAD**

LC: Límite de cuantificación  
 MB: Blanco del proceso.  
 LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
 MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
 MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
 Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Alcalinidad Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	1.0	<1.0	0%	99%		
Dureza Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	1.1	<1.1	0%	96 - 100%		
Aluminio Total	mg/L	0.14	<0.14	0%	102%	101%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	93 - 106%	98%	1%
Arsénico Total	mg/L	0.010	<0.010	0%	100%	105%	3%
Bario Total	mg/L	0.009	<0.009	0%	94 - 101%	102%	5%
Berilio Total	mg/L	0.0024	<0.0024	0%	96 - 102%	95%	1%
Bismuto Total	mg/L	0.0022	<0.0022	0%	101 - 109%	102%	2%
Boro Total	mg/L	0.14	<0.14	0 - 5%	99 - 104%	98%	1%
Cadmio Total	mg/L	0.0024	<0.0024	0%	95%	102%	1%
Calcio Total	mg/L	0.84	<0.84	0 - 3%	100 - 102%	100%	6%
Cerio Total	mg/L	0.005	<0.005	0%	94%	103%	1%
Cesio Total	mg/L	0.005	<0.005	0 - 11%	101 - 109%	105%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	92 - 93%	102%	2%
Cobre Total	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	91 - 95%	101%	2%
Cromo Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	92 - 97%	98%	1%
Estaño Total	mg/L	0.0050	<0.0050	0%	92 - 93%	97%	1%
Estroncio Total	mg/L	0.0035	<0.0035	0%	101 - 102%	102%	6%
Hierro Total	mg/L	0.086	<0.086	0%	94 - 95%	99%	3%
Litio Total	mg/L	0.013	<0.013	0 - 2%	102 - 105%	98%	1%
Magnesio Total	mg/L	0.11	<0.11	0 - 4%	102 - 104%	103%	3%
Manganeso Total	mg/L	0.011	<0.011	0%	96 - 97%	99%	0%
Molibdeno Total	mg/L	0.0081	<0.0081	0 - 3%	97%	101%	1%
Niquel Total	mg/L	0.0018	<0.0018	0%	95 - 104%	102%	1%
Plata Total	mg/L	0.0023	<0.0023	0%	95 - 97%	102%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0052	<0.0052	0%	104 - 105%	103%	5%
Potasio Total	mg/L	0.26	<0.26	0 - 4%	102%	100%	2%
Selenio Total	mg/L	0.009	<0.009	0 - 1%	99 - 106%	100%	1%
Sodio Total	mg/L	0.0090	<0.0090	0 - 4%	101 - 102%	100%	2%
Talio Total	mg/L	0.0048	<0.0048	0%	92 - 95%	103%	1%
Tiurio Total	mg/L	0.007	<0.007	0%	100 - 106%	105%	1%
Titanio Total	mg/L	0.006	<0.006	0 - 1%	101%	102%	1%
Uranio Total	mg/L	0.0008	<0.0008	0 - 7%	98 - 106%	102%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	91 - 99%	100%	1%
Zinc Total	mg/L	0.023	<0.023	0%	98 - 99%	100%	5%
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	0%	98 - 101%		
Aceites y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	0%	114%	114%	
Oxígeno disuelto	mg DO/L	1.0		1%	99%		
Potencial de Hidrógeno	pH	--		0%	100%		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6		97 - 105%		
Cloruro	mg/L	3	<3	0%	100%	102%	



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO  
MA2136578 Rev. 0**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2340C	Callao	Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Method.
EW_APHA2540D	Callao	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D, 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
EW_APHA4500CL_B	Callao	Cloruro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CL-B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method
EW_APHA4500HB	Callao	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ -B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
EW_APHA4500OC	Callao	Oxígeno Disuelto	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O-C, 23rd Ed.: 2017. Oxygen (Dissolved): Azide Modification
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B :23rd Ed: 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA9221B	Callao	Numeración de Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221B, 23rd Ed. 2017; Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011) Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water - (Validado) 2014
EWS_APHA2320B	Callao	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed., 2017. Validado (Aplicado fuera del alcance) 2019
EWS_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4 : 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry (Validado 2013).

**"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"**

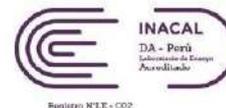
Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO  
MA2136579 Rev. 0**

---

**DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO**

Asoc. De vivienda agua dulce Mz H3 LT 6

ENV / LB-350260-008

PROCEDENCIA : FISCAL

---

Fecha de Recepción SGS : 09-11-2021

Fecha de Ejecución : Del 09-11-2021 al 16-11-2021

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : TESISITAS: DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO / ALISSON PIERINA SANCHEZ DURAND

Estación de Muestreo
EF-01: Tubería de Descarga directa de Efluente Domestico.

**Emitido por SGS del Perú S.A.C.**

**Impreso el 16/11/2021**

**Frank M. Julcamoro Quispe**  
C.Q.P. 1033  
Coordinador de Laboratorio

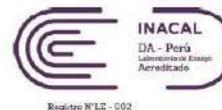
**Elizabeth V. Capuñay España**  
C.B.P 8508  
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 4



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO  
MA2136579 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					EF-01: Tubería de Descarga directa de Efluente Doméstico. 8 769 264N / 0 213 985E 09/11/2021 17:00:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMESTICA
FECHA DE MUESTREO					
HORA DE MUESTREO					
CATEGORÍA					
SUB CATEGORÍA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
<b>Análisis Generales</b>					
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	114 ± 26
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	—	—	7.36 *
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	321.7 ± 67.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO <sub>2</sub> /L	1.8	4.5	768.4 ± 76.8
Acidos y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	94.0 ± 20.7
<b>Análisis Microbiológicos</b>					
Numeración de Coliformes Totales	EW_APHA9221B	NMP/100 mL	—	—	24000000
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	—	—	7900000

Notas:

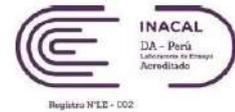
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO  
MA2136579 Rev. 0**

**CONTROL DE CALIDAD**

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	0%	98 - 101%		
Acidos y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	0%	109%	113%	
Potencial de Hidrógeno	pH	--		0%	100%		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6		97 - 105%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO <sub>2</sub> /L	4.5	<4.5		96 - 98%	102%	1%



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO  
MA2136579 Rev. 0**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2540D	Callao	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D, 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
EW_APHA4500HB	Callao	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H <sup>+</sup> -B, 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method.
EW_APHA9221B	Callao	Numeración de Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221B, 23rd Ed. 2017; Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011) Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water -(Validado)2014

**"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"**

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015





**Laboratorio Callao**  
Avenida Elmer Faucet 2944, Callao 1  
Teléfono: (01) 517 1900  
E-mail: sa.laboratorio@sgs.com

**Laboratorio Arequipa**  
Bisnorte Gumbel N° 2176, Parque Industrial  
Teléfono: (054) 253508  
E-mail: ada.orequiva@sgs.com

**Laboratorio Cajamarca**  
Calle Amado Múñoz 297, Barrio San Antonio  
Teléfono: (076) 567723  
E-mail: tade.huarcavalcos@sgs.com

**CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA**

DATOS DEL CLIENTE										Análisis requeridos / Preservantes										TIPOS DE AGUA*	
<b>Cliente:</b> DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO <b>Contacto:</b> DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO <b>Teléfono:</b> 994377675 LLAMADA / 964045110 WSP <b>Email:</b> dunker.chavez@sgs.com <b>Proyecto:</b> TESIS: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE MAR AFECTADO POR LOS VERTIMIENTOS EN LA BAHÍA DEL DISTRITO DE HUACHO 2021 <b>Lugar de Inspección:</b> Bahía de Huacho										<b>SGS</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Cliente</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Periódico</b> <input type="checkbox"/> <b>No Periódico</b> <input type="checkbox"/> <b>Especial</b> <input checked="" type="checkbox"/>										<b>AGUA SUPERFICIAL</b> AP : Agua de piedra ALA : Agua de laguna artificial AWA : Agua de manantial AT : Agua termal AS : AGUA SUPERFICIAL ASDR : Agua de río ASDL : Agua de lago / laguna ASDA : Agua de depósito atmosférico ASDR : AGUA DE REDAL ASDD : Agua residual doméstica ASDR : Agua residual industrial ASDM : Agua residual municipal ASDA : AGUA PARA USO Y OCUPADO HUMANO ASDR : Agua de abastecimiento	
<b>N° de Of.:</b> 359280-1 <b>N° de Par-Acta:</b> 11890/B <b>Fecha de inicio:</b> 9/11/2021 <b>Fecha de finalización:</b> 9/11/2021 <b>Hora de inicio:</b> 16:58 <b>Hora de finalización:</b> 17:30										<b>Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)</b> <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)</b> <b>Demanda Química de Oxígeno (mg/L)</b> <b>Potencial de Hidrógeno (pH)</b> <b>Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes (NMP/100 mL)</b> <b>Numeración de Coliformes Totales (NMP/100 mL)</b> <b>Acidez y Crecida (mg/L)</b>										<b>AGUA SUBTERRÁNEA</b> ASB : Agua de manantial ASL : Agua de mina ASG : Agua de galería ASR : Agua de inspección y recuperación (cubeta) ASR : AGUA DE FRENTEO	
<b>Inspección responsable:</b> 1. DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO 2. ALISSON PIERNA SANCHEZ DURAND <b>Fecha:</b> 9/11/2021 <b>Firma:</b> <i>[Firma]</i>										<b>Representante del Cliente:</b> DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO <b>Fecha:</b> 9/11/2021 <b>Firma:</b> <i>[Firma]</i>										<b>Observaciones:</b> Tubería de Descarga directa de Efluente Doméstico. Muestra con olor fétido, con presencia de sólidos en suspensión y partículas grandes suspendidas, turbia color amarillento.	
<b>Inspector responsable:</b> 1. DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO 2. ALISSON PIERNA SANCHEZ DURAND <b>Fecha:</b> 9/11/2021 <b>Firma:</b> <i>[Firma]</i>										<b>Representante del Cliente:</b> DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO <b>Fecha:</b> 9/11/2021 <b>Firma:</b> <i>[Firma]</i>										<b>Observaciones:</b> Tubería de Descarga directa de Efluente Doméstico. Muestra con olor fétido, con presencia de sólidos en suspensión y partículas grandes suspendidas, turbia color amarillento.	
<b>Inspección responsable:</b> 1. DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO 2. ALISSON PIERNA SANCHEZ DURAND <b>Fecha:</b> 9/11/2021 <b>Firma:</b> <i>[Firma]</i>										<b>Representante del Cliente:</b> DUNKER CHUCK CHAVEZ SOTO <b>Fecha:</b> 9/11/2021 <b>Firma:</b> <i>[Firma]</i>										<b>Observaciones:</b> Tubería de Descarga directa de Efluente Doméstico. Muestra con olor fétido, con presencia de sólidos en suspensión y partículas grandes suspendidas, turbia color amarillento.	

Figura 21. Cadena de Custodia del Monitoreo de Agua Residual Doméstico.



#### ANEXO 4. Fotografías



*Figura 23.* Toma de muestra del punto EF-01, tubería de descarga de la Bahía de Huacho.



*Figura 24.* Toma de muestra de a 250 m a nivel superficial, uso del balde.



*Figura 25. Toma de muestra de a 250 m a nivel Fondo, uso de la botella Niskin*



*Figura 26. Recolección de muestra en un balde.*



*Figura 27. Toma de muestra de a 500 m a nivel Fondo, uso de la botella Niskin*



*Figura 28. Recolección de muestra en frasco PVC*



*Figura 29. Envasado de muestra en frasco PVC*



*Figura 30. Preservación de la muestra*