



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ATIT_2024-FIAS-002

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

" CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA MARINA EN LA ZONA LITORAL COSTERA PARA RECREACIÓN DE CONTACTO PRIMARIO, PUNTA LOMITAS, OCUCAJE, ICA, 2022"

Presentado por:

CONDE FERNANDEZ DIEGO ADRIAN

Autor(a) del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es **PORCENTAJE DE SIMILITUD del 1%** por el cual se otorga el calificativo de:

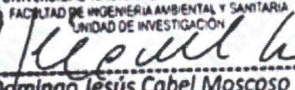
APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CÓDIGO DE MATRÍCULA N° **20154533**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

04 de Enero del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Domingo Jesús Cabel Moscoso
DIRECTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA



TESIS:

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA
DEL AGUA MARINA EN LA ZONA LITORAL COSTERA PARA
RECREACIÓN DE CONTACTO PRIMARIO, PUNTA LOMITAS,
OCUCAJE, ICA, 2022**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

CIENCIAS NATURALES, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y
SANITARIO**

Presentado por:

Bach. CONDE FERNANDEZ DIEGO ADRIAN

Asesor:

Dr. PEDRO CÓRDOVA MNEDOZA

ICA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Dedico con mucho cariño esta tesis a **mis padres** ya que sin ellos no lo habría logrado, su bendición a diario en lo largo de mi vida me protege y me lleva por el buen camino, a mi hermana que con su presencia y cariño me impulso para seguir adelante y finalmente a **todos mi familiares y amistades** que siempre estuvieron ahí y me motivaron con sus palabras.

AGRADECIMIENTO

Principalmente le agradezco a **Dios** por guiarme y permitirme culminar satisfactoriamente mis estudios, a mi familia quien me acompaño en lo largo de todo mi camino universitario, amistades que me motivaron y ayudaron a no rendirme nunca, a mi asesor el **Dr. Pedro Córdova Mendoza**, a mis maestros por las enseñanzas que me brindaron para posteriormente convertirme en un profesional en la carrera que tanto me gusta, y a todas las personas que de una u otra forma me ayudaron y contribuyeron para poder lograrlo con éxito.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
SUMMARY	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Situación problemática	11
1.2. Antecedentes del problema.....	13
1.2.1. Antecedentes Internacionales	13
1.2.2. Antecedentes nacionales	16
1.3. Bases teóricas	17
1.3.1. Calidad de agua	17
1.3.2. Calidad de agua marina costero	18
1.3.3. Causas que afectan la calidad del agua	18
1.3.4. Turismo sostenible	19
1.3.5. “Criterio de calidad del agua para uso recreativo”	19
1.3.6. Aspectos microbiológicos de la calidad del agua.....	20
1.3.7. “Criterio de calidad microbiológica de aguas costeras para uso recreativo (OMS)”	20
1.4. Formulación del problema.....	21
1.4.1. Problema general.....	22
1.4.2. Problemas específicos	22
1.5. Objetivos de la investigación.....	23
1.5.1. Objetivo principal.....	23
1.5.2. Objetivos Específicos	23
1.6. Hipótesis de investigación	23
1.6.1. Hipótesis principal.....	23
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	23
1.6.3. Variables de investigación	24
1.7. Justificación e Importancia.....	25
1.7.1. Justificación.....	25
1.7.2. Importancia	26
1.8. Definiciones conceptuales	27
1.8.1. Muestreo.....	27
1.8.2. Concentración.....	28
1.8.3. Oxígeno Disuelto (OD)	28
1.8.4. pH.....	28
1.8.5. Playa Turística.....	29

1.8.6.	Protocolo	29
1.8.7.	Límites Máximos Permisibles (LMP)	29
1.8.8.	Impacto Ambiental.....	30
1.8.9.	Turbiedad	30
1.8.10.	Turismo	30
1.8.11.	Monitoreo.....	30
1.8.12.	Punto de muestreo	31
1.9.	Marco normativo	31
1.9.1.	Constitución Política del Perú 1993	31
1.9.2.	Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338) – Artículo 79° y 83°. Vertimiento de agua residual.....	32
1.9.3.	Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.....	32
II.	ESTRATEGIA METODOLOGICA	35
2.1.	Ubicación geográfica.....	35
2.2.	Procedimiento para la toma de muestras de parámetros fisicoquímicos	37
2.3.	Procedimiento para la toma de muestras de parámetros microbiológicos.....	39
2.4.	Metodología de investigación.....	40
2.4.1.	Tipo, nivel y diseño de investigación.....	40
2.4.2.	Universo, Población y muestra.....	41
2.4.3.	Técnicas de recolección de datos	41
2.4.4.	Instrumentos de recolección de datos.....	42
2.4.5.	Técnicas de procesamiento de datos e interpretación de los resultados..	43
2.4.6.	Interpretación de los resultados.....	43
III.	RESULTADOS	44
3.1.	Caracterizar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera para garantizar la seguridad la recreación de contacto primario, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica.	44
3.2.	Determinar los niveles aceptables de cada parámetro del agua marina para la recreación de contacto primario en la zona litoral costera de Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022.	48
3.3.	Explorar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina puede influir en el número de visitantes turístico en la zona litoral costera, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022.	53
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	56
V.	CONCLUSIONES.....	58
VI.	RECOMENDACIONES.....	60
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXO	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Las clasificaciones de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, de acuerdo al Decreto Supremo N°004-2017 MINAM.....	33
Tabla 2.	Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Calidad del Agua.....	34
Tabla 3.	Las muestras fueron analizadas en el laboratorio[36].....	45
Tabla 4.	La media de las temperaturas y las precipitaciones diarias en Ica durante el mes de julio, a lo largo del tiempo.....	46
Tabla 5.	Información sobre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en Punta Lomitas, en la fecha del 23.07.2023	46
Tabla 6.	El ICAM utiliza variables con unidad de medida, métodos y factores de ponderación para evaluar la calidad del agua marina y costero[37]......	48
Tabla 7.	Índices de calidad del agua: Evaluación y monitoreo de la contaminación hídrica.[39].	49
Tabla 8.	Escala de valoración del ICAM[15].	51
Tabla 9.	Escala de calidad para variables del ICAM[39].	51
Tabla 10.	Calculo del indice National Sanitation Foundation (NSF).....	52
Tabla 11.	Valoración de la calidad del fluido marino de la playa Punta Lomitas en la fecha 23/07/2023	53
Tabla 12.	La relación del número de visitantes turísticos en la playa Punta Lomitas	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Punta Lomitas	36
Figura 2. Coordenas UTM DE LA Playa Punta Lomitas	36
Figura 3. Playa Punta Lomitas ubicado en el Distrito de Ocucaje, Ica.....	37
Figura 4. Playa de Puntas Lomitas. Distrito de Ocucaje. Muestreo: Demanda bioquímica de oxígeno (DQO5)	38
Figura 5. Playa de Puntas Lomitas. Distrito de Ocucaje. Muestreo: Demanda química de oxígeno (DQO)	39

RESUMEN

Objetivo, “fue caracterizar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera para garantizar la seguridad la recreación de contacto primario, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica”. **Material y Métodos**, se llevó a cabo el muestreo de agua en la playa de Punta Lomitas y se analizaron varios parámetros fisicoquímicos, incluyendo temperatura, pH, conductividad eléctrica, concentración de oxígeno disuelto y se realizó análisis bacteriológicos para determinar la presencia de coliformes totales. Los métodos utilizados se basaron en normativas recomendadas por APHA, AWWA y WEF. **Resultados**, indicaron que los niveles de aceites y grasas en 4.7 mg/L, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en 23.0 mg/L y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en 6.00 mg/L. Los sólidos suspendidos en 21.0 mg/L. El pH del agua en 7.9 unidades, mientras que la conductividad eléctrica registró 51.0 uS/cm. La temperatura del agua fue de 18.2°C, y el oxígeno disuelto se midió en 6 mg/L. Además, los coliformes totales se cuantificaron en 85.15 NMP/100 ml. **Discusión**, Si bien es importante destacar la influencia de las condiciones climáticas y las estaciones en la dinámica del turismo, también es valioso observar que, incluso dentro de estas estaciones, se registra una tendencia a la disminución del número de visitantes a medida que avanzamos en el tiempo. Se puede destacar cómo la combinación de factores estacionales y la calidad del agua puede influir en la afluencia de visitantes turísticos en Punta Lomitas. **Conclusión**, que la playa Punta Lomitas ofrece condiciones ideales para que los visitantes y turistas disfruten de manera segura de este atractivo turístico, con la certeza de que la “calidad del agua marina” está en conformidad con los estándares requeridos.

Palabras Claves: *Caracterización fisicoquímica y bacteriológica; Agua marina; Medio ambiente marino; Contacto primario.*

SUMMARY

Objective was to characterize the physicochemical and bacteriological quality of seawater in the coastal coastal zone to guarantee the safety of primary contact recreation, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica. **Material and Methods**, water sampling was carried out on Punta Lomitas beach and several physicochemical parameters were analyzed, including temperature, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen concentration, and bacteriological analyzes were performed to determine the presence of total coliforms. The methods used were based on regulations recommended by APHA, AWWA and WEF. **Results**, indicated that the levels of oils and fats were 4.7 mg/L, the Chemical Oxygen Demand (COD) was 23.0 mg/L and the Biochemical Oxygen Demand (BOD5) was 6.00 mg/L. Suspended solids at 21.0 mg/L. The pH of the water was 7.9 units, while the electrical conductivity registered 51.0 uS/cm. The water temperature was 18.2°C, and dissolved oxygen was measured at 6 mg/L. In addition, total coliforms were quantified at 85.15 NMP/100 ml. **Discussion**, although it is important to highlight the influence of climatic conditions and seasons on the dynamics of tourism, it is also valuable to observe that, even within these seasons, there is a tendency towards a decrease in the number of visitors as we advance in time. It can be highlighted how the combination of seasonal factors and water quality can influence the influx of tourist visitors to Punta Lomitas. **Conclusion**, that Punta Lomitas beach offers ideal conditions for visitors and tourists to safely enjoy this tourist attraction, with the certainty that the quality of the seawater is in accordance with the required standards.

Keywords: *Physicochemical and bacteriological characterization; Sea water; Marine environment; Primary contact.*

I. INTRODUCCIÓN

El agua marina es un recurso vital que desempeña un papel fundamental en la vida humana y en los ecosistemas costeros. La calidad del agua en las zonas litorales utilizadas para actividades recreativas, como el contacto primario, es de suma importancia para salvaguardar la salud pública y el bienestar de las comunidades costeras. En este contexto, el presente estudio se centra en la caracterización fisicoquímica y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera de Punta Lomitas, situada en Ocucaje, Ica, durante el año 2022. Mediante esta investigación, se busca obtener una comprensión más profunda de la calidad del agua en esta área y su idoneidad para el contacto humano directo.

La costa de Punta Lomitas ha sido un destino popular para actividades recreativas durante años, atrayendo a numerosos visitantes que buscan disfrutar de las aguas marinas. Sin embargo, el aumento de la actividad humana en esta región también plantea interrogantes sobre la “calidad del agua” y los posibles “riesgos para la salud asociados” con el contacto primario. Dada la escasez de investigaciones recientes sobre este tema específico en la zona, este estudio adquiere una relevancia significativa al llenar ese vacío de conocimiento y proporcionar datos actualizados y precisos sobre la calidad del agua marina.

El objetivo principal de esta investigación es llevar a cabo una caracterización exhaustiva de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas del agua marina en la zona litoral costera de Punta Lomitas durante el año 2022. Se pretende evaluar parámetros como la temperatura, la salinidad, el pH y la concentración de contaminantes microbiológicos. Además, se busca identificar posibles patrones estacionales en estos parámetros y su relación con las actividades humanas y las condiciones ambientales locales.

Los resultados de esta investigación no solo contribuirán al entendimiento científico de la calidad del agua en Punta Lomitas, sino que también tendrán implicaciones prácticas en términos de gestión de recursos y salud pública. La información generada podría

servir como base para la toma de decisiones informadas por parte de las autoridades locales y regionales, así como para el diseño de estrategias de manejo costero sostenible. Asimismo, esta investigación podría ser un recurso valioso para el público en general, brindando información sobre la seguridad del agua para actividades recreativas en la zona costera.

1.1. Situación problemática

Enfoque Global y Regional: en un panorama global, las aguas marinas desempeñan un papel crucial como fuentes de biodiversidad, sustento y esparcimiento. Los océanos y costas saludables no solo son esenciales para la supervivencia de especies marinas, sino que también afectan directamente a la calidad de vida de las poblaciones humanas en todo el mundo. Sudamérica, con su extensa línea costera y diversas comunidades que dependen de los recursos marinos, se encuentra en el epicentro de esta problemática. El país anfitrión, Perú, con su rica historia marítima y una población que valora la interacción con el mar, enfrenta desafíos particulares en la gestión y conservación de sus aguas costeras.

Objetivos del Milenio y Desarrollo Sostenible: los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que establecieron metas internacionales para abordar desafíos globales para el año 2015, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que los sucedieron con un horizonte hasta 2030, han subrayado la importancia de garantizar el acceso al agua limpia y saneamiento (ODS 6) y proteger la biodiversidad acuática y los ecosistemas marinos (ODS 14).

Desafíos y Oportunidades: en este contexto, la investigación sobre la calidad del agua marina en las zonas costeras para uso recreativo se convierte en un área de interés prioritario. La creciente urbanización, la actividad turística y la expansión de las infraestructuras costeras pueden impactar negativamente en la salud de los ecosistemas acuáticos y, por ende, en la seguridad y satisfacción de los visitantes. Garantizar que estas aguas sean aptas para el contacto primario es crucial para proteger la salud pública y fomentar el turismo sostenible. Los resultados de esta investigación proporcionarán información precisa y actualizada sobre la situación de las aguas marinas en Punta Lomitas, Ica, permitiendo la toma de decisiones

informadas en beneficio de las comunidades locales y de quienes visitan la zona para su recreación.

De acuerdo con *Lukoseviciute y Panagopoulos*, a partir de septiembre de 2015, los líderes mundiales han establecido 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) con el fin de orientar el desarrollo de los países hasta el año 2030. Este hecho ha dado lugar a una transformación significativa hacia un enfoque de desarrollo más inclusivo y respetuoso con el medio ambiente en todo el mundo.[1]. En la actualidad, el turismo ha experimentado un crecimiento acelerado. Su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) mundial supera el 9%.[2]. En muchos destinos, el turismo se ha convertido en un pilar fundamental para las economías locales.[3]. No obstante, muchos destinos se enfrentan a desafíos en la preservación de la calidad del medio ambiente, lo cual afecta la satisfacción de los visitantes y, en última instancia, resulta en menores ingresos derivados de las actividades turísticas.[1]. La descarga de aguas residuales en las costas también aporta una gran cantidad de patógenos a las aguas receptoras aumentando el riesgo de problemas de salud en las comunidades costeras.

En la actualidad, la mayoría de los turistas europeos, aproximadamente el 63%, muestran preferencia por destinos turísticos costeros según datos de la Comisión Europea en el año 2000. Asimismo, a nivel global, se observa un incremento en el número de turistas que eligen destinos de playa, alcanzando la cantidad de 1.560 millones de habitantes en el año 2000.[1]. *Lucrezi et al*, En los ecosistemas costeros, las playas representan un recurso de gran valor y se caracterizan por su rica biodiversidad. Los turistas consideran de suma importancia la presencia de playas amplias, limpias y bien cuidadas, bañadas por aguas cristalinas del océano. Estas playas se convierten en una prioridad para quienes buscan disfrutar de su belleza y atractivo natural.[4].

Kolm et al., la contaminación marina es un problema grave que afecta a los océanos de todo el mundo. Los principales contaminantes son los compuestos químicos y los patógenos, que se originan en actividades humanas como la agricultura, la industria y la navegación. Estos contaminantes pueden causar una

serie de daños a la biota marina, la salud humana y los ecosistemas [5]. En particular, *Verga et al.*, las descargas de aguas residuales en ambientes costeros y submareales poco profundos pueden provocar la eutrofización, un proceso que consiste en el aumento de la concentración de nutrientes en el agua. Esto puede provocar el deterioro de la calidad del agua y los sedimentos, lo que puede afectar negativamente a la biodiversidad, con consecuencias ecológicas negativas.[6].

Trujillo-López & Guerrero-Padilla, la contaminación del agua es un problema complejo y creciente que tiene un impacto significativo en la salud humana, la ecología y la economía. Este problema está relacionado con el aumento de la población costera, el crecimiento de las actividades domésticas, agrícolas e industriales, y el mal manejo de los desechos sólidos y líquidos. Es importante desarrollar un sistema de vigilancia para monitorear la calidad del agua y seleccionar parámetros críticos para identificar y controlar la contaminación[7].

1.2. Antecedentes del problema

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Las playas costeras de California son destinos turísticos populares, pero la contaminación del agua sigue siendo un problema de salud pública. Los esfuerzos para mejorar la calidad del agua han tenido cierto éxito, pero aún quedan desafíos importantes.

Adeniji et al., los recursos hídricos costeros se ven afectados por la contaminación antropogénica, que puede tener consecuencias negativas para la salud pública. Las aguas recreativas son especialmente vulnerables a esta contaminación, por lo que es importante monitorear su calidad para prevenir enfermedades asociadas con la natación. El presente estudio evaluó los parámetros fisicoquímicos y las cargas microbianas de muestras de agua recolectadas de seis puntos de muestreo diferentes en Kidd's Beach [8].

Adeniji et al., los datos recopilados se analizaron utilizando ANOVA unidireccional y correlación de Spearman para identificar diferencias significativas entre los sitios de muestreo. Los resultados mostraron que

los parámetros fisicoquímicos variaron significativamente, con valores de pH entre 7,21 y 8,23, temperatura entre 18,46 y 27,63 °C, turbidez entre 0 y 25,67 unidades nefelométricas de turbidez NTU, conductividad eléctrica entre 22.723 y 62.067 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos disueltos totales entre 7.662 y 31.037 mg /L y salinidad entre 8,95 y 41,84 partes por mil [8].

Según, *UNEP*, Un estudio reciente ha analizado la problemática de la contaminación del agua en América Latina y el Caribe. Los resultados muestran que las principales “fuentes de contaminación” son los vertidos municipales, industriales y mineros. Estas descargas contienen una mezcla de diferentes compuestos que “afectan la calidad del agua”, y se estima que solo una pequeña proporción de ellas recibe tratamiento adecuado antes de llegar a las áreas costeras[9].

El informe del PNUMA destaca la importancia de “la contaminación del agua en América Latina y el Caribe”. Esta contaminación no solo afecta la calidad del agua, sino que también tiene un impacto negativo en la salud humana y la biodiversidad marina. El informe también señala la falta de tratamiento adecuado de las descargas, lo que demuestra la necesidad de implementar medidas para reducir la contaminación y mejorar la gestión del agua en la región.

Según, *Escobar*, La contaminación de las aguas costeras es un problema global que afecta a más del 50% de las zonas costeras del mundo. En Sudamérica y Mesoamérica, un porcentaje significativo de estas zonas está en alto riesgo debido a “las descargas de aguas contaminadas por drenajes municipales, escorrentía agrícola” y otros factores. Esta contaminación puede tener un impacto negativo en la salud de los ecosistemas acuáticos y en la calidad de vida de las comunidades locales. Por lo tanto, es necesario tomar medidas para reducir la contaminación y mejorar la calidad de las aguas costeras[10].

Bayona y Albaigés, “la contaminación de las aguas costeras” en Mesoamérica es un problema grave que se debe al desarrollo urbano y

“turístico, la contaminación de fuentes puntuales y no puntuales”, la sobrepesca y otros usos inapropiados de los recursos naturales. Estas actividades generan un exceso de nutrientes, desechos orgánicos y químicos que pueden tener consecuencias negativas para la salud humana y el ecosistema marino-costero. Por lo tanto, es necesario tomar medidas urgentes para controlar y reducir estas fuentes de contaminación y promover prácticas sostenibles en el uso y manejo de los recursos naturales[11].

Beharry-Borg y Scarpa, ilustra cómo la contaminación de las aguas costeras puede tener graves consecuencias en la industria turística y en los ecosistemas marinos. La contaminación nutricional, como resultado de la escorrentía agrícola y otros vertidos de nutrientes, puede provocar la proliferación de algas y la reducción de los niveles de oxígeno disuelto en el agua, lo que afecta negativamente la contaminación puede ocasionar daños a los arrecifes de coral, manglares y pastos marinos, así como convertir las playas en no aptas para el baño, lo que afecta negativamente a la industria turística que depende de la calidad del agua y la salud pública. Por lo tanto, este antecedente internacional enfatiza la importancia de abordar la contaminación de las aguas costeras para proteger los ecosistemas marinos y mantener la salud económica de las comunidades locales que dependen del turismo.[12].

Según, *Beharry-Borg y Scarpa*, aporta información importante sobre los problemas ambientales surgidos en las últimas décadas en la región, especialmente en relación a la contaminación de nutrientes que afecta la calidad del agua costera y tiene impactos negativos en la industria turística y recreacional. Además, se identifica que las descargas de aguas tratadas y la escorrentía representan las principales fuentes de contaminación de nutrientes, y que la deforestación, la agricultura y la urbanización son factores que contribuyen a su aumento[12].

El caso de Pattaya en Tailandia es un ejemplo de cómo la contaminación puede afectar “la calidad del agua en las zonas costeras”, en este caso

debido a la actividad turística y el desarrollo no planificado de la ciudad. Los altos niveles de contaminación han llevado a que los hoteleros deban advertir a “sus huéspedes abstenerse de nadar en la playa”, lo que puede tener un impacto negativo en la economía local y la reputación del destino turístico. Este caso muestra cómo la contaminación puede tener impactos tanto en la salud pública como en la economía y el medio ambiente, lo que hace evidente la necesidad de tomar medidas para prevenir y controlar la contaminación en las áreas costeras.

Gómez, ilustra el problema de contaminación de aguas costeras en la ciudad de Chetumal, México, donde el agua residual de la zona urbana es descargada sin tratamiento previo en la bahía, causando una gran cantidad de desechos orgánicos y contaminación bacteriana. Además, se destaca que la zona “más contaminada es también la más popular para actividades recreacionales y de pesca, lo que significa que la calidad del agua” puede afectar negativamente tanto a la salud humana como al medio ambiente marino. Este caso de estudio destaca la importancia de controlar y tratar adecuadamente los desechos humanos antes de ser descargados en las aguas costeras para preservar la calidad del agua y la salud de los ecosistemas marinos y las personas que dependen de ellos[13].

1.2.2. Antecedentes nacionales

Perez, para garantizar que las playas sean seguras y agradables para las personas y los animales marinos que las habitan, es necesario realizar estudios y monitoreos continuos de las condiciones del medio ambiente marino[14].

El estudio de *Trujillo & Guerrero*, se llevó a cabo un estudio de la calidad del agua marina en la zona costera de Huanchaco y Huanchaquito, durante un período de seis meses, utilizando la medición de parámetros físico-químicos y bacteriológicos en ocho puntos de muestreo. Los resultados obtenidos indicaron que los parámetros físico-

químicos, como la temperatura promedio (19.8 – 20.3 °C), el pH (7.3 a 7.6), y el oxígeno disuelto (OD) (8.00 mg/L a 9.23 mg/L), se encontraban por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos para actividades recreativas, en particular, la Subcategoría B1. Sin embargo, se registraron niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) ligeramente superiores, con valores medios entre 8 mg/L y 9.05 mg/L[7].

En cuanto a los indicadores bacteriológicos, en su mayoría, cumplieron con los ECA establecidos para la Subcategoría B1, excepto en el caso de los coliformes fecales, que presentaron niveles elevados, llegando incluso a 407 NMP/100ml en la estación de Totorá de Huanchaco[7].

En comparación con las normativas establecidas en el DS N°015-MINAM 2015, que establece los estándares de calidad ambiental para el agua de mar y las aguas continentales superficiales destinadas a actividades recreativas, los resultados obtenidos por Trujillo & Guerrero (2015) reflejan una calidad adecuada del agua para el uso recreativo en la región costera de Huanchaco y Huanchaquito, con la excepción de la medición de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y los niveles de coliformes fecales registrados en la estación de Totorá.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Calidad de agua

Según, *Vivas-Aguas*, La calidad de agua puede variar dependiendo del contexto y del uso previsto del agua, pero en general se puede decir que se trata de un conjunto de características que permiten evaluar la aptitud del agua para un uso específico. Estas características pueden incluir parámetros físicos, químicos y biológicos, como la presencia de microorganismos, metales pesados, nutrientes, entre otros.[15].

Según, *Posada et al.*, La naturaleza del fluido no solo depende de los procesos naturales, sino también de los procesos antropogénicos, como la

actividad humana, la industria y la agricultura. Por lo tanto, la calidad del agua puede variar en función de la cantidad de contaminantes presentes en el agua y de las fuentes de contaminación.[9].

la calidad del fluido se define como la medida en que el fluido es adecuada para un uso específico, teniendo en cuenta las características físicas, químicas y biológicas del agua, así como los procesos naturales y antropogénicos que influyen en su calidad.

1.3.2. Calidad de agua marina costero

La calidad del agua marina costera se refiere a la medida en que el agua del mar cerca de la costa es adecuada para su uso previsto, ya sea para la vida marina, la pesca, la navegación, la recreación o cualquier otro fin[15].

La calidad del agua marina costera puede verse afectada por diversos factores, como la contaminación por descargas de aguas residuales, la escorrentía de la tierra y la lluvia, la actividad humana y la presencia de sustancias tóxicas. Para evaluar la calidad del agua marina costera, se utilizan parámetros como la concentración de oxígeno disuelto, la turbidez, la presencia de nutrientes y la presencia de contaminantes químicos y biológicos [9].

Además, la calidad del agua marina costera puede variar según la ubicación geográfica y las condiciones ambientales, y puede ser influenciada por la geología de la zona, las corrientes marinas y la topografía de la costa.

1.3.3. Causas que afectan la calidad del agua

En el trabajo de investigación propuesto, se puede explicar la base teórica de las causas que afectan la calidad del agua, considerando que estas condiciones pueden ser los factores que influyen en la calidad del agua. Es importante destacar que la presencia de aguas residuales domésticas e industriales, desechos sólidos, nutrientes, hidrocarburos, metales pesados,

la radioactividad, productos inorgánicos, pesticidas y plaguicidas pueden afectar la calidad del agua de los cuerpos receptores como playas, ríos o lagos, y comprometer la salud humana y del ecosistema acuático.

1.3.4. Turismo sostenible

Cardoso, El turismo sostenible en las aguas marino costeras se refiere a un modelo de desarrollo turístico que busca equilibrar el crecimiento económico con la protección del medio ambiente y la promoción del bienestar social y cultural de las comunidades locales. Esto implica que las actividades turísticas deben ser planificadas y ejecutadas de manera responsable, minimizando los impactos negativos en el medio ambiente, promoviendo la conservación de los recursos naturales y culturales, y generando beneficios económicos y sociales para las comunidades locales.[16].

Para lograr la sostenibilidad en el turismo marino costero, se deben considerar aspectos como la gestión adecuada de los residuos, la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas marinos, la promoción de prácticas turísticas responsables, el fomento del diálogo y la cooperación entre los diferentes actores involucrados en el turismo, y la participación activa de las comunidades locales en la toma de decisiones y en la planificación del turismo.

“Las partículas se clasifican de acuerdo a su origen, en natural o antrópico”. “Las fuentes naturales primeras más importantes son: el polvo levantado por el viento, el aerosol marino, las emisiones volcánicas, los incendios de bosques y matorrales. Las fuentes naturales secundarias incluyen sulfatos, nitratos y compuestos orgánicos”.

1.3.5. Criterio de calidad del agua para uso recreativo

Blanco & Sierra, define “como una relación cuantificable de exposición-efecto basada en evidencias científicas entre el nivel de algún indicador

de la calidad del agua en cuestión y los riesgos potenciales para la salud asociados con el uso del agua con fines recreativos” [17].

1.3.6. Aspectos microbiológicos de la calidad del agua

Schmizt, “Los cuerpos de aguas naturales reciben los desechos humanos domésticos e industriales. Las aguas residuales contienen microorganismos que involucran un riesgo potencial para la salud humana”. “Las fuentes a través de las cuales pueden ser introducidos estos microorganismos son diversas e incluyen desde las excretas individuales, descargas domésticas, drenajes urbanos, y efluentes industriales hasta el agua de balastos de barcos y otros” [9].

1.3.7. Criterio de calidad microbiológica de aguas costeras para uso recreativo (OMS)

Los estándares de calidad microbiológica de las aguas costeras para actividades recreativas, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), hacen referencia a un conjunto de criterios relacionados con valores indicativos que se vinculan con un aumento en la frecuencia de distintos tipos de enfermedades. Estos valores se establecen a partir de datos sobre umbrales y niveles de consecuencias perjudiciales, principalmente en lo que respecta a la gastroenteritis y otros efectos adversos en la salud, que han sido documentados en estudios epidemiológicos individuales.

Las tasas de aparición de enfermedades también se toman en cuenta, y se derivan de los patrones comunes de propagación de enfermedades y de las funciones de probabilidad para organismos indicativos. En términos generales, las investigaciones han señalado que los estreptococos y enterococos de origen fecal son los indicadores más estrechamente vinculados con los impactos en la salud en el entorno de las aguas costeras. Las tasas de incidencia de enfermedades también se consideran, resultantes de las curvas típicas de distribución de enfermedades y las

funciones de densidad de probabilidad asociadas a los indicadores biológicos. En líneas generales, los estudios han identificado a los estreptococos y enterococos de origen fecal como los indicadores más directamente relacionados con los efectos adversos en la salud en las aguas costeras.

Los estudios científicos proporcionan una base sólida para establecer una relación entre la calidad del agua en zonas costeras destinadas a actividades recreativas y su impacto en la salud humana. Por lo tanto, los estándares de calidad microbiológica para el agua de mar en áreas recreativas establecen límites específicos para los niveles de estos indicadores en el agua, con el propósito de salvaguardar la salud de las personas que disfrutan de las playas y se bañan en ellas. Estos límites se fundamentan en la probabilidad de que la exposición al agua contaminada pueda generar enfermedades, y su aplicación puede variar según el tipo de playa y las condiciones locales. En términos generales, se espera que los niveles de estos indicadores sean más bajos en las áreas designadas para el uso recreativo en las playas.

1.4. Formulación del problema

La problemática de investigación se centra en la necesidad de comprender la calidad del agua marina en la zona litoral costera de Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, durante el año 2022, específicamente en lo que respecta a su idoneidad para la recreación de contacto primario. Esta zona costera es un atractivo importante tanto para locales como para turistas, y su acceso seguro al mar es esencial tanto para la salud pública como para el turismo sostenible.

En este contexto, se plantea un problema crítico: ¿hasta qué punto el agua marina en esta área satisface los estándares de calidad ambiental necesarios para garantizar la seguridad de las personas que disfrutan de actividades recreativas en el mar? Esto abarca una amplia gama de consideraciones, desde los parámetros fisicoquímicos como la temperatura, la salinidad, el pH y la concentración de

oxígeno disuelto, hasta los indicadores bacteriológicos como la presencia de coliformes fecales y *Escherichia coli* (E. coli).

La preocupación radica en que, si estos parámetros y bacterias se encuentran fuera de los límites aceptables según las regulaciones y directrices nacionales e internacionales, existe un riesgo real para la salud de las personas que nadan o participan en actividades recreativas en contacto directo con el agua. Esto podría dar lugar a problemas de salud pública, como infecciones o enfermedades transmitidas por el agua, y también podría tener un impacto negativo en la industria del turismo local, afectando la economía y el bienestar de la comunidad.

Por lo tanto, la problemática de investigación se enfoca en la necesidad de evaluar de manera exhaustiva la calidad del agua marina en la zona costera de Punta Lomitas para garantizar un ambiente seguro y saludable para la recreación de contacto primario, teniendo en cuenta una serie de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos críticos. Este estudio es fundamental para tomar medidas informadas y proteger la salud de los bañistas, promover el turismo sostenible y conservar el valioso entorno costero de la región.

1.4.1. Problema general

¿Cuál es la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera para garantizar la seguridad la recreación de contacto primario, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022?

1.4.2. Problemas específicos

PE1: ¿Cuál es el niveles aceptables de cada parámetro del agua marina para la recreación de contacto primario en la zona litoral costera, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022?

PE2: ¿En qué medida calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina puede influir en el número de visitantes turístico en la zona litoral costera, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022?

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo principal

Caracterizar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera para garantizar la seguridad la recreación de contacto primario, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022.

1.5.2. Objetivos Específicos

OE1: Determinar los niveles aceptables de cada parámetro del agua marina para la recreación de contacto primario en la zona litoral costera de Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022.

OE2: Explorar la “calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina” puede influir en el número de visitantes turístico en la zona litoral costera, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022.

1.6. Hipótesis de investigación

1.6.1. Hipótesis principal

La calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera para garantizar la seguridad la recreación de contacto primario, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022.

1.6.2. Hipótesis Específicas

HE1. Los niveles aceptables de cada parámetro del agua marina para la recreación de contacto primario en la zona litoral costera de Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022.

HE2. La calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina puede influir en el número de visitantes turístico en la zona litoral costera, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022.

1.6.3. Variables de investigación

Variable independiente

Agua marina en la zona litoral costera: – El agua marina en la zona litoral costera es aquella que se encuentra en el área donde la tierra se encuentra con el mar. Esta zona es importante para el ecosistema marino, ya que alberga una gran diversidad de vida, tanto vegetal como animal.

El agua marina en la zona litoral costera se caracteriza por tener una salinidad elevada, que puede variar en función de la ubicación geográfica. También tiene una temperatura más alta que el agua marina en alta mar, debido a la influencia del sol y la atmósfera.

La zona litoral costera es un área muy vulnerable a la contaminación, ya que recibe los vertidos de aguas residuales, tanto urbanas como industriales. Esto puede tener un impacto negativo en la calidad del agua, y en la vida marina.

Variable dependiente

Recreación de contacto primario. - La "recreación de contacto primario" es un término que se utiliza para describir actividades recreativas en las que los individuos tienen un contacto directo con el agua, especialmente en entornos acuáticos como playas, ríos, lagos y piscinas naturales. Esta categoría de recreación implica que las personas están en contacto directo con el agua, ya sea nadando, buceando, practicando deportes acuáticos u otras actividades similares que implican sumergirse o interactuar íntimamente con el medio acuático.

En la "recreación de contacto primario", la interacción directa entre el cuerpo humano y el agua es un aspecto fundamental. Debido a esta estrecha conexión, la calidad del agua es crucial para garantizar la seguridad y el bienestar de los individuos que participan en estas actividades. La presencia de contaminantes, patógenos y sustancias

químicas en el agua puede tener un impacto directo en la salud de las personas que se sumergen en el agua o tienen contacto directo con ella.

1.7. Justificación e Importancia

1.7.1. Justificación

La justificación de una investigación es una parte crucial del proceso de presentar la importancia y la necesidad de llevar a cabo el estudio. En el contexto de la investigación sobre la caracterización del agua marina en la zona litoral costera para la recreación de contacto primario en Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, la justificación podría ser formulada de la siguiente manera:

Importancia Sanitaria y de Salud Pública: La calidad del agua en las áreas costeras destinadas a la recreación de contacto primario es de suma importancia para la salud y seguridad de la población. La exposición a contaminantes microbiológicos y químicos en el agua puede tener impactos negativos en la salud de las personas que participan en actividades de recreación en el mar. Dado que Punta Lomitas es una zona litoral de alto interés turístico y recreativo, es esencial garantizar que el agua marina cumpla con los estándares de calidad para la protección de la salud pública.

Conservación y Sostenibilidad del Entorno Marino: La investigación contribuirá a la conservación del entorno marino en Punta Lomitas. La evaluación de la calidad del agua y la identificación de fuentes potenciales de contaminación proporcionarán información valiosa para desarrollar estrategias de gestión costera sostenible. La preservación de este ecosistema marino no solo beneficia a las comunidades locales, sino también a los esfuerzos globales para proteger los ecosistemas marinos y la biodiversidad.

Apoyo a la Toma de Decisiones y Políticas: Los resultados de esta investigación serán un recurso valioso para las autoridades locales y

regionales. Los datos basados en evidencia científica permitirán una toma de decisiones informada en términos de regulaciones, políticas y medidas de control de la calidad del agua. Además, la investigación puede ayudar a establecer estándares específicos para el agua de recreación en Punta Lomitas, promoviendo un ambiente seguro y atractivo para los visitantes.

Cierre de Brechas en el Conocimiento: Aunque hay una comprensión general de la importancia de la calidad del agua en zonas costeras, existe una falta de investigaciones recientes y específicas para la región de Punta Lomitas. Esta investigación cerrará esta brecha en el conocimiento, proporcionando datos concretos sobre la calidad del agua y los posibles riesgos asociados. Esto es fundamental para abordar adecuadamente los desafíos presentes en la zona y para proporcionar información actualizada a las partes interesadas.

1.7.2. Importancia

La investigación propuesta sobre la caracterización del agua marina en la zona litoral costera para la recreación de contacto primario en Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, adquiere una importancia fundamental en diversos aspectos que abarcan la salud pública, la conservación del entorno marino, la gestión sostenible y la toma de decisiones informadas.

Esta investigación reviste una gran relevancia en términos de salud pública. La seguridad y bienestar de los individuos que participan en actividades de recreación de contacto primario en el agua marina son una prioridad indiscutible. La evaluación precisa y actualizada de la calidad del agua en esta área garantiza que las personas puedan disfrutar de la playa y el mar sin correr riesgos para su salud. Al proporcionar datos concretos sobre la presencia de contaminantes microbiológicos y químicos, se contribuye directamente a la prevención de enfermedades relacionadas con el agua y se promueve una experiencia recreativa segura y placentera.

La investigación contribuye significativamente a la conservación y preservación del entorno marino. Los océanos y zonas costeras albergan ecosistemas marinos únicos y biodiversidad esencial para la salud del planeta. La identificación de fuentes potenciales de contaminación y la comprensión de los impactos humanos en la calidad del agua marina permitirán desarrollar estrategias de gestión costera más eficaces. Al establecer estándares y regulaciones para la calidad del agua, se colabora en la protección de la vida marina y en la prevención de daños irreparables a estos delicados ecosistemas.

Además, la investigación brinda apoyo clave a la toma de decisiones y políticas en el ámbito local y regional. Los resultados obtenidos se convierten en una base sólida y respaldada por datos científicos para la elaboración de regulaciones y medidas de control de calidad del agua. Las autoridades locales, los responsables de la gestión ambiental y los encargados del turismo pueden utilizar estos hallazgos para establecer políticas que garanticen un equilibrio entre la conservación del entorno y el desarrollo sostenible de actividades recreativas y turísticas.

Por último, esta investigación contribuye a cerrar brechas en el conocimiento existente. Aunque la importancia de la calidad del agua en zonas costeras es ampliamente reconocida, la falta de investigaciones específicas para la región de Punta Lomitas crea un vacío en la comprensión de los desafíos particulares que enfrenta. Al llenar este vacío con información precisa y actualizada, la investigación se convierte en un recurso esencial para los expertos, la comunidad local, los visitantes y cualquier persona involucrada en la gestión y preservación del entorno costero.

1.8. Definiciones conceptuales

1.8.1. Muestreo

Gómez y Salcedo, El muestreo de las aguas marino-costeras es una técnica que consiste en la recolección de muestras de agua en diferentes

puntos y momentos, con el fin de obtener información sobre la calidad del agua y su estado ambiental. Según UNAD (2016), el muestreo puede ser manual cuando se realizan en sitios de fácil acceso. Este tipo de muestreo es útil para detectar cambios físicos en el agua, como sustancias flotantes, color, olor, aumento o disminución de caudales, entre otros.[18].

1.8.2. Concentración.

“La concentración de contaminante presente en un medio, generalmente se expresada en unidades de masa como micro o nanogramos fraccionando a una unidad de masa mayor como gramos o kilos ($\mu\text{g}/\text{k}$ o ng/g) o a una de volumen como centímetros o metros cúbicos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ o ng/cm^3)” [19].

1.8.3. Oxígeno Disuelto (OD)

Maidment, El oxígeno disuelto (OD) es una medida de la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el agua. Los organismos acuáticos respiran oxígeno disuelto para sobrevivir y crecer, y los procesos biológicos como la descomposición de materia orgánica y la mineralización de nutrientes también dependen del OD. Por lo tanto, el monitoreo del OD es importante para evaluar la calidad del agua marina y costera y garantizar la salud de los ecosistemas acuáticos. [20].

1.8.4. pH

Vivas-Aguas y Navarrete-Ramírez, el pH es un parámetro químico que mide la acidez o alcalinidad del agua marina costera, y tiene un gran impacto en el equilibrio de las comunidades acuáticas. Un pH adecuado permite que el agua disuelva ciertos tipos de sustancias sin generar efectos negativos en el ecosistema, ya que puede prevenir la afectación generada por contaminantes. Por lo tanto, monitorear el pH de las aguas marino costero es importante para mantener un ambiente saludable para las especies acuáticas y prevenir la contaminación.[15].

1.8.5. Playa Turística

García, Esta definición conceptual sobre playa turística en las aguas marino costero hace referencia a que la calidad es el factor clave que diferencia a las playas turísticas de otras. La calidad se refiere a las propiedades inherentes de la playa que la hacen apreciable y determinan su aptitud para el uso turístico. Estas propiedades pueden incluir aspectos como la limpieza, la seguridad, la accesibilidad, la belleza paisajística, la oferta de servicios, entre otros. Todos estos factores influyen en la percepción que los turistas tienen de la playa y en su decisión de visitarla o no. Por lo tanto, la calidad de la playa es un factor determinante del turismo en la zona costera.[21].

1.8.6. Protocolo

Amaya y Saldarriaga, el protocolo es una disciplina que establece las formas y estructuras necesarias para llevar a cabo una actividad humana importante con realismo, técnica y arte. En el contexto de las aguas marino costeras, el protocolo de muestreo es un procedimiento previamente establecido que define las acciones necesarias para seleccionar, extraer, conservar y preparar muestras de agua de manera precisa y confiable. Este protocolo de muestreo es fundamental para garantizar la calidad y fiabilidad de los datos obtenidos durante la toma de muestras en los cuerpos de agua marinos costeros.[22].

1.8.7. Límites Máximos Permisibles (LMP)

[23], Los Límites Máximos Permisibles (LMP) son una medida establecida para controlar la calidad del agua en las zonas marino costeras, y se refieren a la concentración máxima permitida de elementos, sustancias y parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en las emisiones, efluentes o descargas. Los LMP se establecen con el objetivo de prevenir o minimizar la contaminación en las zonas marino costeras y asegurar la protección de la salud humana y del medio ambiente. El

cumplimiento de los LMP es fundamental para garantizar la sostenibilidad y la conservación de los ecosistemas marino costeros

1.8.8. Impacto Ambiental

El impacto ambiental en las aguas marino costeras se refiere a la alteración negativa o efectiva de la calidad del ambiente marino costero, generada por actividades humanas como la pesca, la industria, el turismo, la construcción y otros tipos de actividades que pueden liberar contaminantes y generar cambios en el equilibrio ecológico del ecosistema acuático y costero. Es importante tomar medidas para prevenir y controlar el impacto ambiental en las aguas marino costeras, a fin de garantizar su sostenibilidad y preservación a largo plazo.[24].

1.8.9. Turbiedad

Miranda explica que la turbiedad en el agua es causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de diferentes sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas, en un rango de tamaños que va desde lo coloidal hasta lo macroscópico. La turbulencia del agua también influye en la turbiedad. Por lo tanto, la medida de la turbidez puede ser utilizada como indicador de la calidad del agua, donde a mayor turbiedad, menor será la calidad.[18].

1.8.10. Turismo

El turismo en las aguas marino costero se refiere a todas las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en zonas costeras del mar, con fines de ocio, negocios y otros. Esta definición destaca que el turismo implica desplazarse de un lugar habitual a uno diferente para realizar actividades relacionadas con el tiempo libre y disfrutar de los atractivos que ofrece el mar.[25].

1.8.11. Monitoreo

“Son las acciones de observación, muestreo, medición y análisis de los datos técnicos y ambientales para precisar las características del medio o

ambiente, identificar los impactos ambientales de las acciones del sector y su diversificación o cambio durante el tiempo” [26].

1.8.12. Punto de muestreo

En el trabajo de investigación propuesto, el punto de muestreo se refiere al lugar específico donde se tomarán las muestras de agua para realizar el análisis de calidad microbiológica y físico-química del agua. Es importante identificar y seleccionar cuidadosamente los puntos de muestreo para que sean representativos de la calidad del agua en el área de estudio. Los puntos de muestreo pueden ubicarse en el cuerpo receptor de agua, como en el caso de ríos, lagos o mares, o en las fuentes de contaminación, como las descargas de aguas residuales. En el estudio, se deben describir claramente los puntos de muestreo seleccionados, justificando su elección y describiendo las características físicas y geográficas del lugar. Además, es importante establecer un protocolo riguroso para la toma de muestras, que garantice la precisión y representatividad de los resultados obtenidos.

1.9. Marco normativo

1.9.1. Constitución Política del Perú 1993

La Constitución Política del Perú de 1993 es el marco legal más importante del país y establece las bases y principios fundamentales que rigen las leyes y políticas públicas en el territorio nacional. En el contexto de la investigación propuesta, la Constitución es relevante en varios aspectos.

La Constitución también establece la obligación del Estado de promover la investigación científica y tecnológica y garantizar la difusión de sus resultados. En este sentido, la investigación propuesta puede contribuir al cumplimiento de este mandato constitucional al generar nuevos conocimientos y recomendaciones para mejorar la calidad del fluido de las playas turísticas de Ocucaje, Ica.

1.9.2. Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338) – Artículo 79° y 83°. Vertimiento de agua residual”

La Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338) establece en su artículo 79° que el vertimiento de aguas residuales y su tratamiento son responsabilidad de los titulares de las actividades generadoras de dichas aguas. Asimismo, en su artículo 83°, se establece que los vertimientos de aguas residuales deben ser autorizados por la autoridad competente, la cual establecerá las condiciones técnicas y los plazos de cumplimiento para el tratamiento de dichas aguas.

1.9.3. Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

Conforme al Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, se establecen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) específicos para el agua. Estos estándares tienen en cuenta la importancia del agua como un elemento fundamental en los ecosistemas acuáticos. Se enfocan en asegurar que la calidad del agua no represente un riesgo significativo ni para la salud de las personas ni para el entorno ambiental circundante. Esto implica que se establecen criterios rigurosos para garantizar que el agua disponible en diferentes contextos y usos cumpla con los niveles de calidad necesarios para proteger tanto la salud humana como la integridad de los ecosistemas acuáticos. Los estándares buscan, en última instancia, preservar la seguridad y el equilibrio de los recursos hídricos en armonía con el ambiente [27].

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua

Los instrumentos de gestión ambiental son mecanismos que permiten regular las actividades humanas para proteger el ambiente y los recursos naturales. El estándar de calidad ambiental para agua es un ejemplo de instrumento de gestión ambiental que establece valores máximos permisibles para los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua.

Estos valores se establecen en función del uso previsto del agua, y su cumplimiento es obligatorio para todas las actividades que puedan afectar la calidad del agua. El estándar de calidad ambiental para agua es una herramienta importante para proteger la calidad del agua y garantizar su uso sostenible.[28]. Tabla 1.

Tabla 1. Las clasificaciones de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, de acuerdo al Decreto Supremo N°004-2017 MINAM

Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua														
CATEGORÍA 1: Poblacional y recreacional					CATEGORÍA 2: Actividades marino costeras				CATEGORÍA 3: Riego de vegetales y bebida de animales		CATEGORÍA 4: Conservación del ambiente acuático			
Sub Cat A			Sub Cat B		Agua de mar				Sub Cat D1	Sub Cat D2	Sub Cat E1	Sub Cat E2	Sub Cat E3	
Aguas superficiales designadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación											
A1	A2	A3	B1	B2	Sub Cat 1	Sub Cat 2	Sub Cat 3	Sub Cat 4	Riego de vegetales	Bebida de animales	Lagunas y Lagos	Ríos	Ecosistemas marinos costeros	
A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección			A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional		A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección				Contacto primario		Contacto secundario		Extracción y cultivo de moluscos	
A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional			A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección		Contacto primario				Contacto secundario		Extracción y cultivo de moluscos		Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas	
A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección			Contacto primario		Contacto secundario				Extracción y cultivo de moluscos		Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas		Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento	
Contacto primario			Contacto secundario		Extracción y cultivo de moluscos				Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas		Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas		Agua para riego no restringido	
Contacto secundario			Extracción y cultivo de moluscos		Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas				Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento		Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas		Agua para riego restringido	
Extracción y cultivo de moluscos			Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas		Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento				Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas		Agua para riego no restringido		Agua para riego restringido	
Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas			Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento				Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas		Agua para riego no restringido		Agua para riego restringido		Ríos de la costa y sierra	
Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento			Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas				Agua para riego no restringido		Agua para riego restringido		Ríos de la costa y sierra		Ríos de la selva	
Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas			Agua para riego no restringido		Agua para riego restringido				Ríos de la costa y sierra		Ríos de la selva		Estuarios	
Ríos de la costa y sierra			Ríos de la selva		Estuarios				Marinos		Marinos		Marinos	

“Nota. Las categorías de los estándares que se relacionan con el agua de mar, son Categoría 1: Subcategoría B, Categoría 2: Sub cat 1, 2, 3, y Categoría 4: Subcategoría E3. Fuente: Ministerio del Ambiente, 2017”.[27]

La normativa legal que se utiliza como referencia para la evaluación de los resultados de los análisis de los parámetros de calidad del agua es el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, el cual establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) específicos para el agua. Este decreto considera al agua como un elemento esencial en los ecosistemas acuáticos y establece criterios para asegurar que la calidad del agua no

represente un riesgo significativo ni para la salud de las personas ni para el medio ambiente circundante. En esencia, este marco normativo busca garantizar que el agua cumpla con los estándares necesarios para proteger tanto la salud humana como la integridad de los ecosistemas acuáticos.

Tabla 2.

Tabla 2 Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Calidad del Agua

ESTANDARES DE CALIDAD DE AGUA (ECA) D.S. N° 004-2017-MINAM		
PARÁMETROS	UNIDAD	CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO
		E3: MARINOS
ACEITES Y GRASAS	mg/L	5
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	mg/L	...
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg/L	10
SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSION	mg/L	≤ 30
PH	unidad	6,8 – 8,5
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	1000
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	(μS/cm)	**
TEMPERATURA	°C	Δ 2
OXIGENO DISUELTO	mg/L	≥ 4

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1. Ubicación geográfica

La playa Punta Lomitas se encuentra en el distrito de Ocucaje, provincia de Ica, Perú. Se ubica a unos 10 kilómetros al sur de la ciudad de Ica y a unos 30 kilómetros al norte de la ciudad de Pisco. Figura 1,

Las coordenadas UTM de la playa Punta Lomitas son: Figura 2.

- Este: 765 320
- Norte: 2 323 000

La playa Punta Lomitas es una playa de arena blanca y fina, con aguas cristalinas y tranquilas. Es un lugar ideal para el descanso y la relajación.

La playa Punta Lomitas tiene una longitud aproximada de 1 kilómetro y una anchura de unos 200 metros. La playa está rodeada por un acantilado de unos 20 metros de altura.

La playa Punta Lomitas es una zona turística popular. La playa cuenta con una serie de servicios turísticos, como restaurantes, bares, hoteles y campings.

Otros detalles de la playa Punta Lomitas son los siguientes:

- El clima en la playa Punta Lomitas es cálido y seco. La temperatura media anual es de 25 grados centígrados.
- La playa Punta Lomitas está situada en una zona desértica. La vegetación de la zona es escasa y está compuesta principalmente por cactus y plantas xerófilas.
- La playa Punta Lomitas es un lugar ideal para la observación de aves. En la zona se pueden observar una gran variedad de aves, como flamencos, pelícanos, gaviotas y golondrinas.
- La playa Punta Lomitas es un lugar hermoso y tranquilo que ofrece un entorno ideal para el descanso y la relajación. Figura 3.



Figura 1 Punta Lomitas

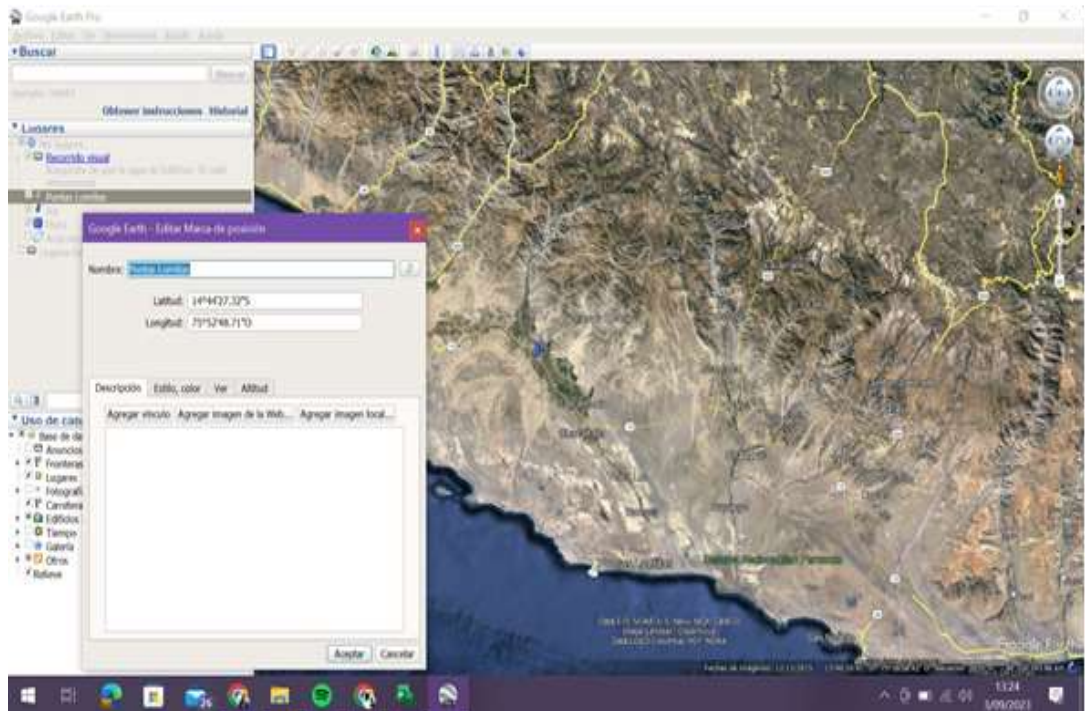


Figura 2. Coordenadas UTM DE LA Playa Punta Lomitas



Figura 3 Playa Punta Lomitas ubicado en el Distrito de Ocucaje, Ica

2.2. Procedimiento para la toma de muestras de parámetros fisicoquímicos

La toma de muestras de parámetros fisicoquímicos es un procedimiento importante para evaluar la calidad del agua. Este procedimiento consiste en recolectar una muestra representativa del agua a analizar, y transportarla a un laboratorio para su análisis. Figura 3.

El procedimiento para la toma de muestras de parámetros fisicoquímicos debe seguir una serie de pasos para garantizar que la muestra sea representativa y que no se contamine.

Los pasos principales “para la toma de muestras de parámetros fisicoquímicos” son:

1. *Selección del sitio de muestreo.* El sitio de muestreo es representativo en la zona que se seleccionó para recoger la muestra. Se evita muestrear en áreas cercanas a fuentes de contaminación.

2. *Preparación del equipo de muestreo.* El equipo de muestreo estuvo limpio y desinfectado para evitar la contaminación de la muestra.
3. *Toma de la muestra.* La muestra se tomó con cuidado para evitar la contaminación. Se utilizó un recipiente limpio y desinfectado, y la muestra se recolectó en el centro del cuerpo de agua.
4. *Transporte de la muestra.* La muestra se transportó al laboratorio lo antes posible. Se mantuvo la muestra fría para evitar la degradación de los parámetros a analizar. Figura 4 y Figura 5.
5. *Muestra llega al laboratorio,* se entregó las muestras para el análisis de los parámetros fisicoquímicos. Los parámetros fisicoquímicos que se analizaron son:
 - Temperatura
 - pH
 - Conductividad eléctrica
 - Turbiedad
 - Oxígeno disuelto
 - Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)
 - Demanda química de oxígeno (DQO)



Figura 4. Playa de Puntas Lomitas. Distrito de Ocucaje. Muestreo: Demanda bioquímica de oxígeno (DQO₅)



Figura 5. Playa de Puntas Lomitas. Distrito de Ocucaje. Muestreo: Demanda química de oxígeno (DQO)

2.3. Procedimiento para la toma de muestras de parámetros microbiológicos

El procedimiento para la toma de muestras de parámetros microbiológicos es un procedimiento importante que permitió evaluar la calidad del agua marino costero. Este procedimiento consistió en recolectar una muestra representativa del agua a analizar, y transportarla a un laboratorio para su análisis.

El procedimiento para la toma de muestras de parámetros microbiológicos siguió una serie de pasos que ha permitido garantizar que la muestra sea representativa y que no se contamine.

Los pasos principales que permitió la toma de muestras de parámetros microbiológicos son:

1. *Selección del sitio de muestreo.* El sitio de muestreo es representativo en la zona que se seleccionó para recoger la muestra, Figura 2. Se evito muestrear en áreas cercanas a fuentes de contaminación.
2. *Preparación del equipo de muestreo.* El equipo de muestreo estuvo limpio y desinfectado para evitar la contaminación de la muestra. Se utilizo recipientes estériles, y se desinfecto el área alrededor del sitio de muestreo.

3. *Toma de la muestra.* La muestra debe ser tomada con cuidado para evitar la contaminación. Se debe utilizar un recipiente estéril, y la muestra debe ser recolectada en el centro del cuerpo de agua.
4. *Transporte de la muestra.* La muestra fue transportada al laboratorio lo antes posible. Se mantuvo la muestra refrigerada para evitar la degradación de los parámetros a analizar.
5. *Almacenamiento de la muestra.* La muestra se almaceno en condiciones adecuadas para entregarlos al laboratorio. Se mantuvo la muestra refrigerada. Figura 4 y Figura 5.
6. *La muestra llega al laboratorio,* se entregó las muestras al laboratorio para el análisis de los parámetros microbiológicos. Los parámetros microbiológicos más comunes que se analizaron son:
 - Coliformes totales
 - Coliformes fecales

2.4. Metodología de investigación

2.4.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación es cuantitativa, observacional prospectiva y transversal, ya que se centra en recopilar y analizar datos numéricos, sin influir en el objeto de estudio, en un momento determinado, para describir la calidad del agua marina en Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022 [29].

Nivel de investigación

El enfoque descriptivo se emplea para recopilar y analizar información detallada, así como identificar posibles fuentes de contaminación.[30].

Diseño de la investigación

El diseño es experimental.[30].

2.4.2. Universo, Población y muestra

Universo

Este caso, el universo estuvo compuesto por todas las posibles mediciones de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera de Punta Lomita[30].

Población

La población fue la totalidad de la zona litoral costera de Punta Lomitas, se incluyó todas las mediciones posibles de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina en esa área.

Muestra

La muestra consistió en los puntos de muestreo específicos en la zona litoral costera de Punta Lomitas que se eligió para recopilar datos sobre la calidad del agua. La muestra fue cuidadosamente seleccionada para que sea representativa de la población completa de mediciones de agua en la zona[31].

2.4.3. Técnicas de recolección de datos

Se utilizaron las siguientes técnicas de recopilación de datos:

Muestreo: Se utilizó un muestreo aleatorio estratificado, con estratificación por profundidad 20-30 cm., Se tomaron 5 muestras por cada estrato, para un total de 25 muestras.

Análisis fisicoquímico: Las muestras de agua se analizaron para determinar los siguientes parámetros:

- Temperatura
- Conductividad eléctrica
- pH
- Oxígeno disuelto
- Turbidez
- Sólidos suspendidos totales
- Sólidos disueltos totales

- Nitratos
- Fosfatos

Análisis bacteriológico: Las muestras de agua se analizaron para determinar la presencia de bacterias patógenas para el ser humano, como *Salmonella sp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

Las muestras de agua se recolectaron en botellas de polietileno de alta densidad, y se transportaron al laboratorio en un refrigerador. Los análisis fisicoquímicos se realizaron utilizando métodos estándar. Los análisis bacteriológicos se realizaron utilizando métodos microbiológicos estándar.

2.4.4. “Instrumentos de recolección de datos”

Se utilizaron los siguientes instrumentos de recolección de datos:

Para el muestreo: Se utilizó un equipo de muestreo de agua marina. Este equipo consiste en una red de muestreo, una botella de muestreo.

Para los análisis fisicoquímicos: Se utilizaron equipos de laboratorio para realizar los análisis fisicoquímicos de las muestras de agua. Estos equipos incluyen un termómetro, un conductímetro, un pHmetro, un oxímetro, un turbidímetro, un analizador de sólidos suspendidos totales, un analizador de sólidos disueltos totales, un analizador de nitratos, y un analizador de fosfatos.

Para los análisis bacteriológicos: Se utilizaron equipos de laboratorio para realizar los análisis bacteriológicos de las muestras de agua.

Los instrumentos de recolección de datos utilizados en esta investigación fueron adecuados para los objetivos de la investigación. Estos instrumentos permitieron recopilar datos confiables y válidos que permitieron alcanzar los resultados de la investigación[32].

- **Conductímetro:** Sirve para medir la conductividad eléctrica del agua, lo que proporciona información sobre la salinidad y la presencia de sales disueltas. Se utilizó conductímetro digital calibrado.

- Turbidímetro: Este instrumento mide la turbidez del agua, es decir, la cantidad de partículas suspendidas presentes. Se utilizan turbidímetros portátiles para obtener mediciones precisas.
- Medidor de oxígeno disuelto (OD): Lo cual es crucial para evaluar la calidad del fluido y la vida acuática. Se emplean medidores de OD digitales calibrados.

Es importante: se calibro y verifico regularmente los instrumentos antes de su uso, siguiendo los protocolos y recomendaciones del fabricante. Además, se tuvo en cuenta la adecuada manipulación de los instrumentos y se siguió los procedimientos establecidos para garantizar la precisión y confiabilidad de los datos recolectados.

Los muestreos puntuales se realizaron según la normativa peruana vigente[33]. Ley general del ambiente; y [34] D.S. N°004-207-MINAM Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.

2.4.5. Técnicas de procesamiento de datos e interpretación de los resultados

Se utilizaron las siguientes técnicas de procesamiento de datos:

Para el análisis estadístico de los datos: Se utilizaron técnicas estadísticas descriptivas y analíticas. Las técnicas descriptivas se utilizaron para describir los datos de manera general. Las técnicas analíticas se utilizaron para establecer relaciones entre los datos y para probar hipótesis.

2.4.6. Interpretación de los resultados

Se utilizó un enfoque cualitativo y cuantitativo. El enfoque cualitativo se utilizó para interpretar los resultados de los análisis bacteriológicos. El enfoque cuantitativo se utilizó para interpretar los resultados de los análisis fisicoquímicos.

III.RESULTADOS

3.1. Caracterizar la “calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina” en la zona litoral costera para garantizar la seguridad la recreación de contacto primario, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica.

Con el propósito de determinar su conformidad con los estándares de calidad ambiental para la recreación de contacto primario y, de esta manera, contribuir a garantizar la seguridad de los visitantes en este destino turístico costero. Los parámetros considerados incluirán, temperatura del agua, salinidad, pH, concentración de oxígeno disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), y la presencia de indicadores bacteriológicos, como coliformes fecales y *Escherichia coli* (E. coli).

Las muestras se tomaron a una distancia de aproximadamente 10 a 15 metros desde la línea de costa y a una profundidad de 25 a 30 cm por debajo de la superficie del agua.. Las muestras fueron preservadas en condiciones de refrigeración y posteriormente transportadas al laboratorio. En dicho laboratorio, se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua marina. [18].

Parámetros in situ; Durante el estudio, se llevaron a cabo mediciones in situ de varios parámetros, como el pH, la temperatura y “el oxígeno disuelto (OD). Estas mediciones se realizaron utilizando un equipo multiparámetro de marca WTW-MPP 350, que permitió obtener datos precisos y confiables de cada uno de los parámetros evaluados en el lugar de muestreo”.

Análisis fisicoquímico de las muestras realizado en el laboratorio: En el laboratorio acreditado, se llevaron a cabo análisis de turbidez, color y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) empleando técnicas estandarizadas conforme a las directrices recomendadas por APHA, AWWA y WEF [35]

Análisis microbiológicos de las muestras realizado en el laboratorio. En el laboratorio acreditado, se realizaron análisis de “Coliformes totales y fecales en las muestras de agua empleando el método de fermentación de tubos múltiples”, siguiendo las recomendaciones de APHA, AWWA y WEF[35]

Estos análisis proporcionaron una visión completa de la calidad del agua en la zona costera de estudio, respaldando así la evaluación de su seguridad para actividades de recreación de contacto primario y contribuyendo a la protección de la salud de los visitantes de este atractivo turístico costero. Tabla 3.

Tabla 3 Las muestras fueron analizadas en el laboratorio[36]

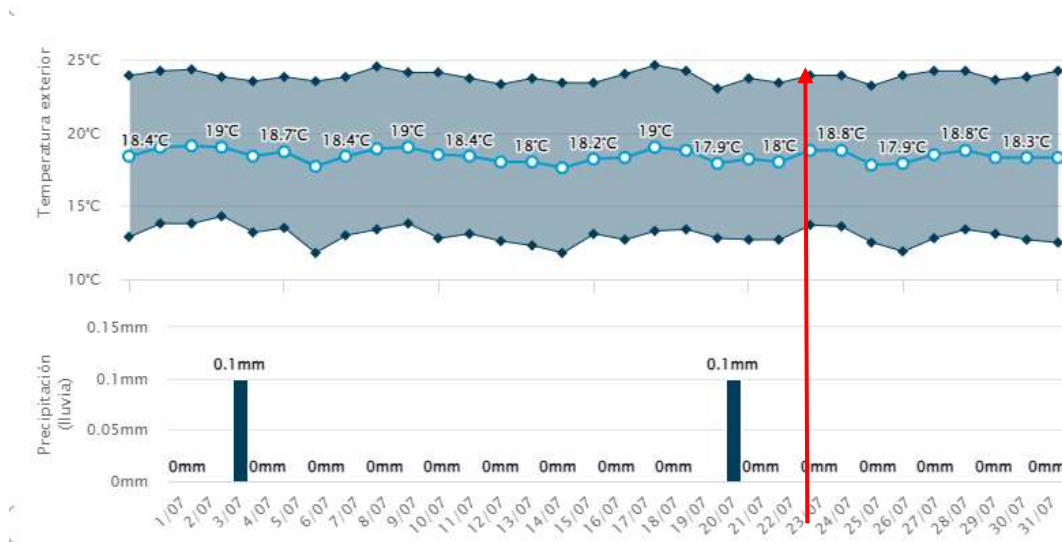
Tipo de variable	Variable	Unidad de medida	Método	Referencia
Fisicoquímicas	pH	<i>Unidades</i>	Electrométrico	APHA et al., (N°4500-H B)
	OD	<i>mg/L</i>	Membrana permeable	APHA et al., (N°5210 B)
	DBO ₅	<i>mg/L</i>	Incubación directa a 20°C por 5 días	APHA et al., (N°5210 B)
	Turbiedad	<i>NTU</i>	Nefelométrico	APHA et al., (N°2130-B)
Microbiológicas	Conformes totales y fecales (termo tolerantes)	<i>NMP/100 ML</i>	Fermentación de tubos múltiples	APHA et al., (N°9221)

Fuente: (APHA, AVWVA, & WEF, 2012)

Temperatura: La evolución diaria media de las temperaturas y las precipitaciones en Ica durante el mes de julio proporciona información crucial sobre las condiciones climáticas en esta región durante ese período específico. Este análisis no solo considera la temperatura promedio a lo largo del mes, sino que también examina cómo fluctúan las temperaturas día a día. Del mismo modo, se evalúa la cantidad promedio de precipitación diaria, lo que ayuda a comprender la variabilidad climática en julio. Este conocimiento es esencial para una variedad de aplicaciones, desde la agricultura y la gestión del agua hasta la planificación turística y la toma de decisiones relacionadas con el clima. Tabla 4.

Tabla 4 La media de las temperaturas y las precipitaciones diarias en Ica durante el mes de julio, a lo largo del tiempo

Fecha	Temperatura ambiente (°C)
23/07/2023	18.8



El proceso de muestreo en la playa Santa Lomitas, que es el foco de estudio de esta investigación, se realizó en las horas matutinas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de los “análisis fisicoquímicos y microbiológicos” realizados en el agua marina de la costa del distrito de Ocucaje. Tabla 5.

Tabla 5 Información sobre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en Punta Lomitas, en la fecha del 23.07.2023

CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	ESTANDARES DE CALIDAD DE AGUA (ECA) D.S. N°004-2017-MINAM
		CF-01	CATEGORIA A: CONSERVACION DEL AMBIENTE ACUATICO
ACEITES Y GRASAS	mg/L	4.7	E3_MARINOS
			5

DQO	mg/L	23.0	...
DBO₅	mg/L	6.00	10.0
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	21.0	≤ 30
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	98.0	1000
pH	Unidad	7.9	6.8 – 8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	μS/cm	51.0	...
TEMPERATURA	°C	18.8	Δ2
OXIGENO DISUELTO	mg/L	5.8	≥ 4
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	85.15	2000

Los análisis de calidad del agua marina en Punta Lomitas, realizados el 23 de julio de 2023, proporcionaron una visión detallada de diversos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que son fundamentales para evaluar su aptitud para la recreación de contacto primario. Los resultados indicaron que los niveles de aceites y grasas en el agua fueron de 4.7 mg/L, mientras que la Demanda Química de Oxígeno (DQO) se registró en 23.0 mg/L y la “Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en 6.00 mg/L”. Los sólidos suspendidos se encontraron en una concentración de 21.0 mg/L, y los sólidos totales disueltos fueron de 98.0 mg/L. El pH del agua se mantuvo en 7.9 unidades, mientras que la conductividad eléctrica registró 51.0 uS/cm. La temperatura del agua fue de 12.2°C, y el oxígeno disuelto se midió en 3.8 mg/L. Además, los coliformes totales se cuantificaron en 85.15 NMP/100 ml.

Estos resultados son esenciales para determinar la calidad general del agua en Punta Lomitas, y su comparación con los estándares de calidad ambiental establecidos proporciona información crucial para garantizar la seguridad de quienes participan en actividades de recreación de contacto primario en esta zona litoral costera.

3.2. Determinar los niveles aceptables de cada parámetro del agua marina para la recreación de contacto primario en la zona litoral costera de Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022.

1. Formulación del índice de calidad de aguas marinas para usos de turismo de contacto primario -ICAM_{PA}

En el contexto peruano, se han realizado múltiples investigaciones dirigidas hacia la preservación de los ecosistemas marinos y costeros, junto con la evaluación ambiental y la formulación de planes de manejo, entre otros estudios especializados. No obstante, estas investigaciones han sido ejecutadas de manera dispersa, lo que ha generado una carencia de organización y actualización en la recopilación de datos existente.

Selección de Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos

El Índice de Calidad del Agua Marino (ICAM) se compone de múltiples variables destinadas a la evaluación de la calidad del agua en entornos marinos y costeros. Estas variables engloban parámetros físicoquímicos, microbiológicos y biológicos, y se miden en unidades específicas. Los métodos de medición empleados varían en función del parámetro analizado y pueden incluir procedimientos químicos, microbiológicos y técnicas de muestreo.

Cada una de las variables comprendidas en el ICAM se encuentra asociada a un factor de ponderación, el cual refleja su importancia relativa en la valoración global de la calidad del agua. La asignación de estos factores de ponderación se fundamenta en la literatura científica y consideraciones técnicas respaldadas por la comunidad científica[37]. Tabla 6.

Tabla 6 El ICAM utiliza variables con unidad de medida, métodos y factores de ponderación para evaluar la calidad del agua marina y costero[37].

Tipo de Variable	Parámetro	Método	Referencia	Unidad de medida	Ponderación
Físicoquímicas	pH	Potenciométrico	APHA et al., 2012 (N°4500-H B)	Unidad	0,12

	DB05	Incubación directa a 20°C por 5 días	APHA et al., 2012 (N°5210 B)	mg/L	0,13
	OD	Membrana permeable	APHA et al., 2012 (N°4500-O G).	mg/L	0,16
	Solido suspendidos totales.	Gravimetría	APHA et al., 2012 (N°2540-D).	mg/L	0,13
Microbiológicas	Coliformes Totales	Fermentación en tubos múltiples	APHA et al., 2012 (N°9221)	NMP/100 ML	0,14

Este indicador abarca una serie de propiedades físicas, químicas y microbiológicas que ofrecen una representación del estado de un cuerpo de agua en términos de las condiciones ambientales que son propicias para el mantenimiento de la flora y fauna acuáticas. Funciona como un indicador del estado, lo que facilita la comprensión de las condiciones naturales en entornos acuáticos y la influencia humana en los recursos hídricos marinos, categorizando la calidad en rangos previamente definidos y estandarizados.[38]. Tabla 7.

Tabla 7 Índices de calidad del agua: Evaluación y monitoreo de la contaminación hídrica.[39].

VARIABLE	ECUACION PARA EL SUBINDICE DE LA CALIDAD
pH	$X_{pH} = 0,0149(pH)^6 - 0,2019(pH)^5 - 3,2287(pH)^4 + 79,072(pH)^3 - 568,84(pH)^2 + 1735,3(pH) - 1929$
DBO5	$X_{DBO} = - 0,0252(DBO)^5 - 0,1176(DBO)^4 + 4,7091 (DBO)^3 - 22,767(DBO)^2 + 6,0583(050) + 99,403$
OD	$X_{O.D.} = 0,0058(O.D)^5 - 0,1548(O.D)^4 + 1,2426(O.D)^3 - 2,9871(O.D)^2 + 12,105(0.0) - 0,4845$
SST	$X_{SST} = 0,0000000001(SST)^5 + 0,00000008(SST)^4 + 0,00005(SST)^3 + 0,0102(SST)^2 + 1,207(SST) + 98,827$
COLIFORMES TOTALES	$X_{C.T} = 100,60391 - 108,76462 * EXP (-28,897827(C. T)^{-0,32})$

2. Selección de fórmula de agregación: Índice de calidad de agua marina

En el desarrollo de un índice de calidad, es común utilizar una fórmula de agregación llamada promedio geométrico ponderado. Esta fórmula, se basa en asignar pesos a cada parámetro y calcular un promedio ponderado. Esta ecuación permite obtener una medida integral y equilibrada de la calidad del fluido se determina considerando la relevancia de cada parámetro evaluado..[39], [15].

$$ICAM = \left(\prod_{i=1}^n X_i^{w_i} \right)^{\frac{1}{\sum w_i}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- $ICAM$: Índice de calidad de agua marina en función de la destinación del recurso (en este caso de estudio, destinado para fines recreativos).
- X_i : Subíndice de calidad (determinado con curvas de calidad) para cada variable que conforma el indicador.
- W_i : Factor de ponderación para cada variable según su importancia dentro del ICAM.
- n : Numero de variables que conforman el indicador.

Se lleva a cabo una modificación en la ecuación, la cual se resume de la siguiente manera: **La ecuación utilizada para determinar el ICAM.**[39].

$$ICAM_{RAP} = [(X_{pH})^{0.12} * (X_{DBO5})^{0.13} * (X_{O.D.})^{0.16} * (X_{Solidos\ Susp.})^{0.13} * (X_{Col.Totales})^{0.14}] \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- $ICAM_{RAP}$: Índice de calidad de agua marina enfocados a fines recreativos, actividades náuticas y pesqueras (R.A.P).
- X_{pH} : Subíndice de calidad del potencial de hidrogeno (pH).
- X_{DBO5} : Subíndice de calidad para la demanda bioquímica de oxígeno al quinto día (DBO5).
- X_{OD} : Subíndice de calidad de oxígeno disuelto (OD).

$X_{\text{Solidos Susp.}}$: Subíndice de calidad de solidos suspendidos totales (SST).

$X_{\text{Coliformes totales}}$: Subíndice de calidad de los coliformes totales (CT).

Orosco-Miranda et al. Se tuvieron en cuenta las escalas de calidad como referencia para convertir el resultado del índice en una evaluación cualitativa que refleja la calidad del cuerpo de agua analizado. Tabla 8. [15].

Tabla 8 Escala de valoración del ICAM[15]

ESCALA DE CALIDAD	COLOR	CATEGORIAS	POSIBLES ACCIONES A IMPULSAR
Optima	Azul	100 - 90	La calidad del agua es excepcional
Adecuada	Verde	90 - 70	La calidad del agua es adecuada
Aceptable	Amarillo	70 - 50	La calidad del agua es satisfactoria, aunque presenta algunas limitaciones en su uso
Inadecuada	Naranja	50 - 25	La calidad del agua es inadecuada
Pésima	Rojo	25 - 0	La calidad del agua es extremadamente deficiente y presenta un alto grado de contaminación

3. Función de agregación

En esta investigación se aplicó la función de agregación de la media geométrica ponderada, una de las técnicas más comunes y sensibles para desarrollar un índice de calidad del agua. Esta ecuación permite evaluar los cambios en la calidad del agua y es ampliamente utilizada a nivel mundial. Tabla 9.

Tabla 9 Escala de calidad para variables del ICAM[39]

“Categoría de Calidad”	“Índice”	pH “(Und)”	OD “(mg/L)”	DBO “(mg/L)”	Colif. Tot “(NMP/100 ML)”	Solidos Susp. “(mg/L)”
Óptima	100 - 90	7,8 – 8,5	7,0 - 8,5	< 2	< 2	0 - 10
Adecuada	90 - 70	7,4 - 7,8	6,0 - 7,0	2,0 - 4,0	2 - 14	10 - 25

Aceptable	70 - 50	7,0 - 7,4	4,0 - 6,0	4,0 - 6,0	14 - 30	25 - 50
Inadecuada	50 - 25	5,0 - 7,0	2,0 - 4,0	6,0 - 8,0	30 - 200	50 - 80
Pésima	25 - 0	4,5 - 5,0	0,0 - 2,0	> 8,0	> 200	> 80

Evaluación del índice de calidad del agua marina de la playa Punta Lomitas.

La aplicación de la ecuación (2) del “índice de calidad de agua marina”

(ICAM) en la playa monitoreada, como playa Punta Lomitas, permitió obtener los resultados se categorizaron en una escala de calidad compuesta por cinco niveles, que abarcan desde 0 hasta 100. (Tabla 10). Esta metodología integró cinco variables, como pH, DBO5, OD, sólidos suspendidos totales, coliformes totales, coliformes totales y coliformes fecales, mediante una ecuación de promedio geométrico ponderado. Estas variables representan la calidad del fluido se evalúa en función de los valores de referencia establecidos por normativas nacionales e internacionales, lo que permite determinar su condición y cumplimiento con los estándares establecidos, con el objetivo de proteger el hábitat de especies y comunidades en los ecosistemas costeros.

Tabla 10 Cálculo índice de calidad del agua marina (ICAM)

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	Q-VALOR	FACTOR DE PONDERACIÓN	SUBTOTAL
Oxígeno Disuelto	5.8	% sat	174.5	0.16	2.3
Coliformes Totales	85.15	NMP/100 ml	416131.4	0.14	6.1
pH	7.9	Unidades	98.9	0.12	1.7
DBO	6.0	mg/L	226.5	0.13	2.0
Sólidos Totales	98	mg/l	65.6	0.13	1.7
Producto índice	ICAM =				84.53

Tabla 11 Valoración de la calidad del fluido marino de la playa Punta Lomitas en la fecha 23/07/2023

Puntos Monitoreos	Distancia (m)	Profundidad (m)	pH	DBO ₅	OD	Coliformes Totales	Solidos Suspendidos	ICAM	Calidad del Agua
CF-1	15	0.3	7.9	6.0	5.08	85.15	98	84.53	Adecuada

Se evaluó la naturaleza del fluido marino en la playa Punta Lomitas en la fecha, 23/07/2023, utilizando el (ICAM). Los resultados obtenidos para cada uno de los seis puntos de monitoreo fueron los siguientes: CF-01 = 84.53.

3.3. Explorar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina puede influir en el número de visitantes turístico en la zona litoral costera, Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, 2022.

Este objetivo busca explorar cómo la “calidad del agua marina puede influir en la afluencia de visitantes turísticos en la playa Punta Lomitas durante el año 2022, de acuerdo con los datos obtenidos de la Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo de Ica, la cantidad de visitantes turistas en la zona litoral costera, Punta Lomitas, Ocucaje. Tabla 12.

Tabla 12 La relación del número de visitantes turísticos en la playa Punta Lomitas

FECHA	VISITANTES
12-MAR.2023	255
16.ABR.2023	183
14.MAY.2023	121
11.JUN.2023	76
23.JUL.2023	21
20.AGO.2023	45

Los resultados de la tabla que proporcionas muestran la cantidad de visitantes turísticos en la playa Punta Lomitas en diferentes fechas a lo largo del año 2023. El objetivo secundario de la investigación planteaba la posibilidad de que la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina pudiera influir en el número de visitantes turísticos.

Al observar los datos, se puede notar que la cantidad de visitantes turísticos ha variado a lo largo del tiempo. En marzo, el número de visitantes fue el más alto, con 255 personas, y a partir de entonces, disminuyó gradualmente en los meses siguientes. Estas variaciones podrían sugerir una posible relación entre la calidad del agua marina y la afluencia de turistas.

Para explicar estos resultados, podrías considerar lo siguiente:

Temporada turística: La cantidad de visitantes puede estar influenciada por la temporada turística. Es posible que marzo sea un mes de mayor afluencia turística debido a vacaciones o eventos especiales y también por ser una estación de verano, mientras que los meses posteriores pueden experimentar una disminución típica en la afluencia.

Calidad del agua: Para determinar si la calidad del agua tiene un impacto en el número de visitantes, sería necesario realizar un análisis estadístico para evaluar cualquier correlación significativa entre los datos de calidad del agua y la cantidad de visitantes en cada fecha. Si los datos indican una correlación positiva o negativa, podría sugerir que la calidad del agua está influyendo en la decisión de las personas de visitar la playa. Por otro lado, hay que considerar las estaciones del año que hay en nuestra región de Ica eso se debe al cambio de visitantes turistas en verano que es mayor su presencia y en invierno es menor su presencia de visitantes turísticas.

Otros factores: Además de la calidad del agua, otros factores pueden estar influyendo en la afluencia de visitantes, como el clima, promociones turísticas, eventos locales y accesibilidad.

Por lo tanto, aunque los datos muestran variaciones en el número de visitantes turísticos en Punta Lomitas a lo largo del tiempo, se requeriría un análisis más detallado y estadístico para determinar si la calidad del agua marina está directamente relacionada con estas variaciones. También es importante considerar otros factores que podrían estar afectando la cantidad de visitantes.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las muestras de agua marina recolectadas en la zona litoral costera de Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, el 23 de julio de 2023, mostraron que la calidad del agua es apta para la recreación de contacto primario. Los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los límites establecidos por el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. En particular, los valores de los parámetros siguientes se encuentran dentro de los límites establecidos:

Oxígeno disuelto: 5.8 mg/L (límite mínimo: 3.0 mg/L)

pH: 7.9 (límite mínimo: 6.5; límite máximo: 8.5)

Conductividad eléctrica: 51 uS/cm (límite máximo: 700 uS/cm)

Temperatura: 12.2 °C (límite máximo: 30 °C)

Los valores de los parámetros bacteriológicos también se encuentran dentro de los límites establecidos por el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM. En particular, el valor de los coliformes totales es de 85.15 NMP/100 ml, que es menor que el límite máximo de 2000 NMP/100 ml.

En la discusión de los resultados, se puede destacar que los valores obtenidos en el Índice de la Naturaleza del Fluido Marino (ICAM) indican que la naturaleza del agua utilizada en las playas turísticas de Ocucaje, Ica, es satisfactoria. Estos resultados respaldan la hipótesis planteada y demuestran que las condiciones del agua son adecuadas para actividades recreativas. Se observa que los valores promedio del ICAM en las diferentes fechas de muestreo se encuentran dentro de la categoría de calidad adecuada, de acuerdo con la escala establecida. Esto indica que la calidad del agua marina cumple con los estándares requeridos para proteger la salud de los bañistas y garantizar una experiencia agradable en la playa Punta Lomita en el distrito de Ocucaje. *Vivas-Aguas et al.* [15], hace saber que es importante resaltar que los resultados son el producto de un monitoreo regular y una gestión adecuada de la calidad del agua. Sin embargo, se debe mantener una vigilancia constante y realizar acciones preventivas para evitar potenciales causantes de contaminación y preservar la naturaleza del fluido a largo plazo. Además, *Orosco-Moreira et al.*, [38], destaca que la aplicación de normativas y regulaciones, como el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, permite garantizar la calidad del agua marino costero y proteger el medio ambiente. Estas medidas deben ir de la mano con la educación y

concientización de los turistas y visitantes sobre la importancia de cuidar y preservar el entorno costero.

Un hallazgo relevante es que, en la fecha de inicio del muestreo en marzo de 2023, se registró el número más alto de visitantes, alcanzando un total de 255. Esta cifra gradualmente disminuyó a lo largo de los meses posteriores, llegando a su punto más bajo en julio, con solo 21 visitantes. A partir de entonces, se observa una leve recuperación en agosto, con 45 visitantes. Es ciertamente relevante considerar las estaciones del año al analizar la fluctuación en el número de visitantes turísticos en la zona costera de Ocucaje, Ica. La presencia de estaciones claramente definidas, como el verano, el otoño y el invierno, puede tener un impacto significativo en la afluencia de turistas a lo largo del año. Si bien es importante destacar la influencia de las condiciones climáticas y las estaciones en la dinámica del turismo, también es valioso observar que, incluso dentro de estas estaciones, se registra una tendencia a la disminución del número de visitantes a medida que avanzamos en el tiempo. En última instancia, la discusión puede destacar cómo la combinación de factores estacionales y la calidad del agua puede influir en la afluencia de visitantes turísticos en Punta Lomitas. Esto puede proporcionar una comprensión más completa de los factores que afectan la actividad turística en la zona costera de Ocucaje, Ica.

V. CONCLUSIONES

La conclusión indica que los análisis fisicoquímicos han demostrado que la mayoría de los parámetros evaluados, como la temperatura del agua, el pH, la conductividad eléctrica y la concentración de oxígeno disuelto, se encuentran dentro de los rangos aceptables. Esto indica condiciones fisicoquímicas favorables en la zona costera estudiada. Es importante destacar que los análisis microbiológicos, específicamente la presencia de coliformes totales, han arrojado valores muy bajos, significativamente por debajo de los estándares de calidad ambiental (ECA) establecidos en el Decreto Supremo No 004-2017-MINAM. Esta baja presencia de coliformes totales refleja un nivel mínimo de contaminación bacteriológica, lo que confirma la seguridad de la recreación de contacto primario en Punta Lomitas. Se puede decir que, la calidad fisicoquímica del agua marina en Punta Lomitas es mayormente adecuada, y los coliformes totales se encuentran en niveles muy bajos. Esto sugiere que la zona costera es segura y apta para actividades de recreación de contacto primario, cumpliendo con los estándares de seguridad ambiental. Por lo tanto, se concluye que Punta Lomitas ofrece condiciones ideales para que los visitantes y turistas disfruten de manera segura de este atractivo turístico, con la certeza de que la calidad del agua marina está en conformidad con los estándares requeridos.

Los resultados obtenidos de la exploración de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera de Punta Lomitas, Ocucaje, Ica, han arrojado datos interesantes en relación con el número de visitantes turísticos. Si bien es importante reconocer la influencia de las estaciones del año en la afluencia de turistas, también es evidente que existe una disminución en el número de visitantes a lo largo del tiempo que no puede atribuirse únicamente a las variaciones estacionales. Por lo tanto, se recomienda que las autoridades locales y los responsables de la gestión ambiental tomen medidas para monitorear y mejorar la calidad del agua en Punta Lomitas, lo que podría contribuir a mantener e incluso aumentar el número de visitantes turísticos en esta zona litoral costera. Además, se sugiere llevar a cabo investigaciones futuras que

profundicen en esta posible relación entre la calidad del agua y el turismo para respaldar aún más estas observaciones preliminares.

VI. RECOMENDACIONES

Para asegurar la sostenibilidad ambiental en la zona litoral costera de Punta Lomitas, es fundamental establecer un “programa de monitoreo constante de la calidad del agua marina”, realizado por entidades responsables. Además, se debe enfocar en promover la educación ambiental entre los visitantes para crear conciencia sobre la importancia de mantener limpio el entorno costero. La gestión adecuada de residuos, con la colocación de contenedores apropiados y la recolección responsable, también es esencial para prevenir la contaminación del agua. La colaboración estrecha con las autoridades locales para implementar regulaciones y prácticas sostenibles en la zona costera es crucial. Finalmente, la investigación continua en la zona costera debe ser prioritaria, adaptando políticas y prácticas según nuevos hallazgos para garantizar que Punta Lomitas siga siendo un destino turístico seguro y sostenible, donde la calidad del agua marina cumpla con los estándares requeridos y se preserve este entorno natural único.

Basándonos en los resultados de esta investigación y la discusión correspondiente, se derivan la importancia de establecer un programa del “*Monitoreo Continuo de Calidad del Agua*”, en la zona litoral costera de Punta Lomitas. Este programa debe ser sistemático y constante a lo largo del año, involucrando análisis regulares de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. Este monitoreo proporcionaría información en tiempo real sobre la calidad del agua y permitiría una respuesta más rápida ante posibles problemas de contaminación. Es crucial realizar inversiones de *Infraestructura de Saneamiento* en la zona costera. Esto incluye la actualización y expansión de sistemas de tratamiento de aguas residuales, así como la implementación de medidas efectivas para la gestión de desechos sólidos. La prevención de la contaminación en la fuente es esencial para garantizar la calidad del agua a lo largo del tiempo. Se recomienda desarrollar “campañas de *Educación y Concientización Ambiental*”, dirigidas a la comunidad local y a los visitantes turísticos. Estas campañas deben destacar la “importancia de mantener la calidad del agua” y promover prácticas responsables en la playa. La educación puede ayudar a crear una cultura de respeto por el entorno marino.

Es necesario de establecer ***Regulaciones para Actividades Recreativas***, en la playa en “función de la calidad del agua”. Esto podría incluir la implementación de restricciones temporales durante períodos de alta contaminación, especialmente para actividades como el baño y los deportes acuáticos. Estas regulaciones deben ser claras y de fácil cumplimiento. Se sugiere realizar ***Investigación Adicional***, que profundicen en la relación entre la “calidad del agua y el número de visitantes turísticos”. Esto podría involucrar encuestas a los visitantes para comprender mejor sus percepciones y preferencias en relación con la calidad del agua. Estos datos adicionales pueden informar de manera más precisa las estrategias de gestión. La ***Cooperación Interinstitucional***, es fundamental fomentar la colaboración entre las autoridades locales, regionales y nacionales, así como con organizaciones ambientales y la comunidad local. La implementación efectiva de estas recomendaciones requerirá la coordinación de múltiples partes interesadas y la asignación adecuada de recursos. Estas recomendaciones están diseñadas para abordar los desafíos identificados en relación con “la calidad del agua en la zona costera de Punta Lomitas”, con el objetivo de mantener un ambiente marino saludable y seguro para los visitantes y la comunidad local.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. Lukoseviciute y T. Panagopoulos, «Management priorities from tourists' perspectives and beach quality assessment as tools to support sustainable coastal tourism», *Ocean Coast. Manag.*, vol. 208, n.º January 2020, p. 105646, 2021, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2021.105646.
- [2] UNWTO, *Anual Report 2017*. Madrid: World Tourism Organization, 2018.
- [3] PNUMA, «Foro de Medio Ambiente en Colombia busca promover la agenda medioambiental de los ODS». Objetivos del Desarrollo Sostenible, Colombia, 2016, [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2016/03/pnuma-foro-de-medio-ambiente-en-colombia-busca-promover-la-agenda-medioambiental-de-los-ods/>.
- [4] S. Lucrezi, M. Saayman, y P. Van der Merwe, «An assessment tool for sandy beaches: A case study for integrating beach description, human dimension, and economic factors to identify priority management issues», *Ocean Coast. Manag.*, vol. 121, pp. 1-22, 2016, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2015.12.003.
- [5] H. E. Kolm, K. V. Gomes, F. K. Ishii, y C. C. Martins, «An integrated appraisal of multiple faecal indicator bacteria and sterols in the detection of sewage contamination in subtropical tidal creeks», *Int. J. Hyg. Environ. Health*, vol. 221, n.º 7, pp. 1032-1039, 2018, doi: 10.1016/j.ijheh.2018.07.004.
- [6] R. N. Verga, J. A. Tolosano, N. J. Cazzaniga, y D. G. Gil, «Assessment of seawater quality and bacteriological pollution of rocky shores in the central coast of San Jorge Gulf (Patagonia, Argentina)», *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 150, n.º August 2019, p. 110749, 2020, doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.110749.
- [7] G. P. Trujillo y A. Guerrero, «Caracterización físico-química y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito , Trujillo , Perú Physicochemical and bacteriological characterization of seawater in», *Rebiol*, vol. 35, n.º 002, pp. 23-33, 2015, [En línea]. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/872>.
- [8] O. O. Adeniji, T. Sibanda, y A. I. Okoh, «Recreational water quality status of the Kidd's Beach as determined by its physicochemical and bacteriological quality parameters», *Heliyon*, vol. 5, n.º 6, p. e01893, 2019, doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01893.

- [9] B. Posada *et al.*, «Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia año 2012», *INVEMAR*, vol. 8, p. 170, 2012, [En línea]. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/IEARMC 2012_PDF.pdf.
- [10] J. Escobar, *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. Santiago de Chile: Naciones Unidas CEPAL, 2002.
- [11] J. M. Bayona y J. Albaigés, «Sources and fate of organic contaminants in the marine environment», *Handb. Environ. Chem. Vol. 2 React. Process.*, vol. 2 N, n.º December 2005, pp. 323-370, 2006, doi: 10.1007/698_2_010.
- [12] N. Beharry-Borg y R. Scarpa, «Economic valuation of coastal water quality improvements in Tobago», *Rev. Lit. Arts Am.*, n.º January, pp. 1-40, 2010, [En línea]. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/N Beharry-Borg.pdf>.
- [13] A. Gómez Castillo, «Estudio de contaminación por materia orgánica, Coliformes fecales y nutrientes en 6 descargas de aguas en la bahía de Chetumal, Quintana Roo», Universidad de Quintana Roo, 2014.
- [14] C. E. Perez Cruz, «Evaluación De La Calidad Del Agua De Mar En Playas Recreativas En El Corredor Turístico De Los Cabos, B.C.S.», Centro de Investigaciones Biológicas del MOoreste S.C., 2010.
- [15] L. J. Vivas-Aguas y S. M. Navarrete-Ramírez, *Protocolo Indicador Calidad de Agua (ICAMPFF). Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)*. Colombia: AquaDocs, 2014.
- [16] C. Cardoso Jiménez, «Turismo Sostenible una revisión conceptual aplicada», *El Periplo Sustentable*, vol. unknown, n.º 11, pp. 5-21, 2006.
- [17] R. A. Blanco Campo, J. R. Sierra Salcedo, y UNWTO, «Calidad de las Aguas de las Playas del Sector Turístico de Cartagena de Indias, Norte de Colombia», World Tourism Organization, Madrid, 2557.
- [18] J. Gómez y G. Salcedo, «Evaluación de la calidad del agua en las Playas Turísticas de Puerto Colombia, Atlántico y su relación con las fuentes de contaminación», Universidad de la Costa, 2016.
- [19] M. E. Vara Licona, «Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa Dedicatoria », Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2016.
- [20] D. Maidment, *Handbook of Hydrology.pdf*. Texas: McGraw-Hill, INC, 1996.

- [21] G. García Morales, «Evaluación integral y estrategia de manejo de las playas recreativas de Guaymas y Empalme, Sonora, México», Centro de Investigaciones Biológicas del NoOeste, S.C., 2017.
- [22] M. Amaya y D. Saldarriaga, «The marine-coastal waters of Cancas cove, Tumbes, Peru: Are they contaminated?», *Manglar*, vol. 17, n.º 4, pp. 289-293, 2020, doi: 10.17268/manglar.2020.043.
- [23] E. F. Arellano Gamarra, «Nivel de Contaminación Atmosférica por Material Particulado (PM₁₀) y su composición Metálica en el Área Urbana del distrito de Cusco», Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2019.
- [24] L. del S. N. de E. de I. Ambiental, «Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental – Ley N° 27446. Artículo 3.» p. 8 pp., 2001.
- [25] OMT, «El turismo alza su voz en favor de la paz», *Pag. Web*, 2022.
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/220218-secretary-general-statement-es.pdf.
- [26] J. Cabrera Fernández, «Aplicación de un modelo de dispersión atmosférica», Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2012.
- [27] ECA Decreto Supremo N°004.2017-MINAM, «Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias», *Norma Legal*. El Diario el Peruano, Lima - Perú, p. 10 Pag., 2017, [En línea]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>.
- [28] L. G. del A. N°28611, «Ley general del Medio Ambiente N° 28611». Lima - Perú, p. 52, 2005, [En línea]. Disponible en: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ley_n-28611.pdf.
- [29] DS_N°004-2017-MINAM, «Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Establecen Disposiciones Complementarias», *El Peruano*. Lima - Perú, p. 10 pag., 2017, [En línea]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>.
- [30] J. Supo, *Cómo escribir una tesis: Redacción del informe final de tesis*, Primera Ed. Lima - Perú: BIOESTADISTICO EIRL, 2015.
- [31] ANA, *Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Lima - Perú: Ministerio de Agricultura y Riego, 2016.
- [32] D.S. N°074-2001-PCM, «Decreto Supremo N ° 074-2001-PCM: Reglamento De Estándares Nacionales De Calidad Ambiental del AIRE», *Norma Ambiente*. Presidente

- de la Republica, Lima, Peru, pp. 1-16, 2001, [En línea]. Disponible en:
<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/DS-074-2001-PCM.pdf>.
- [33] N. 28611 Ley General del Ambiente, *LEY N° 28611. Ley General del Ambiente*. 2005, p. 45 Pag.
- [34] H. Atencio Santiago, «Análisis de la Calidad del Agua para consumo localidad de San Antonio De Rancas , del Distrito De Simon Boloivar. Provincia y Region de Pasco.2018», Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, 2018.
- [35] N. B. Muyot, «Quality Of The Coastal Water Of Aroma Beach San Jose, Occidental Mindoro», *Int. J. Sci. Technol. Manag.*, vol. 3, n.º 3, pp. 806-810, 2022, doi: 10.46729/ijstm.v3i3.526.
- [36] & W. APHA, AWWA, «Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater», *Norma*. American Public Health Association, American Water Works Associations y Water Environment Federation., Washington, D. C., p. 541, 2012, [En línea]. Disponible en:
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/23266/19195>.
- [37] B. Posada *et al.*, «Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros de Colombia: Año 2011», *Inst. Investig. Mar. y Costeras "INVEMAR"*, vol. 8, p. 206, 2012, [En línea]. Disponible en:
http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/IER_2011.pdf.
- [38] E. R. Orosco-Moreyra, L.-J. Vivas-Aguas, y A. Alcantara Boza, «Desarrollo de un Índice Numérico de Calidad de Agua Marina para la pesca y maricultura en la costa central del Perú», *Rev. Investig. Fac. Minas y Metal. Ciencias Geogr.*, vol. 25, pp. 401-410, 2022, [En línea]. Disponible en:
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/23266/19195>.
- [39] J. Gómez y G. Salcedo, «Evaluación de la Calidad del agua en las Playas Turísticas de Puerto Colombia , Atlántico y su Relación con las Fuentes de Contaminación», Universidad de la Costa, 2016.

ANEXO

ANEXO 1: CADENA DE CUSTODIA

Nº 065377

envirotest
Environmental Testing Laboratory S.A.C.

CADENA DE CUSTODIA

INSTRUMENTO CLIENTE

PROYECTO: PEDRAS CALDENAS HERREROS

CLIENTE: SICA

UBICACION: PLAYA RUTA CAJON-OCCIDENTE-ICA

DESCRIPCION: AUB CONSULTING GROUP DEMOVAL 2020 Y 2021 BIL ATE-1474

PROYECTO: PEDRAS CALDENAS HERREROS

CLIENTE: SICA

UBICACION: PLAYA RUTA CAJON-OCCIDENTE-ICA

DESCRIPCION: AUB CONSULTING GROUP DEMOVAL 2020 Y 2021 BIL ATE-1474

SE (ppm)

mg

g

kg

l

ml

cm³

cm²

cm¹

cm⁰

cm⁻¹

cm⁻²

cm⁻³

cm⁻⁴

cm⁻⁵

cm⁻⁶

cm⁻⁷

cm⁻⁸

cm⁻⁹

cm⁻¹⁰

cm⁻¹¹

cm⁻¹²

cm⁻¹³

cm⁻¹⁴

cm⁻¹⁵

cm⁻¹⁶

cm⁻¹⁷

cm⁻¹⁸

cm⁻¹⁹

cm⁻²⁰

cm⁻²¹

cm⁻²²

cm⁻²³

cm⁻²⁴

cm⁻²⁵

cm⁻²⁶

cm⁻²⁷

cm⁻²⁸

cm⁻²⁹

cm⁻³⁰

cm⁻³¹

cm⁻³²

cm⁻³³

cm⁻³⁴

cm⁻³⁵

cm⁻³⁶

cm⁻³⁷

cm⁻³⁸

cm⁻³⁹

cm⁻⁴⁰

cm⁻⁴¹

cm⁻⁴²

cm⁻⁴³

cm⁻⁴⁴

cm⁻⁴⁵

cm⁻⁴⁶

cm⁻⁴⁷

cm⁻⁴⁸

cm⁻⁴⁹

cm⁻⁵⁰

cm⁻⁵¹

cm⁻⁵²

cm⁻⁵³

cm⁻⁵⁴

cm⁻⁵⁵

cm⁻⁵⁶

cm⁻⁵⁷

cm⁻⁵⁸

cm⁻⁵⁹

cm⁻⁶⁰

cm⁻⁶¹

cm⁻⁶²

cm⁻⁶³

cm⁻⁶⁴

cm⁻⁶⁵

cm⁻⁶⁶

cm⁻⁶⁷

cm⁻⁶⁸

cm⁻⁶⁹

cm⁻⁷⁰

cm⁻⁷¹

cm⁻⁷²

cm⁻⁷³

cm⁻⁷⁴

cm⁻⁷⁵

cm⁻⁷⁶

cm⁻⁷⁷

cm⁻⁷⁸

cm⁻⁷⁹

cm⁻⁸⁰

cm⁻⁸¹

cm⁻⁸²

cm⁻⁸³

cm⁻⁸⁴

cm⁻⁸⁵

cm⁻⁸⁶

cm⁻⁸⁷

cm⁻⁸⁸

cm⁻⁸⁹

cm⁻⁹⁰

cm⁻⁹¹

cm⁻⁹²

cm⁻⁹³

cm⁻⁹⁴

cm⁻⁹⁵

cm⁻⁹⁶

cm⁻⁹⁷

cm⁻⁹⁸

cm⁻⁹⁹

cm⁻¹⁰⁰

ADJUDICANTE O USUARIO

ANEXO 2: CERTIFICADOS DE ANÁLISIS



INFORME DE ENSAYO N° 205723 CON VALOR OFICIAL

Razón Social	: A&B CONSULTING GROUP PERÚ E.I.R.L.
Domicilio Legal	: Ica
Solicitado Por	: Dr. Pedro Córdova Mendoza
Referencia	: Cotización NP2364
Proyecto	: Monitoreo Ambiental de la Calidad de Agua
Procedencia	: Playa Punta Lomitas
Muestreo Realizado Por	: El Cliente
Cantidad de Muestra	: 5
Producto	: Agua de mar
Fecha de Recepción	: 24/07/2023
Fecha de Ensayo	: 24/07/2023
Fecha de Emisión	: 14/08/2023

I. Resultados

Código de Laboratorio	: 205705-01		
Código de Cliente	: CA - 01		
Fecha de Muestreo	: 23/07/2023		
Hora de Muestreo (h)	: 12:30		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	: E: INDICA N: INDICA		
Tipo de Producto	: Agua de Mar		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Fisicoquímicos			
Aceites y Grasas	mg/L	0,2	4,7
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2,0	6
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5,0	23
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	6	98
Sólidos Totales Suspensos	mg/L	6	21
Potencial de Hidrogeno	pH	0,002	7,9
Temperatura	°C	0,25	12,2
Oxígeno Disuelto	mg/L	1,00	3,8
Conductividad Eléctrica	µS/cm	0,010	51

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado

INFORME DE ENSAYO N° 205723 CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Fisicoquímicos		
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017	Solids, Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C

SIGLAS: "SM": Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 23rd. Ed. 2017



Luis Herrera Aguilar
Gerente General
A&B Consulting Group Perú E.I.R.L.

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de prescripción de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y sigue desde la toma de muestra. Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de A&B Consulting Group Perú E.I.R.L. Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe solicitar información al correo: proyectos@ayboconsulting.com

** FIN DEL INFORME **