



La investigación, su esencia y arte.

FONDO EDITORIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA
DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO



USO DE DRONES EN LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA MARINA PARA LA ACTIVIDAD TURÍSTICA DE CONTACTO PRIMARIO EN LA ZONA DEL LITORAL COSTERO, ICA

Pedro Córdova Mendoza
Ramiro Zuzunaga Morales
Isis cristel Cordova Barrios

Emily Zuzunaga Concha
Luis Alberto Massa Palacios

Uso de Drones en la contaminación del agua marina para la actividad turística de contacto primario en la zona del litoral costero, Ica

Dr. PEDRO CÓRDOVA MENDOZA,
<https://orcid.org/0000-0003-3612-1149>

Dr. RAMIRO ZUZUNAGA MORALES,
<https://orcid.org/0000-0003-3527-2404>

M.Sc. ISIS CRISTEL CORDOVA BARRIOS
<https://orcid.org/0000-0002-3569-2671>

La Ciencia en el Arte
Ing. EMILY ZUZUNAGA CONCHA
<https://orcid.org/0000-0001-5802-9402>

Dr. LUIS ALBERTO MASSA PALACIOS
<https://orcid.org/0000-0001-5802-9402>

ICA – PERÚ

2024

Uso de Drones en la contaminación del agua marina para la actividad turística de contacto primario en la zona del litoral costero, Ica

© **Pedro Córdova Mendoza**

<https://orcid.org/0000-0003-3612-1149>

Ramiro Zuzunaga Morales

<https://orcid.org/0000-0003-3527-2404>

Isis Cristel Cordova Barrios

<https://orcid.org/0000-0002-3569-2671>

Emily Zuzunaga Concha

<https://orcid.org/0000-0001-5802-9402>

Luis Alberto Massa Palacios

<https://orcid.org/0000-0001-5802-9402>

© Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT) - Fondo Editorial.

Dirección: Bolognesi N° 416, Tayacaja, Huancavelica -Perú
info@unat.edu.pe

Telf: (+51) 67 -990847026

Web: <https://unat.edu.pe/>

Primera edición digital: Abril 2024

Libro digital disponible en <https://fondoeditorial.unat.edu.pe>

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú

N° 2024-02553

ISBN: 978-612-5123-19-0

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, su tratamiento información, la transmisión de ninguna otra forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.



La investigación, su esencia y arte.

Tabla de Contenido

INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRAC.....	xiv
I. INTRODUCCION	1
1.1 Situación problemática	3
1.2 Antecedentes de la Investigación	6
1.2.1 Antecedentes internacionales	6
1.2.2 Antecedentes nacionales	11
1.3 Bases Teóricas.....	12
1.3.1 Calidad de agua	12
1.3.2 Calidad de agua marina costero	13
1.3.3 Causas que afectan la calidad del agua	14
1.3.4 Contaminación del ambiente acuático	15
1.3.5 “Introducción a los DRONES /VANT”	15
1.3.6 “Calidad del agua para uso recreativo”	17
1.3.7 Parámetros fisicoquímicos	18
1.3.8 Bacteriología en la calidad del agua	18
1.3.9 “Composición del Agua de Mar”	19
1.3.10 Las Playas.....	20
1.3.11 Turismo sostenible	21
1.3.12 “Contacto directo”.....	22
1.3.13 “Índice de calidad ambiental del agua marina (ICAM)”	23
1.3.14 “Índice de calidad ambiental del agua marina para uso recreativo (ICAMPRAP)”	24

1.3.15	Turismo sostenible	25
1.3.16	“Criterio de calidad del agua para uso recreativo” 26	
1.3.17	Especies químicas de nitrógeno	26
1.3.18	Aspectos microbiológicos de la calidad del agua 27	
1.3.19	“Criterio de calidad microbiológica de aguas costeras para uso recreativo (OMS)”	28
1.4	Formulación del problema general.....	29
1.4.1	Problema general.....	31
1.4.2	Problemas específicos	31
1.5	Objetivos	31
1.5.1	Objetivo principal	31
1.5.2	Objetivos Específicos.....	32
1.6	Hipótesis y variables de la investigación	32
1.6.1	Hipótesis principal	32
1.6.2	Hipótesis Específica.....	32
1.7	Variables.....	32
1.7.1	Variable independiente	32
1.7.2	Variable dependiente.....	33
1.8	Justificación e Importancia de Investigación	34
1.8.1	Justificación	34
1.8.2	Importancia	36
1.9	Definiciones conceptuales.....	37
1.9.1	Muestreo.....	37
1.9.2	Concentración.	38

1.9.3	Oxígeno Disuelto (OD).....	38
1.9.4	pH.....	39
1.9.5	Playa Turística.....	39
1.9.6	Protocolo	40
1.9.7	Límites Máximos Permisibles (LMP).....	40
1.9.8	Impacto Ambiental.....	41
1.9.9	Turbiedad	41
1.9.10	Turismo	42
1.9.11	Monitoreo ambiental	42
1.9.12	Punto de muestreo	43
1.10	Norma legal	43
1.10.1	Constitución Política del Perú 1993.....	43
1.10.2	“Ley de Recursos Hídricos (Ley N°29338) – Artículo 79° y 83°. Vertimiento de agua residual”	44
1.10.3	Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.....	44
II.	ESTRATEGIA METODOLOGIA	1
2.1.	Ubicación geográfica.....	1
2.2.	Metodología de la investigación.....	4
2.2.1.	Tipo, nivel y diseño de investigación.....	4
2.2.2.	Universo, población y muestra.....	5
2.2.3.	Técnicas de recolección de datos	8
2.2.4.	Instrumentos de recolección de datos	11
2.2.5.	Técnicas de procesamiento de datos	1
2.2.6.	Análisis e interpretación de datos	2

III. RESULTADOS	3
3.1. “Evaluar la efectividad del uso de drones como herramienta para la detección y control de la contaminación del agua marina en el litoral costero de Ica, con el propósito de mejorar las condiciones para la actividad turística de contacto primario”.....	3
3.2. “Analizar la relación entre el índice de calidad del agua marina para uso recreativo y la afluencia de turistas en las playas turísticas de Ocucaje, Ica”	10
IV. DICUSION DE RESULTADOS	27
V. CONCLUSIONES	31
VI. RECOMENDACIONES.....	34
VII. REFERENCIAS.....	37



La investigación, su esencia y arte.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición Química en 1L. de Agua de Mar	19
Tabla 2: Las clasificaciones de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, de acuerdo al Decreto Supremo N°004-2017 MINAM.....	49
Tabla 3. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio[47]	9
Tabla 4. Equipos de monitoreo.....	13
Tabla 5. Metodología empleada en el monitoreo de la calidad de agua	1
Tabla 6. Tabla de la temperatura ambiente en la zona del litoral costero, distrito de Ocucaje	8
Tabla 7. “Datos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos” en las playas Gallinazo, Las Yervas y Punta Lomitas de fecha 21/01/2023	9
Tabla 8. “Datos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos” en las playas Gallinazo, Las Yervas y Punta Lomitas de fecha 11/02/2023	9
Tabla 9. El ICAM utiliza variables con unidad de medida, métodos y factores de ponderación para evaluar la calidad del agua marina y costero[51].....	12
Tabla 10. Escala de valoración del ICAM [15]	13
Tabla 11. Curva de función pH.....	14
Tabla 12. Curva de función Oxígeno Disuelto	15
Tabla 13. Curva de función Demanda Bioquímica del Oxígeno.....	16

Tabla 14. Curva de función de temperatura..... 17

Tabla 15. Curva de función de turbiedad..... 18

Tabla 16. Los subíndices de calidad del agua marina [51]...... 19

Tabla 17. Escala de calidad para variables del ICAM [51]. 22

Tabla 18. Valoración de la calidad del fluido marino de las playas Gallinazo, La Yerba y Punta Lomitas de las fechas 21/01/2023 y 11/02/2023..... 23

Tabla 19. ICAM_{RAP} vs afluencia de turistas 25



La investigación, su esencia y arte.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Playas de la zona del litoral costero de la provincia de Ica	16
Figura 2. Playa punta lomititas, playa de media luna, playa la yerba entre otras playas en la zona del litoral costero de la provincia de Ica	20
Figura 3. Playa punta lomititas, playa la yerba entre otras playas en el distrito de Ocucaje	27
Figura 4. Playas ubicadas en el Distrito de Ocucaje, Ica.....	2
Figura 5. Playas, monitoreadas en la investigación. ubicadas en el Distrito de Ocucaje, Ica	3
Figura 6. Muestra tomada a 30 metros del punto de monitoreo	8
Figura 7. Transporte de las muestras	11
Figura 8. Cadena de custodia.....	12
Figura 9. Las muestras son recibidas en el área de recepción del laboratorio junto con los registros de campo que las acompañan	2
Figura 10. Dron para la detección y control de la contaminación del agua marina	18
Figura 11. Dron que uso para detectar y medir contaminantes en el agua	18
Figura 12. Precisión de los drones que se usan para monitorear la calidad del agua marina	18
Figura 13. La temperatura máxima y mínima de los meses de Enero y Febrero en el distrito de Ocucaje en la ciudad de Ica Tabla 10.	8

Figura 14. Categorías y escala de valoración para pH 14

Figura 15. Categorías y escala de valoración para OD..... 15

Figura 16. Categorías y escala de valoración para DBO5 16

Figura 17. Categorías y escala de Temperatura..... 17

Figura 18. Categorías y escala de turbiedad..... 18



La investigación, su esencia y arte.

RESUMEN

Objetivo, fue evaluar la efectividad de los drones como una herramienta para la detección y control de la contaminación del agua marina en la región costera de Ica, y mejorar las condiciones para la actividad turística de contacto primario, Ica. Metodología de la investigación el estudio realizado de tipo observacional-prospectivo-longitudinal, nivel descriptivo, diseño experimental, la investigación aplicada. Resultados, del estudio revelaron que los drones son una herramienta efectiva para la detección y control de la contaminación del agua marina. Se observó una correlación positiva entre la calidad del agua, medida a través del índice de calidad, y el número de turistas que frecuentaban las playas. Esto subraya la importancia de mantener y mejorar la calidad del agua marina en las playas turísticas como estrategia para promover el turismo en la zona. Discusión, enfatiza la necesidad de un monitoreo constante de la calidad del agua y la toma de medidas preventivas para evitar la contaminación. Conclusión, destacan que la protección y conservación de los ecosistemas costeros y la calidad del agua son fundamentales para el desarrollo sostenible de la industria turística en Ocucaje, beneficiando tanto a la economía local como al medio ambiente.

Palabras Claves: Drones; Calidad de agua marina; Contaminación del agua; Actividad turística; Turismo; Índice de la calidad del agua.

ABSTRAC

Objective was to evaluate the effectiveness of drones as a tool for the detection and control of seawater pollution in the coastal region of Ica, and improve the conditions for the primary contact tourist activity, Ica. **Investigation methodology.** the study was carried out on an observational-prospective-longitudinal basis, descriptive level, experimental design, applied research. **Results** of the study revealed that drones are an effective tool for the detection and control of seawater pollution. A positive correlation was observed between water quality, measured through the quality index, and the number of tourists who frequented the beaches. This underlines the importance of maintaining and improving the quality of seawater on tourist beaches as a strategy to promote tourism in the area. **Discussion,** emphasizes the need for constant monitoring of water quality and taking preventive measures to avoid contamination. **Conclusion,** they highlight that the protection and conservation of coastal ecosystems and water quality are fundamental for the sustainable development of the tourism industry in Ocucaje, benefiting both the local economy and the environment.

Keywords: Drones; Marine water quality; Water contamination; tourist activity; Tourism; Water quality index.

I. INTRODUCCION

La contaminación del agua marina es un problema creciente que afecta no solo a los ecosistemas marinos, sino también a las industrias que dependen de un ambiente costero limpio y saludable. En particular, la región costera de Ica, Perú, es conocida por su belleza natural y su potencial turístico, que atrae a miles de visitantes cada año. Sin embargo, la contaminación del agua en esta zona amenaza tanto el medio ambiente como la actividad turística de contacto primario, que engloba actividades como el buceo, el snorkel y la observación de la vida marina.

Este estudio tiene como objetivo principal explorar el potencial del uso de drones como herramienta para monitorear y abordar la contaminación del agua marina en la zona del litoral costero de Ica. La investigación se enfocará en la evaluación de los impactos de la contaminación en los ecosistemas marinos y en la calidad del agua, así como en el análisis de cómo esta problemática afecta la actividad turística de contacto primario en la región.

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de comprender en profundidad los efectos de la contaminación del agua en Ica, no solo desde una perspectiva medioambiental, sino también económica y social. La región depende en gran medida del turismo y de la belleza de su entorno marino, por lo que cualquier deterioro en la calidad del agua podría tener graves consecuencias.

El uso de drones como herramienta de investigación y monitoreo ofrece una solución innovadora y efectiva para recopilar datos en tiempo real, realizar inspecciones detalladas y generar

información precisa sobre la calidad del agua y la salud de los ecosistemas marinos. Además, la tecnología de drones permite una rápida respuesta a eventos de contaminación, lo que puede ayudar a mitigar los impactos negativos y preservar la sostenibilidad de la actividad turística.

En este contexto, este estudio se propone evaluar el uso de drones como una herramienta integral para abordar la contaminación del agua marina y, al mismo tiempo, impulsar la actividad turística sostenible en la zona del litoral costero de Ica. Los resultados de esta investigación no solo contribuirán al conocimiento científico en esta área, sino que también ofrecerán recomendaciones prácticas para la gestión y preservación de este entorno marino crucial.

La contaminación del agua marina por medio de la actividad turística de contacto primario en la zona del litoral costero, en la región de Ica, se pueden desarrollar los siguientes capítulos:

Capítulo I: Introducción: Se presenta una introducción detallada sobre el tema de la contaminación del agua marina en la zona del litoral costero de Ica y su impacto en la actividad turística de contacto primario. Se establecerán los objetivos de la investigación y se justificará la importancia del estudio.

Capítulo II: Estrategia Metodológica: Se describe la metodología utilizada para llevar a cabo la investigación. Se detallarán los métodos de recopilación de datos, las herramientas, y los procedimientos empleados para analizar la contaminación del agua y sus efectos en el entorno marino y la actividad turística.

Capítulo III: Resultados: Se presenta los resultados obtenidos a través de la aplicación de la estrategia metodológica. Se mostrarán datos, hallazgos y evidencia relacionada con la contaminación del agua marina en la zona de estudio y sus impactos.

Capítulo IV: Discusión: Se analiza y discute los resultados presentados en el capítulo anterior. Se buscará comprender las implicaciones de los datos recopilados y se establecerán relaciones con la literatura existente sobre el tema.

Capítulo V Conclusiones: Se resumen las conclusiones generales de la investigación, destacando los hallazgos más significativos y sus implicaciones para la zona de estudio y la actividad turística de contacto primario.

Capítulo VI Recomendaciones: Se ofrecen recomendaciones basadas en las conclusiones de la investigación. Estas recomendaciones podrían incluir medidas para la gestión de la contaminación del agua y el fomento de un turismo sostenible en la región.

Capítulo VII: Referencias bibliográficas: Se presenta una lista detallada de todas las fuentes y referencias utilizadas en la investigación, siguiendo un formato de citación adecuado.

1.1 Situación problemática

La situación problemática de la investigación propuesta se sitúa en un contexto global y nacional, donde la tecnología de drones se ha vuelto fundamental en diversas industrias, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas buscan abordar desafíos globales,

incluyendo la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible. En este marco, Perú enfrenta un desafío significativo relacionado con la contaminación del agua marina en sus regiones costeras. La contaminación por desechos plásticos, sustancias químicas y la erosión costera amenazan los ecosistemas marinos y la economía turística del país.

La necesidad de encontrar soluciones innovadoras para monitorear, prevenir y abordar la contaminación del agua marina es evidente. La tecnología de drones se presenta como una herramienta eficaz para recopilar datos en tiempo real y identificar áreas afectadas de manera rápida y precisa. Esta innovación puede contribuir significativamente a la preservación del entorno marino, pero también al fomento de la sostenibilidad de la actividad turística en Perú, un sector que representa una fuente importante de ingresos en las comunidades costeras.

La investigación se propone abordar esta problemática al explorar cómo el uso de drones puede desempeñar un papel fundamental en la protección de los ecosistemas marinos, contribuyendo al cumplimiento de objetivos relacionados con la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible en el marco de los ODS. Además, se busca entender cómo esta tecnología puede ser empleada para promover la actividad turística de contacto primario en la región costera de Ica, Perú, con un enfoque en el crecimiento económico y la generación de empleo sostenible.

Siguiendo la perspectiva de *Lukoseviciute y Panagopoulos*, a partir del mes de septiembre de 2015, los líderes a nivel global han fijado un conjunto de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con la finalidad de proporcionar una dirección clara para el desarrollo de las naciones hasta el año 2030. Este acontecimiento ha propiciado un cambio sustancial hacia un enfoque de desarrollo que promueve la inclusión y el respeto por el entorno natural a nivel global [1].

En la época actual, según la *Organización Mundial del Turismo* (UNWTO), la industria del turismo ha experimentado un crecimiento sostenido y notorio. Su aporte al Producto Interno Bruto (PIB) a nivel mundial se sitúa por encima del 9%. En numerosos destinos, el turismo ha adquirido un papel esencial como pilar fundamental en las economías locales [2]. Sin embargo, según el *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* (PNUMA), muchos destinos turísticos se ven confrontados con retos en lo que respecta a la preservación de la calidad del entorno natural. Esta situación impacta directamente en la satisfacción de los visitantes y, en última instancia, conduce a una disminución de los ingresos derivados de las actividades turísticas [3]. Siguiendo a *Lukoseviciute y Panagopoulos*, es importante destacar que la liberación de aguas residuales en las áreas costeras introduce una considerable cantidad de patógenos en los cuerpos de agua receptores, incrementando la probabilidad de enfrentar desafíos de salud en las comunidades ubicadas en la costa [1].

Siguiendo las investigaciones de *Lukoseviciute y Panagopoulos*, en el entorno actual, se aprecia que la gran mayoría de los viajeros europeos, aproximadamente el 63% de ellos, manifiestan un marcado interés por seleccionar destinos turísticos situados en áreas costeras, tal como se evidencia en los datos reunidos por la Comisión Europea en el año 2000. A nivel global, se observa un incremento constante en la cantidad de turistas que optan por destinos playeros, alcanzando una impresionante cifra de 1.560 millones de visitantes en el mismo período de referencia [1]. De acuerdo con el estudio de *Lucrezi et al.*, en los ecosistemas costeros, las áreas de playa se destacan como activos de gran relevancia y se distinguen por su diversidad biológica. Los turistas otorgan una importancia significativa a la existencia de playas extensas, limpias y bien mantenidas, bañadas por las aguas transparentes del océano. Estas playas se convierten en un aspecto prioritario para aquellos que buscan experimentar la belleza y el encanto natural que ofrecen [4].

1.2 Antecedentes de la Investigación

1.2.1 Antecedentes internacionales

Según *Serrano y Pérez*, el turismo convencional ha evolucionado hacia una forma más dinámica de turismo debido a la considerable movilidad de los visitantes hacia las playas. Esta tendencia turística en el siglo XXI requiere la aplicación de habilidades creativas para anticipar la era

moderna, al integrar una variedad de atracciones turísticas que incluyen el patrimonio histórico, cultural y natural [5]

De acuerdo a la perspectiva de *Navarrete-Ramírez*, el turismo centrado en destinos costeros, que involucra un contacto directo con el entorno, constituye una de cada once empleos y engloba aproximadamente el 30% de los servicios y las exportaciones a nivel global [6].

Adicionalmente, de acuerdo con *Serrano*, en los últimos años se han llevado a cabo diversas iniciativas enfocadas en la gestión ambiental de las playas. Algunas de estas iniciativas tienen como propósito rectificar procedimientos que no han tenido el funcionamiento previsto, buscando así mejorar la gestión de estos entornos costeros[5]. Siguiendo la perspectiva de "*Beach Management Principles & Practice*," la contaminación de las aguas marinas tiende a enfocarse en la evaluación de parámetros físico-químicos y bacteriológicos. Estos factores se consideran esenciales para mantener la calidad de los balnearios de manera sostenible a lo largo del tiempo, abordando aspectos como la seguridad, la infraestructura, la mejora de la calidad del agua, la limpieza y la estética del entorno [7]. Asimismo, según *Serrano*, su contribución incluye el diseño de un sistema de registro de la calidad de los balnearios, el cual ha sido adoptado

en España. Este sistema se fundamenta en la evaluación de 13 subíndices ponderados y vinculados mediante una agregación lineal. Fue desarrollado específicamente para evaluar la calidad general en playas mediterráneas que son urbanas o urbanizadas.[5].

Según las investigaciones de *Lucreci et al.*, su enfoque se centró en la evaluación de la contaminación en las aguas marinas. Desarrollaron un sistema de evaluación adoptado en Sudáfrica que consta de tres subíndices principales: uno destinado a la descripción de las características de las playas, otro enfocado en aspectos relacionados con la presencia humana en el entorno y un tercero orientado hacia aspectos monetarios. Estos subíndices, en conjunto, ofrecen una matriz descriptiva que abarca un total de 131 indicadores. Esta herramienta ha sido concebida de manera específica para playas de arena y ha sido probada en aquellas destinadas a actividades recreativas, con la posibilidad de aplicarse a playas en distintas partes del mundo [4].

Cervantes y Espejel, señalan que los estudios sobre la contaminación de aguas marinas a menudo ponen el énfasis en cuestiones económicas, tal como se ilustra en el Integrated Beach Index, el cual ha sido implementado en playas urbanas en California, México y Brasil [8],

Por otra parte, según **Ragel-Buitrago et al.**, su enfoque se dirige hacia la apreciación del paisaje y las cualidades estéticas de las playas. Esto se refleja en la utilización del bien conocido procedimiento propuesto por Ergin y su aplicación a nivel global. Todos estos métodos ofrecen una perspectiva estática en lo que respecta a la evaluación de las playas, considerando un período de tiempo no especificado o, en algunos casos, una temporada de baño sin una delimitación temporal precisa[9]

Según **Pino**, el artículo representó una evaluación exhaustiva de la utilización actual de la tecnología de drones y los beneficios derivados de sus vuelos planificados. Se exploraron modelos de cámaras y sensores que se utilizan con mayor frecuencia en aplicaciones agrícolas, y se generaron imágenes a partir de los datos recopilados por estos sensores. Además, se identificaron los servicios necesarios para llevar a cabo actividades agrícolas de manera eficiente [10].

Según **Adeniji et al.**, los recursos hídricos costeros a menudo se encuentran expuestos a una contaminación antropogénica indiscriminada. No obstante, debido a las repercusiones negativas en la salud pública, es esencial llevar a cabo una vigilancia continua de los organismos causantes de enfermedades como una medida preventiva

para evitar afecciones relacionadas con la natación. En este sentido, los investigadores llevaron a cabo una evaluación de los parámetros físico-químicos y las cargas microbianas en muestras de agua recolectadas en seis ubicaciones diferentes en Kidd's Beach, utilizando métodos analíticos convencionales [11].

En el estudio de *Adeniji et al.*, se recolectaron datos que posteriormente fueron sometidos a un análisis estadístico utilizando una prueba de ANOVA unidireccional, junto con el cálculo de la correlación de Spearman con un nivel de confianza del 95%. Este análisis reveló que las propiedades fisicoquímicas del agua, como el pH (variando de 7.21 a 8.23), la temperatura (oscilando entre 18.46 y 27.63 °C), la turbidez (que varió de 0 a 25.67 NTU), la conductividad eléctrica (con valores que iban de 22,723 a 62,067 $\mu\text{S}/\text{cm}$), los sólidos disueltos totales (que oscilaron entre 7,662 y 31,037 mg/L), y la salinidad (con valores entre 8.95 y 41.84 PSU), mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en relación a los distintos puntos de muestreo [11].

Según *Pérez*, con el propósito de asegurar que las playas mantengan el cumplimiento de la categorización ambiental adecuada para su uso por parte de la comunidad local y para preservar la vida marina que habita en ellas, es imperativo

llevar a cabo investigaciones y un monitoreo constante de las condiciones del entorno marino, fomentando así su protección y sostenibilidad [12].

1.2.2 Antecedentes nacionales

Según *Polo*, si consideramos una tasa de crecimiento demográfico baja, con un acceso de 1200 m³ de agua dulce por habitante al año, para el año 2025, Perú podría ser catalogado como un país con estrés hídrico. Por otro lado, si planificamos con una tasa de crecimiento demográfico alta y un acceso de 1000 m³ de agua dulce por habitante al año, podríamos considerar a la nación como una que enfrenta escasez hídrica [13].

De acuerdo con el estudio de *Estela*, a través de análisis físicos, químicos y microbiológicos se ha evaluado el nivel de contaminación de las aguas residuales provenientes del Centro Poblado Huaca Blanca y su impacto en la calidad del agua del río. Los resultados indican que estas aguas residuales no reciben un tratamiento previo y son vertidas directamente al río Chancay, lo que genera una contaminación que afecta no solo al recurso hídrico, sino que también perjudica la flora y fauna acuática, la agricultura, la ganadería, el consumo humano y otros aspectos [14].

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 el punto de vista de *Blanco*, la calidad del agua no debería ser evaluada como positiva o negativa sin considerar su uso previsto, y, al mismo tiempo, se hace hincapié en la necesidad de identificar los componentes que influyen en la calidad del agua. Esto incluye la medición de cómo la calidad del agua se ve afectada por la acumulación de componentes causados tanto por procesos naturales como por actividades humanas [16].

Siguiendo la perspectiva de *Posada et al.*, es importante destacar que la naturaleza de un cuerpo de agua no solo está influenciada por procesos naturales, sino también por factores antropogénicos, como las actividades humanas, la industria y la agricultura. Por lo tanto, la calidad del agua puede experimentar cambios

significativos en función de la presencia de contaminantes en el agua y de las fuentes de contaminación que los generan. La calidad del fluido se define como la medida en que el fluido es adecuado 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 [17].

1.3.2 Calidad de agua marina costero

Conforme a las perspectivas de *Vivas-Aguas y Navarrete-Ramírez*, la calidad del agua marina costera se define en función de la adecuación del agua del mar cercana a la costa para su uso específico, ya sea este uso destinado a la vida marina, la pesca, la navegación, actividades recreativas u otros propósitos particulares [15].

De acuerdo con *Posada et al.*, la calidad del agua marina costera puede verse influida por una serie de factores, que incluyen la contaminación derivada de vertidos de aguas residuales, escorrentía de la tierra y precipitaciones, la actividad humana y la presencia de sustancias tóxicas. Para evaluar la calidad del agua marina costera, se emplean indicadores como la concentración de oxígeno disuelto, la turbidez, la presencia de nutrientes y la detección de contaminantes químicos y biológicos [17].

También es importante señalar que la calidad del agua marina costera puede fluctuar en función de la ubicación geográfica y las condiciones ambientales específicas. Además, factores como la geología de la región, las corrientes marinas y la topografía de la costa pueden ejercer una influencia significativa en la calidad del agua en estas áreas.

1.3.3 Causas que afectan la calidad del agua

Según *IMARPE-IFOP-ONUDI*, en el marco de la investigación propuesta, es fundamental comprender la base teórica que subyace a las causas que inciden en la calidad del agua. Estas condiciones pueden ser los elementos determinantes que influyen en la calidad del agua. Es esencial destacar que la presencia de aguas residuales domésticas e industriales, la acumulación de desechos sólidos, la presencia de nutrientes, hidrocarburos, metales pesados, radiactividad, compuestos orgánicos e inorgánicos, pesticidas y plaguicidas pueden tener un impacto negativo en la calidad del agua de los cuerpos receptores, como playas, ríos o lagos. Esta degradación de la calidad del agua puede poner en riesgo tanto la salud humana como la del ecosistema acuático [18].

1.3.4 Contaminación del ambiente acuático

Siguiendo el enfoque de *Cardoso*, es importante destacar que los componentes de origen antropogénico y/o natural, ya sea liberados directa o indirectamente, pueden abrir la puerta a impactos negativos, tales como: [19]

- Riesgos para la salud de las personas.
- Daños a los recursos marinos.
- Interrupción de las actividades marítimas, como la pesca.
- Deterioro de la calidad del agua en lo que respecta a su uso en actividades agrícolas, procesos industriales y en general, en las actividades económicas [19].

1.3.5 “Introducción a los DRONES /VANT”

Según *Blanco y Sierra*, En líneas generales, un drone, dron, VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado) o UAV (Unmanned Aerial Vehicle) es una aeronave reutilizable que se controla de manera remota, es semiautónoma, autónoma o cuenta con alguna combinación de estas capacidades [20].

Es correcto afirmar que estas aeronaves no tripuladas pueden estar diseñadas para transportar instrumentos o dispositivos auxiliares destinados al monitoreo o control, y tienen la capacidad de ser operadas de forma remota o programadas para

diversas aplicaciones. Estas aplicaciones pueden abarcar campos profesionales, actividades militares, entretenimiento o investigaciones. Estos equipos suelen estar equipados con una variedad de sensores, cámaras y micrófonos, y pueden ser controlados u operados por una persona desde una estación terrestre, un ordenador o una tableta electrónica. Figura 1.

Figura 1. Playas de la zona del litoral costero de la provincia de Ica





Fuente:

<https://mochileroviajando.com/2019/03/10/como-llegar-a-paracas/>

<https://diariocorreo.pe/edicion/ica/playas-el-chaco-y-san-andres-no-son-saludables-para-banistas-723740/>

1.3.6 “Calidad del agua para uso recreativo”

Vivas-Aguas y *S. M. Navarrete-Ramírez*, proponen una valiosa correlación al presentar evidencia científica a través de índices de calidad

del agua marina. Esto ayuda a identificar posibles riesgos que podrían amenazar la salud humana relacionados con el uso del agua de mar para actividades recreativas [16].

1.3.7 Parámetros fisicoquímicos

Ojeda-Bustamante et al., el régimen de la calidad de aguas que sean ha obtenido por un proceso como, tratamiento de purificación, saneamiento o para cualquiera diferente uso, es conveniente diagnosticar una sucesión de mediciones fisicoquímicas por medio de procedimientos estandarizados, con la finalidad de comprender si la validez de estas mediciones se halla a través del ámbito que identifica el reglamento actual [21].

1.3.8 Bacteriología en la calidad del agua

Siguiendo la perspectiva de *Rangel-Buitrago et al.*, las aguas naturales que reciben desechos procedentes de descargas residuales domésticas e industriales pueden contener bacterias que representan un riesgo potencial para la salud humana. Estas bacterias pueden ser introducidas en el medio ambiente a través de diversas fuentes, que van desde las excreciones humanas, las descargas de viviendas, los sistemas de drenaje urbano y las aguas residuales industriales, hasta el agua de lastre de buques y otras posibles vías de contaminación [9].

1.3.9 “Composición del Agua de Mar”

Martínez, enfatiza que la salinidad y la composición química del agua varían de un océano a otro, lo que resulta en cambios en la densidad del agua de mar. Para comprender completamente estas variaciones, es esencial considerar otras mediciones físicas y químicas, como la composición química promedio estimada de un litro de agua de mar, que se detalla en la Tabla 1 [22].

Tabla 1: Composición Química en 1L. de Agua de Mar

Componente	Cantidad	Unidades
Cloruro de sodio	24,0	gramos
Cloruro de magnesio	5,0	gramos
Sulfato neutro de sodio	4,0	gramos
Cloruro de calcio	1,1	gramos
Cloruro de potasio	0,7	gramos
Bicarbonato de sodio	0,2	gramos
Bromuro de sodio	0,096	gramos
Ácido bórico	0,026	gramos
Cloruro de estroncio	0,024	gramos
Fluoruro de sodio	0,003	gramos
Agua destilada	1.000	mililitros

1.3.10 Las Playas

Según *Gutiérrez*, las playas costeras que son destinos populares para la recreación durante el verano son lugares de esparcimiento muy concurridos durante los meses estivales. Las actividades acuáticas que se llevan a cabo en estas playas aportan considerables beneficios que son fundamentales para la recreación, la salud y el bienestar de las personas. Estas actividades no solo son de interés para los residentes locales, sino que también atraen a numerosos turistas cuyos gastos contribuyen positivamente a la economía de la ciudad, Figura 2 [23]

Figura 2. Playa punta lomititas, playa de media luna, playa la yerba entre otras playas en la zona del litoral costero de la provincia de Ica





1.3.11 Turismo sostenible

La investigación, su esencia y arte.

Para *Del Carpio*, la Organización Mundial del Turismo (OMT) define el turismo sostenible como un modelo de desarrollo económico diseñado para mejorar la calidad de vida de la comunidad receptora y brindar al visitante una experiencia de alta calidad. Este enfoque tiene como objetivo preservar la calidad del entorno ambiental, del cual tanto la comunidad local como los visitantes dependen [24]. La

Organización Mundial del Turismo (OMT) señala que el término "turismo sostenible" se utiliza con frecuencia, y esto se debe a los diversos intereses que convergen en torno a él. Este concepto abarca una serie de características y beneficios que son relevantes tanto para la población local, las autoridades gubernamentales, los inversores, los turistas y los empresarios del sector turístico [25].

1.3.12 “Contacto directo”

Según *Ávila*, se denomina "contacto directo" a todas aquellas actividades que involucran interacción con el agua. Esto incluye actividades como la natación, el buceo, el rafting, el kayakismo, el canotaje, la vela, la pesca, entre otras. Estas actividades se pueden clasificar de la siguiente manera: [26].

- **Vínculo principal:** Esto se refiere al contacto directo con el agua de mar, como el buceo, el baño y el surf, que implican el sumergimiento de la masa corporal en el agua.
- **Vínculo secundario:** En esta categoría se incluyen actividades que implican la fricción con el agua marina, pero sin sumergirse por completo, como el uso de balsas, canotaje, kayakismo y otras actividades similares [26].

1.3.13 “Índice de calidad ambiental del agua marina (ICAM)”

Según *Vivas-Aguas* y *Navarrete-Ramírez*, el índice de calidad del agua marina y costera se utiliza como un indicador para evaluar las condiciones naturales y el impacto de actividades humanas en los cuerpos de agua marina y costera, teniendo en cuenta su uso previsto. Este índice permite medir la calidad del agua en términos de sus propiedades físicas, químicas y sanitarias. Se representa en una escala que consta de cinco categorías de calidad, que varían desde "óptima" hasta "pésima", en función de la interpretación de la condición del medio marino o costero [15].

El índice de calidad del agua marina y costera se convierte en una herramienta fundamental para la gestión ambiental de las playas. Este índice posibilita la evaluación de la calidad del agua y permite la adopción de medidas preventivas y correctivas cuando se identifican problemas. Por ejemplo, en casos de calidad "inadecuada" o "pésima" del agua, se pueden implementar acciones como la reducción de la contaminación de origen humano, la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales y la promoción de la educación ambiental para disminuir la contaminación en las zonas costeras.

En consecuencia, el índice de calidad del agua marina y costera se convierte en un indicador esencial para la gestión ambiental de las playas. Facilita la evaluación de la calidad del agua y posibilita la implementación de medidas preventivas y correctivas con el fin de asegurar un uso apropiado del recurso y proteger tanto la salud humana como la biodiversidad marina.

1.3.14 “Índice de calidad ambiental del agua marina para uso recreativo (ICAMPRAP)”

Según *Vivas-Aguas y Navarrete-Ramírez*, el Índice de Calidad Ambiental del Agua Marina para Uso Recreativo (ICAMPRAP) es un indicador diseñado para caracterizar el estado de un cuerpo de agua marina en relación con las condiciones ambientales que promueven un entorno saludable para las actividades de recreación en la playa. Este indicador se basa en el análisis de una amplia gama de parámetros, que abarcan aspectos físicos, químicos y microbiológicos, incluyendo la detección de microorganismos de origen fecal. La presencia de estos microorganismos puede implicar un riesgo para la salud humana. Por lo tanto, el ICAMPRAP se convierte en una herramienta de gran relevancia para evaluar la calidad del agua marina y la seguridad de las actividades recreativas en la playa [15].

1.3.15 Turismo sostenible

Según *Cardoso*, el turismo sostenible en las zonas costeras y marinas se refiere a un modelo de desarrollo turístico que busca alcanzar un equilibrio entre el crecimiento económico, la preservación del medio ambiente y la promoción del bienestar social y cultural de las comunidades locales. Este enfoque implica que las actividades turísticas deben ser planificadas y llevadas a cabo de manera responsable, reduciendo al mínimo los impactos negativos en el entorno natural, fomentando la conservación de los recursos naturales y culturales, y generando beneficios económicos y sociales para las comunidades locales [19].

Con el fin de alcanzar la sostenibilidad en el turismo marino costero, es esencial tener en cuenta una serie de aspectos clave. Estos incluyen la gestión adecuada de los residuos generados por las actividades turísticas, la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas marinos, la promoción de prácticas turísticas responsables, la facilitación del diálogo y la cooperación entre los diversos actores involucrados en la industria turística, así como la participación activa de las comunidades locales en la toma de decisiones y la planificación del turismo.

Las partículas se pueden categorizar según su origen en natural o antrópico. Las fuentes naturales principales incluyen el polvo transportado por el viento, el aerosol marino, las emisiones volcánicas y los incendios forestales. Por otro lado, las fuentes naturales secundarias engloban sulfatos, nitratos y compuestos orgánicos.

1.3.16 “Criterio de calidad del agua para uso recreativo”

Según *Blanco y Sierra*, la calidad ambiental del agua marina es definida como una relación cuantificable de exposición-efecto, sustentada en pruebas científicas, que conecta el nivel de algún indicador de la calidad del agua en consideración con los riesgos potenciales para la salud asociados con el uso del agua con fines recreativos [27].

1.3.17 Especies químicas de nitrógeno

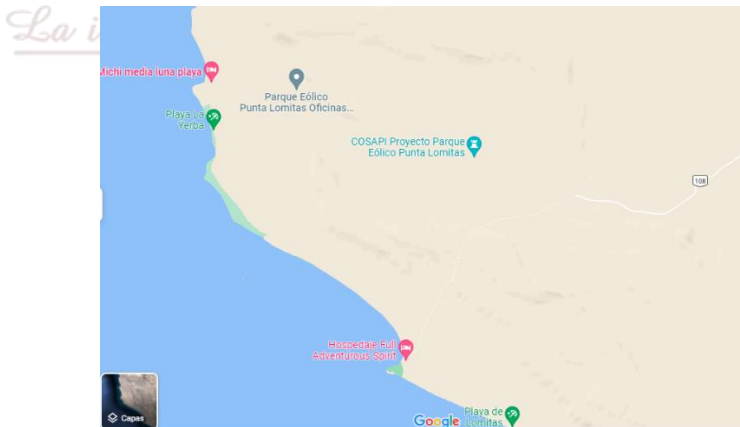
De acuerdo con *De la Lanza*, en los sistemas costeros, los compuestos nitrogenados inorgánicos predominantes son los nitratos (NO_3), nitritos (NO_2) y amonio (NH_4), con una distribución equitativa entre el primero y el último, dependiendo de las condiciones locales. Las concentraciones de estos compuestos muestran una variación significativa tanto en el espacio como en el tiempo, oscilando desde

niveles indetectables para las tres formas hasta valores superiores a $50\mu\text{M}$ para NO_3 y NH_4 , y $10\mu\text{M}$ para NO_2 [28].

1.3.18 Aspectos microbiológicos de la calidad del agua

Según *Alvarado y Luna*, los cuerpos de agua naturales reciben tanto desechos humanos domésticos como industriales, que contienen microorganismos con el potencial de representar un riesgo para la salud humana. Estos microorganismos pueden ser introducidos a través de diversas fuentes, que incluyen desde las excretas individuales, las descargas de aguas residuales domésticas, los desagües urbanos, las emisiones industriales, hasta el agua de lastre de buques y otras fuentes [29].

Figura 3. Playa punta lomititas, playa la yerba entre otras playas en el distrito de Ocucaje



1.3.19 “Criterio de calidad microbiológica de aguas costeras para uso recreativo (OMS)”

El criterio de calidad microbiológica de las aguas costeras para uso recreativo, según las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se establece como un conjunto de valores del indicador que están relacionados con un incremento en la incidencia de diversas enfermedades. Estos valores se definen utilizando información basada en umbrales y niveles de efectos adversos, principalmente en relación a la gastroenteritis y otros impactos en la salud, que se han identificado en estudios epidemiológicos individuales.

También se tienen en cuenta las tasas de incidencia de enfermedades, las cuales se derivan de las curvas de distribución típicas de enfermedades y de funciones de densidad de probabilidad para organismos indicadores. En términos generales, los estudios han identificado a los estreptococos y enterococos fecales como los indicadores más estrechamente relacionados con los efectos adversos en la salud asociados al uso de aguas costeras.

Los estudios científicos proporcionan una base sólida para establecer una relación entre la calidad del agua recreativa en aguas costeras y su impacto en la salud humana. Por lo tanto, el

criterio de calidad microbiológica de aguas costeras para uso recreativo define límites de los niveles de estos indicadores en el agua con el objetivo de salvaguardar la salud de los bañistas y usuarios de las playas. Estos límites se fundamentan en la probabilidad de enfermedad que puede estar vinculada con la exposición al agua de mar contaminada y pueden variar según el tipo de playa y las condiciones locales. En términos generales, se espera que los niveles de indicadores sean más bajos en áreas de baño designadas para uso recreativo.

1.4 Formulación del problema general

En la actualidad, la contaminación del agua marina en las zonas costeras representa un desafío significativo para el desarrollo de la actividad turística de contacto primario en la región de Ica, Perú.

Este problema se agrava debido a la falta de un sistema efectivo de monitoreo y detección de la contaminación, lo que dificulta la toma de decisiones oportunas para garantizar la seguridad de los turistas y la preservación de la calidad del agua. A medida que la actividad turística en las playas continúa creciendo, es esencial abordar este problema de manera efectiva para garantizar un turismo sostenible y proteger tanto la salud humana como el ecosistema marino.

El uso de drones se presenta como una solución prometedora para abordar esta problemática.

Los drones pueden proporcionar una plataforma versátil y eficiente para la vigilancia y el monitoreo de la calidad del agua marina. Sin embargo, la implementación exitosa de esta tecnología requiere la comprensión de varios aspectos clave. Por un lado, es necesario determinar qué parámetros y sensores son los más adecuados para detectar la contaminación del agua de manera precisa y oportuna. Además, se debe establecer un marco normativo y técnico que regule el uso de drones en actividades de monitoreo ambiental. La investigación busca abordar estas cuestiones para entender cómo los drones pueden contribuir a la gestión efectiva de la calidad del agua marina en la región de Ica. A través de la recopilación de datos in situ y ex situ, se busca desarrollar una base de datos preliminares que permita evaluar la calidad del agua y tomar medidas preventivas y correctivas en caso de que se detecten niveles inadecuados de contaminación. La investigación también busca integrar normativas internacionales que establezcan los parámetros necesarios para garantizar la salubridad del agua marina y promover el turismo sostenible. De esta manera, se espera que los resultados de esta investigación puedan contribuir a la protección del ecosistema marino y al fortalecimiento de la actividad turística de contacto primario en la región de Ica, garantizando experiencias seguras y de alta calidad para los turistas.

Dado que la normativa existente en la región no proporciona los parámetros necesarios para regular estas condiciones, se ha recurrido a normativas internacionales

que permitirán la normalización de parámetros críticos, como coliformes totales y fecales, pH, oxígeno disuelto, turbiedad, demanda bioquímica de oxígeno y temperatura del agua marina [30]. Estos parámetros deben abordar aspectos físicos, químicos y bacteriológicos para garantizar condiciones higiénicas adecuadas en las playas. La implementación de estos componentes es fundamental para mantener la calidad del agua marina en el litoral costero en el siglo XXI y garantizar su uso seguro para fines turísticos. Por lo tanto, la investigación plantea la siguiente problemática.

1.4.1 Problema general

¿Cómo el uso de drones puede contribuir a mitigar la contaminación del agua marina y mejorar las condiciones para la actividad turística de contacto primario en el litoral costero de Ica?

1.4.2 Problemas específicos

PE1: ¿Cuál es la relación entre el índice de calidad del agua marina y la actividad turística de contacto primario en la zona del litoral costero de Ica?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo principal

Evaluar la efectividad del uso de drones como herramienta para la detección y control de la contaminación del agua marina en el litoral

costero de Ica, con el propósito de mejorar las condiciones para la actividad turística de contacto primario.

1.5.2 **Objetivos Específicos**

OE1: Analizar la relación entre el índice de calidad del agua marina para uso recreativo y la afluencia de turistas en las playas turísticas de Ocucaje, Ica

1.6 **Hipótesis y variables de la investigación**

1.6.1 **Hipótesis principal**

la utilización de drones en la detección y control de la contaminación del agua marina contribuya significativamente a reducir la contaminación y, en consecuencia, a mejorar las condiciones para la actividad turística de contacto primario en la zona del litoral costero de Ica.

1.6.2 **Hipótesis Específica**

HE1: La relación entre el índice de calidad del agua marina para uso recreativo y la afluencia de turistas en las playas turísticas de Ocucaje, Ica.

1.7 **Variables**

1.7.1 **Variable independiente**

Contaminación del agua marina. – **Bobenrieth**, la contaminación del agua marina se refiere a la

introducción de sustancias o agentes contaminantes en los cuerpos de agua marina, lo que resulta en la alteración de la calidad del agua y puede tener efectos perjudiciales en los ecosistemas marinos, la vida marina, la salud humana y las actividades relacionadas con el agua de mar.

La contaminación puede incluir la descarga de sustancias químicas, contaminantes biológicos, desechos industriales, aguas residuales domésticas, sedimentos, nutrientes en exceso y otros contaminantes que afectan negativamente la salud y la biodiversidad del ecosistema marino[31].

1.7.2 Variable dependiente

Actividad turística de contacto primario. - se refiere a aquellas actividades realizadas por los turistas que implican un contacto directo con el entorno marino o costero, como la natación, el buceo, el surf, el kayakismo, la pesca, entre otros. Estas actividades suelen llevarse a cabo en playas y zonas costeras y ofrecen a los turistas la oportunidad de interactuar de manera directa con el agua de mar y sus recursos naturales, como la vida marina y los paisajes costeros [19].

1.8 Justificación e Importancia de Investigación

1.8.1 Justificación

Esta investigación se justifica en virtud de la importancia crítica de comprender y abordar la relación entre la contaminación del agua marina y la actividad turística de contacto primario en las playas turísticas de Ocucaje, Ica. Varios motivos respaldan la relevancia de este estudio.

En primer lugar, la protección del medio ambiente marino es esencial. La contaminación del agua marina es un problema ambiental cada vez más apremiante que tiene un impacto negativo en los delicados ecosistemas marinos y costeros.

La comprensión de cómo esta contaminación afecta las actividades turísticas es fundamental para implementar medidas de conservación y preservación que eviten daños adicionales a estos entornos naturales. Asimismo, la salud pública y la seguridad de los visitantes son aspectos cruciales.

La actividad turística de contacto primario conlleva el riesgo de que los turistas estén expuestos a aguas contaminadas, lo que puede tener graves consecuencias para su salud. Investigar esta relación es fundamental para garantizar la seguridad y el bienestar de los

turistas y, al mismo tiempo, para minimizar los costos asociados con problemas de salud relacionados con la contaminación.

El desarrollo turístico sostenible es otro aspecto relevante. El turismo es una fuente vital de ingresos en muchas zonas costeras, incluyendo Ocucaje. Para asegurar un desarrollo turístico sostenible, es imperativo reducir y gestionar adecuadamente los impactos negativos de la contaminación del agua marina en la actividad turística. Esto no solo preserva la belleza natural del entorno, sino que también asegura la viabilidad económica a largo plazo del turismo en la región.

Además, la investigación es crucial debido a las condiciones locales específicas de Ocucaje. Cada destino turístico tiene características únicas que influyen en la calidad del agua marina, y este estudio se centra en proporcionar información valiosa para la toma de decisiones a nivel local.

Al comprender cómo los factores locales específicos interactúan con la contaminación, se pueden desarrollar soluciones más efectivas y adaptadas a las necesidades de la comunidad.

Por último, esta investigación contribuirá a la literatura científica en campos como el turismo, la conservación ambiental y la gestión de la calidad del agua marina.

Aportará nuevos conocimientos y perspectivas que podrán ser de utilidad tanto para investigadores como para profesionales que trabajan en la gestión de destinos turísticos costeros.

En resumen, esta investigación tiene una justificación sólida basada en su relevancia para abordar desafíos ambientales, de salud pública y de desarrollo turístico en Ocucaje, Ica. Proporcionará información valiosa para la toma de decisiones y contribuirá a la promoción de un turismo sostenible y seguro en las playas turísticas de la región.

1.8.2 Importancia

La investigación reviste de mucha importancia para la región, por lo que es importante mantener la calidad de las playas en el litoral costero libre de microorganismos bacteriológicos del agua de mar, que permita que el visitante turista que acuda a las playas del litoral costero de la provincia de Ica proveniente de cualquier parte del planeta Tierra, como los bañistas de la Región de Ica, encuentre una agua saludable como baño y recreación, como también se estimara la recogida de datos cartográficos con el uso de drones en la actividad turística, lo que implica realizar una metodología estándar recomendada por instituciones internacionales.

Dirección de Protección Contra Riesgos Sanitarios[32] “En su investigación realizada en las playas del litoral costero, refieren que el agua de mar, algunas de ellas transmiten enfermedades cutáneas, como también en la piel y en uno de los sistemas importante como es el sistema digestivo, derivados a los bañistas, se indica que están directamente vinculados con los grados de polución fecal”. La OMS [33] Divulgo sobre las infecciones a las que las personas que acuden a las playas se encuentran que el agua marina como contacto primario están contaminadas por microbios, como *Escherichia coli*, permitiendo malestar serio en el abdomen, como descomposición severa, angustia, náusea, vómito, además “*Klebsiella sp.*, produce enfermedades respiratorias y *Citrobacter sp.*, alteraciones a nivel intestinal”.

1.9 Definiciones conceptuales

1.9.1 Muestreo

Gómez y Salcedo, el muestreo de aguas marino-costeras implica la recolección de muestras de agua en diversos lugares y momentos con el propósito de obtener datos sobre la calidad del agua y su estado ambiental. En consonancia con la definición proporcionada por UNAD en 2016, existen dos enfoques principales para llevar a cabo el muestreo. Uno de ellos es el método

manual, que se utiliza en lugares de fácil acceso. Este enfoque resulta beneficioso para detectar alteraciones físicas en el agua, como la presencia de sustancias flotantes, cambios en el color o el olor, y variaciones en los caudales, entre otros indicadores[26].

1.9.2 Concentración.

La cantidad de contaminantes presente en un entorno se mide típicamente en unidades de masa, como microgramos o nanogramos por gramo ($\mu\text{g/g}$ o ng/g), o en unidades de volumen, como microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g/m}^3$) o nanogramos por centímetro cúbico (ng/cm^3), al relacionarla con una unidad de masa más grande, como gramos o kilogramos, o con una unidad de volumen más grande, como centímetros cúbicos o metros cúbicos[34].

1.9.3 Oxígeno Disuelto (OD)

La importancia del oxígeno **Maidment**, a la cantidad de oxígeno gaseoso presente en el agua en forma disuelta. Los seres vivos acuáticos dependen del oxígeno disuelto para sus procesos vitales, y fenómenos biológicos, como la descomposición de la materia orgánica y la mineralización de nutrientes, también están relacionados con este parámetro. Por lo tanto, la monitorización del nivel de oxígeno disuelto es de gran importancia, ya que permite evaluar la calidad del agua en entornos

marinos y costeros, y garantiza la salud de los ecosistemas acuáticos. [35].

1.9.4 pH

Vivas-Aguas y Navarrete-Ramírez, es un indicador químico que evalúa el nivel de acidez o alcalinidad presente en las aguas marinas costeras, y juega un papel fundamental en la regulación del equilibrio de los ecosistemas acuáticos. Mantener un pH adecuado es esencial, ya que facilita la disolución controlada de ciertas sustancias en el agua, evitando efectos perjudiciales para la vida marina. Por lo tanto, el monitoreo constante del pH en entornos marinos costeros es esencial para preservar un ambiente saludable para las especies acuáticas y prevenir la contaminación que podría afectar negativamente a estos ecosistemas[15].

1.9.5 Playa Turística

La iGarcía, sobre la playa turística en el contexto de las aguas marino costeras se centra en la importancia de la calidad como el elemento distintivo de estas playas en comparación con otras. La calidad se refiere a las características inherentes de la playa que la hacen atractiva y que determinan su idoneidad para el turismo. Estas características pueden incluir aspectos como la limpieza, la seguridad, la accesibilidad, la belleza escénica y la disponibilidad 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 desempeña un papel fundamental en el fomento del turismo en las zonas costeras [36].

1.9.6 Protocolo

Amaya y Saldarriaga, el protocolo en el contexto de las aguas marino costeras se refiere a un conjunto de reglas y procedimientos establecidos para llevar a cabo una actividad de manera precisa y efectiva. En este caso, el protocolo de muestreo se refiere a las pautas y acciones predefinidas que son necesarias para seleccionar, recolectar, preservar y preparar muestras de agua de manera confiable y precisa. Este protocolo de muestreo desempeña un papel esencial en asegurar la calidad y la confiabilidad de los datos recopilados durante la toma de muestras en entornos acuáticos marinos costeros. [37].

1.9.7 Límites Máximos Permisibles (LMP)

[38], Representan un conjunto de estándares establecidos para regular la calidad del agua en las áreas costeras marinas. Estos LMP indican la concentración máxima permitida de diversos elementos, sustancias y parámetros físicos, químicos y biológicos en las emisiones, efluentes o descargas que afectan estas áreas. Su propósito

principal es prevenir o reducir la contaminación en las zonas marino costeras, al tiempo que garantizan la protección de la salud humana y la integridad del medio ambiente.

1.9.8 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.[39].

1.9.9 Turbiedad

Definición de Molina y Jacome, se refiere a su capacidad de dispersar la luz, lo que provoca que la luz se desvíe antes de atravesar el agua. Esta característica óptica está directamente relacionada con la presencia de partículas suspendidas y sustancias disueltas, ya sean de origen orgánico o inorgánico. La turbiedad del agua puede variar en función del tamaño de las partículas y de la agitación del agua. En términos

generales, se considera que a medida que la turbiedad aumenta, la calidad.

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.[26].

1.9.10 Turismo

El turismo en las zonas marino-costeras comprende todas las actividades que las personas llevan a cabo cuando viajan y se alojan en áreas cercanas a la costa del mar, ya sea por motivos de recreación, negocios u otros propósitos. Esta definición enfatiza que el turismo involucra el desplazamiento desde un entorno cotidiano hacia un lugar diferente, con el objetivo de participar en actividades relacionadas con el tiempo libre y aprovechar las atracciones que brinda el entorno marino [40].

1.9.11 Monitoreo ambiental

Se refiere a un conjunto de actividades que incluyen la observación, el muestreo, la medición y el análisis de datos técnicos y ambientales con el propósito de definir las características del entorno o ambiente.

Este proceso también tiene como objetivo identificar los impactos ambientales derivados de las actividades de un sector específico y cómo

estos pueden cambiar o evolucionar con el tiempo.

El monitoreo ambiental es fundamental para comprender y gestionar de manera efectiva los efectos de las acciones humanas en el medio ambiente y para tomar medidas correctivas cuando sea necesario [41].

1.9.12 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 llevar a cabo el análisis de calidad microbiológica y físico-química del agua. La selección adecuada de estos puntos es fundamental, ya que deben ser representativos de la calidad del agua en la zona de estudio.

1.10 Norma legal

1.10.1 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.

1.10.2 “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.

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

La norma legal utilizada para la comparación de los valores de los parámetros de calidad del agua es el "Decreto Supremo N°004-2017-MINAM". Esta normativa establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, con el objetivo de garantizar que el agua, como componente esencial de los ecosistemas acuáticos, no represente riesgos significativos para la salud de las personas ni para el medio ambiente. Tabla 1 [42].

Tabla 2: Las clasificaciones de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, de acuerdo al Decreto Supremo N°004-2017 MINAM

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH ₄)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2017. [43]

II. ESTRATEGIA METODOLOGIA

2.1. Ubicación geográfica

La Subgerencia de Desarrollo Económico y Medio Ambiente de la municipalidad distrital de Ocucaje, en coordinación con la oficina de Turismo de la municipalidad provincial de Ica, está promocionando las playas del distrito, así como los restos paleontológicos y otros atractivos de la zona. Esto indica que existe un interés en fomentar el turismo y dar a conocer los recursos naturales y culturales de la región.

Sin embargo, también se menciona un problema relacionado con la basura dejada por los bañistas que acampan en las playas, lo cual puede afectar la calidad del agua y el ambiente en general. Es importante considerar la contaminación causada por la basura puede tener un impacto negativo en la calidad de las aguas marinas y comprometer la salud de los ecosistemas acuáticos.

Se mencionaron las playas del Distrito de Ocucaje ubicadas en la zona costera, junto con sus coordenadas UTM. Las seis playas son las siguientes, playa Gallinazo, playa Botijuela, playa Media Luna, playa La Yerba, playa Punta Infiernillo y playa Punta Lomitas: Figura 4 y Figura 5.

- Playa Gallinazo: 396704E y 8392936N,
- Playa Botijuela: 398839E y 8390800N,
- Playa de Media Luna: 399921E y 8386441N,
- Playa La Yerba: 400527E y 8382986N,
- Playa Punta Infiernillos: 401365E 8379090N y

- Playa Punta Lomitas: 408496E 8373256N.

Figura 4. Playas ubicadas en el Distrito de Ocucaje, Ica

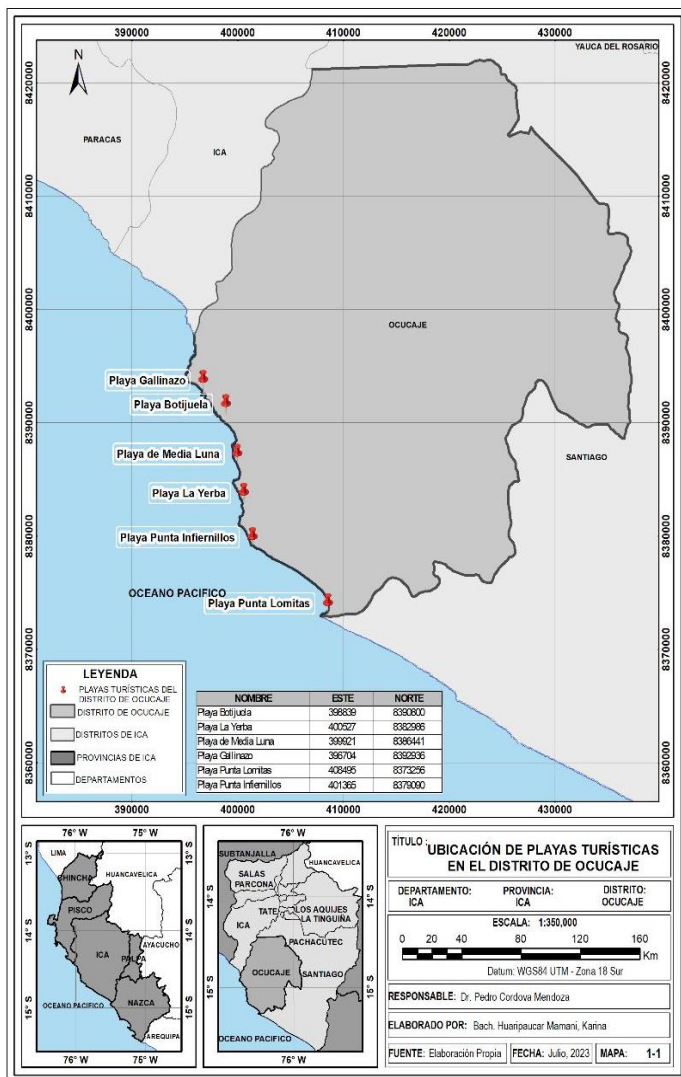
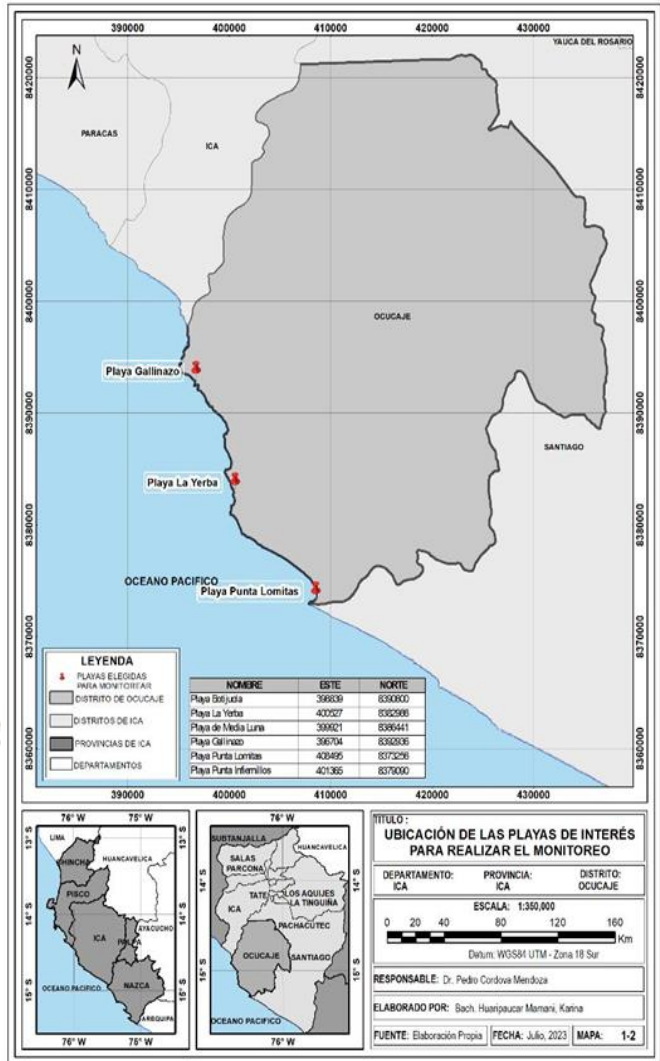


Figura 5. Playas, monitoreadas en la investigación. ubicadas en el Distrito de Ocucaje, Ica



2.2. Metodología de la investigación

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

Tipo de investigación

“Es aplicada, se aplicaron los conocimientos existentes para aplicar soluciones viables, observacional-prospectiva-longitudinal” [44].

El tipo de investigación realizado fue un estudio observacional, donde se tomó en cuenta la calidad de las aguas marinas turísticas de Ocucaje, prospectivo y longitudinal porque se han considerado dos repeticiones (febrero y marzo), con el objetivo acudir in situ al campo en la zona y tomar las muestras.

Se recolectaron datos utilizando una técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia y se recogieron las muestras, se consideró las condiciones meteorológicas. “Los datos recolectados se procesaron estadísticamente y se compararon con los estándares de calidad del agua marino costero por el D.S. N°004-2017-MINAM” [45].

Nivel de investigación

El enfoque descriptivo se emplea para recopilar y analizar información detallada, así como identificar posibles fuentes de contaminación.[44].

En conjunto, este trabajo de investigación busco proporcionar una evaluación detallada y una comprensión inicial de la calidad del agua las playas turísticas de Ocucaje. Si bien no se profundizo en análisis causales o predictivos, dejo sentada las bases para futuros estudios y la implementación de medidas de gestión ambiental más específicas y efectivas.

“Diseño de la investigación

Al enfoque cuantitativo, se utilizan técnicas de muestreo sistemático para obtener datos representativos de la calidad del agua en las playas de Ocucaje. Se toman muestras en diferentes puntos de muestreo y se analizan diversos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, como temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO5, coliformes fecales, entre otros. Estos datos cuantitativos permiten realizar análisis estadísticos y establecer comparaciones entre los valores obtenidos y los estándares de calidad establecidos.[44].

El diseño de investigación también puede incluir un enfoque longitudinal, tomando muestras y realizando mediciones en diferentes momentos a lo largo del tiempo para evaluar las variaciones estacionales en la calidad del agua y detectar posibles patrones o tendencia.

2.2.2. Universo, población y muestra

Universo

“En la presente investigación, el universo estuvo constituido por todos los posibles puntos o estaciones de muestreo existentes en el agua de mar”[44].

Población

La Población estuvo constituida por todos los puntos o estaciones de muestreo del agua de mar ubicados en la zona litoral del Distrito de Ocucaje.

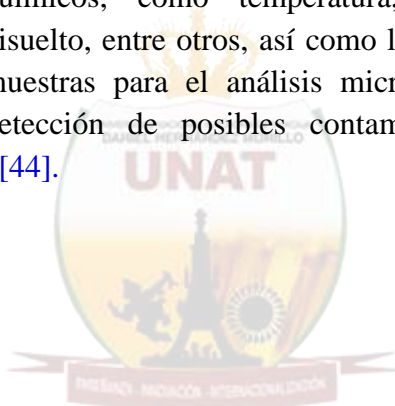
La consideración de la población en el estudio permitió obtener información sobre las necesidades, preocupaciones y actitudes de las personas en relación con la calidad del agua y las medidas de gestión necesarias. Esto puede ser útil para el desarrollo de políticas y acciones específicas dirigidas a la protección y conservación de las playas, así como para promover prácticas responsables por parte de la población en términos de manejo de residuos y cuidado del entorno marino.

Muestra

La muestra estuvo determinada, por 04 puntos o estaciones de muestreo seleccionadas de forma no probabilística, “pero siempre de acuerdo con las recomendaciones de la normativa peruana como es el Protocolo Nacional para el Monitoreo

de los Recursos Hídricos superficiales”[46]. De las estaciones se recogió información 1 vez por mes durante 2 meses. Los puntos de muestreo cumplieron con el estándar de representatividad, característica importante para este tipo de investigaciones.

Para la toma de muestras de agua marina, se tomó en cuenta el protocolo establecido que pudo incluir la medición de parámetros físico-químicos, como temperatura, pH, oxígeno disuelto, entre otros, así como la recolección de muestras para el análisis microbiológico y la detección de posibles contaminantes, Figura 6[44].



La investigación, su esencia y arte.

Figura 6. Muestra tomada a 30 metros del punto de monitoreo



ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

Nombre del Cliente:	DR. PEDRO CORDOVA MENDOZA
Proyecto de Exploración:	MONITOREO AMBIENTAL PLAYA PUNTA LOMITAS
Nombre de Punto:	CA - 01
Clase de Punto:	<input type="checkbox"/> R E = Emisor R = Receptor
Tipo de Muestra:	<input type="checkbox"/> L L = Líquida G = Gaseosa S = Sólida
UBICACIÓN	
Distrito:	OCUCAJE
Provincia:	ICA
Departamento:	ICA
Referencia:	PUNTO UBICADO A 250 MT APROX DEL HOS'PEDAJE FULL ADVENTUROUS SPIRIT.

COORDENADAS U.T.M.

Norte:	8373288	
Este:	0408576	
Altitud:	0	(Metros sobre el nivel del mar)
Zona:	18 L	
Datum:	WGS - 84	

La i



2.2.3. Técnicas de recolección de datos

Los parámetros fisicoquímicos se basarán en métodos y prácticas reconocidos en la literatura científica y normativas vigentes. Estos parámetros incluyen la temperatura del agua, el

pH, la salinidad, la conductividad eléctrica, la turbidez y la concentración de oxígeno disuelto, entre otros. A continuación, se describe un posible proceso para llevar a cabo estas mediciones:

Tabla 3. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio[47]

Tipo de variable	Variable	Unidad de medida	Método	Referencia
Fisicoquímicas	pH	Unidades	Electrométrico	APHA et al., (N°4500-H B)
	OD	mg/L	Membrana permeable	APHA et al., (N°5210 B)
	DBO ₅	mg/L	Incubación directa a 20°C por 5 días	APHA et al., (N°5210 B)
	Turbiedad	NTU	Nefelométrico	APHA et al., (N°2130-B)

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

- Preparación del equipo: Se garantiza que todos los instrumentos de medición, como termómetros, medidores de pH y conductímetros, estuvieron funcionando correctamente y calibrados según las especificaciones. Además, fue esencial contar con los reactivos y soluciones necesarios
- Identificación de los puntos de muestreo: Se localizó y accedió a los puntos de muestreo previamente establecidos en el diseño de la investigación.

- **Recolección de muestras:** Siguiendo el protocolo definido, se tomó muestras representativas del agua marina en cada punto de muestreo, asegurándose de recogerlas a una profundidad de 25-30 cm por debajo de la superficie.
- **Medición de parámetros fisicoquímicos:** Se empleó los instrumentos adecuados, proceder a medir los diversos parámetros fisicoquímicos en el campo. Registrar los valores obtenidos en un formato de registro o dispositivo electrónico.
- **Control de calidad:** Durante el proceso de medición, es importante llevar a cabo controles de calidad, como la toma de muestras duplicadas o mediciones en blanco, con el fin de garantizar la precisión y confiabilidad de los resultados
- **Registro y preservación de muestras:** Realizar un registro meticuloso de las muestras y asegurar su correcta conservación para mantener la integridad de los datos de los parámetros medidos.

Es de vital importancia seguir estos procedimientos con precisión y atención, cumpliendo con los estándares de seguridad y buenas prácticas al manejar los instrumentos y reactivos.

2.2.4. Instrumentos de recolección de datos

Materiales

- ✓ Envases de plástico y vidrio con capacidad de 1 litro, de color ámbar, destinados para la recolección de muestras.
- ✓ Probetas graduadas de 1000 ml y 100 ml, así como conos Imhoff, empleados para realizar mediciones volumétricas precisas[48].
- ✓ Cajas térmicas diseñadas para el transporte y conservación adecuada de las muestras a fin de preservar su integridad. Figura 7.

Figura 7. Transporte de las muestras



Fuente:

<https://www.youtube.com/watch?v=FI8Qq-m0Q34>

- ✓ Plumones indelebles y libretas de campo utilizados para etiquetar los envases de muestras y registrar observaciones importantes relacionadas con el proceso[48].

Tabla 4. Equipos de monitoreo

Características	Imagen
<p>“Medidor pH de mesa. Marca: Oakton. Modelo: ION 2700. Serie: 2720841”.</p>	
<p>“Turbidímetro de mesa. Marca: Hach Co. Modelo: TL 2300. Serie: 2018050C0209”.</p>	
<p>“Medidor multiparámetro. Marca: Hach Co. Modelo: HQ40d. Serie: 180300003690”.</p>	
<p>“Medidor oxígeno disuelto. Marca: WTW. Modelo: OXI 3210. Serie: 15111052”.</p>	

Es esencial destacar que se realizaron calibraciones y verificaciones periódicas de los instrumentos de acuerdo con los protocolos y recomendaciones del fabricante. Además, se siguieron procedimientos establecidos para asegurar la precisión y confiabilidad de los datos recopilados. Los muestreos puntuales se llevaron a cabo siguiendo las regulaciones vigentes en Perú, como se establece en la "Ley General del Ambiente" [49] y el "D.S. N°004-2007-MINAM" que aprueba Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establece Disposiciones Complementarias [50]. Estos marcos normativos garantizaron la conformidad con los estándares y procedimientos requeridos para la toma de muestras.

Métodos de análisis utilizados para parámetros fisicoquímicos

Los parámetros medidos en los puntos de monitoreo (PC-01, PC-02, PC-03) están descritos en la tabla 1. El laboratorio de análisis ambientales Envirotest S.A.C, acreditado por INACAL, llevó a cabo el análisis de las muestras ambientales de calidad del agua utilizando los métodos de ensayo establecidos en los respectivos informes de ensayos. Los métodos de ensayo empleados se encuentran detallados en la siguiente Tabla 4.

Tabla 5. Metodología empleada en el monitoreo de la calidad de agua

PARAMETRO	METODO DE ANALISIS EMPLEADO
ACEITES YGRASAS	OIL AND GREASE. LIQUID-LIQUID, 30.00 1 30.00 PARTITION-GRAVIMETRIC METHOD SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 5520 B,23 RD ED. 2017
DEMANDAQUIMICA DE OXIGENO	CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). CLOSED REFLUX, COLORIMETRIC METHOD SMEWW-APHA-AWWA- WEF PART 5220 D, 23 RD ED. 2017
DEMANDA BIOQUIMICA DEOXIGENO	BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND 40.00 3 120.00 (BOD). 5-DAY BOD TEST SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 5210 B, 23 RD ED. 2017
SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDO	SOLIDS. TOTAL, SUSPENDED SOLIDS 20.00 1 20.00 DRIED AT 103-105°C SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 2540 D, 23 RD ED. 2017
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	SOLIDS. TOTAL, DISSOLVED SOLIDS 20.00 3 60.00 DRIED AT 180°C SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 2540 C, 23 RD ED. 2017

A&B Consulting Group Perú E.I.R.L., 2023



2.2.5. Técnicas de procesamiento de datos

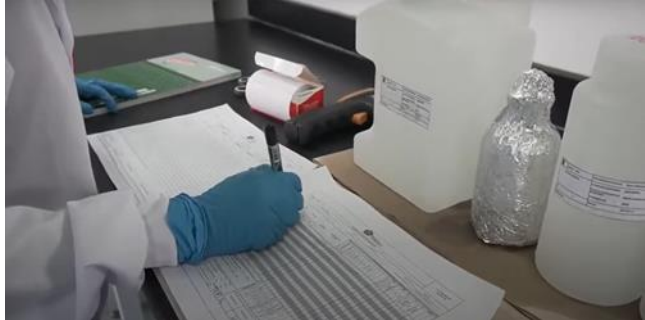
▪ **Procesamiento de datos y selección de muestras**

- ✓ *Procesamiento de las muestras para su análisis en el laboratorio acreditado INACAL y de campo:*

Se consideró para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos los puntos de monitoreo (PC-01, PC-02 y PC-03), ver Figura 5, con el fin de determinar la influencia de dichos parámetros sobre los resultados de calidad del agua del agua marina para la actividad turística de contacto primario en la zona de investigación, "D.S. N°004-2007-MINAM".

- ✓ *Selección de muestras para el análisis*
 - Aceites y grasas
 - Demanda química de oxígeno
 - Demanda bioquímica de oxígeno
 - Sólidos totales suspendidos
 - pH
 - Sólidos totales disueltos
 - Conductividad eléctrica
 - Temperatura
 - Oxígeno disuelto. Figura 9.

Figura 9. Las muestras son recibidas en el área de recepción del laboratorio junto con los registros de campo que las acompañan



2.2.6. Análisis e interpretación de datos

▪ Análisis de resultados

- ✓ Ponderación de la calidad del agua marina para uso recreativo
- ✓ Elaboración de la escala de calidad del agua marina enfocado a fines recreativos (ICAM_{RAP}).
- ✓ Obtención de curvas de calidad
- ✓ Ecuación para subíndice de calidad
- ✓ Ecuación para determinar el índice de calidad del agua marina para uso recreativo (ICAM_{RAP}) [15].

▪ Interpretación de datos

- ✓ Estadista de t-student

III. RESULTADOS

3.1. “Evaluar la efectividad del uso de drones como herramienta para la detección y control de la contaminación del agua marina en el litoral costero de Ica, con el propósito de mejorar las condiciones para la actividad turística de contacto primario”

El objetivo general de esta investigación es evaluar la efectividad del uso de drones como herramienta para la detección y control de la contaminación del agua marina en el litoral costero de Ica, con el propósito de mejorar las condiciones para la actividad turística de contacto primario.

El objetivo se centra en el papel de los drones que es una tecnología que ha permitido contribuir a la preservación de la calidad del agua marina en el litoral costero del distrito de Ocucaje, para actividades turísticas de contacto primario, como la natación y el buceo.

El uso de drones se planteó como una solución innovadora para monitorear y gestionar la contaminación del agua marina, permitiendo una detección más eficiente de fuentes de contaminación, cambios en la calidad del agua y la identificación de áreas críticas.

¿Son los drones una herramienta eficaz para la detección de la contaminación del agua marina?

Los drones autónomos se pueden usar para detectar contaminantes, medir la temperatura y la claridad del agua y monitorear el flujo y la profundidad del agua. Estos datos

son invaluable para comprender la salud de los ecosistemas acuáticos y se pueden utilizar para informar las decisiones sobre la gestión del agua.

Figura 10. Dron para la detección y control de la contaminación del agua marina



¿Qué tipos de contaminantes pueden detectar los drones?

Los drones se pueden usar para detectar y medir contaminantes en el agua, como petróleo, metales pesados y otros contaminantes. *En su esencia y arte.*

Al volar sobre cuerpos de agua, los drones pueden tomar imágenes de alta resolución y recopilar datos sobre la presencia de contaminantes.

Estos datos se pueden usar para identificar fuentes de contaminación e informar decisiones sobre cómo manejarlas mejor.

Figura 11. Dron que uso para detectar y medir contaminantes en el agua



¿Cuál es la precisión de los datos recopilados por los drones?

Teniendo en consideración la buena precisión de los drones se pueden usar para monitorear la calidad del agua natural y de los recursos hídricos en general en tiempo real. Esto permite una evaluación más precisa de la calidad del agua, así como la capacidad de responder rápidamente a cualquier cambio en la calidad del agua natural por condiciones antropogénicas.

Esto puede ser especialmente útil en áreas donde la calidad del agua natural es propensa a cambios rápidos, como cerca de sitios industriales o escorrentías agrícolas.

En general, el uso de drones para monitorear la calidad del agua ofrece una serie de ventajas sobre los métodos tradicionales.

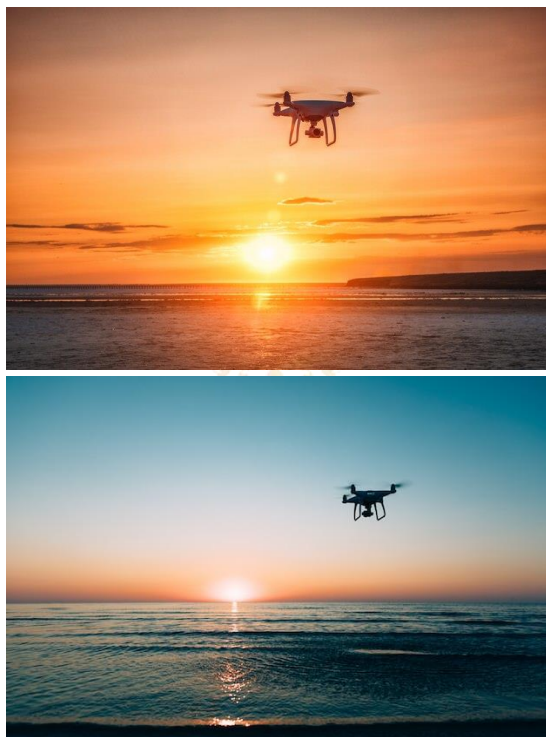
Este enfoque innovador permite una evaluación integral de la calidad del agua natural en una fracción del tiempo, así como la capacidad de acceder a áreas de difícil acceso y monitorear la calidad del agua en tiempo real.

Como tal, los drones se están convirtiendo en una herramienta cada vez más popular para monitorear la calidad del agua.

Los drones se pueden usar para monitorear la calidad del agua de varias maneras. Se pueden utilizar para medir la temperatura del agua, el pH, la turbidez y otros parámetros.

También se pueden utilizar para detectar contaminantes, como metales pesados, en el agua. Además, los drones se pueden usar para monitorear el flujo de agua y detectar cambios en los niveles del agua.

Figura 12. Precisión de los drones que se usan para monitorear la calidad del agua marina



La investigación, su esencia y arte.

Temperatura ambiente en la zona del litoral costero

Además, se ha realizado el monitoreo de campo en las zonas indicadas para la evaluación en el laboratorio acreditado de los parámetros fisicoquímicos del agua marina antes y después de la implementación de drones, así como la comparación de estos resultados con los estándares de calidad establecidos.

Figura 13. La temperatura máxima y mínima de los meses de Enero y Febrero en el distrito de Ocucaje en la ciudad de Ica Tabla 10.

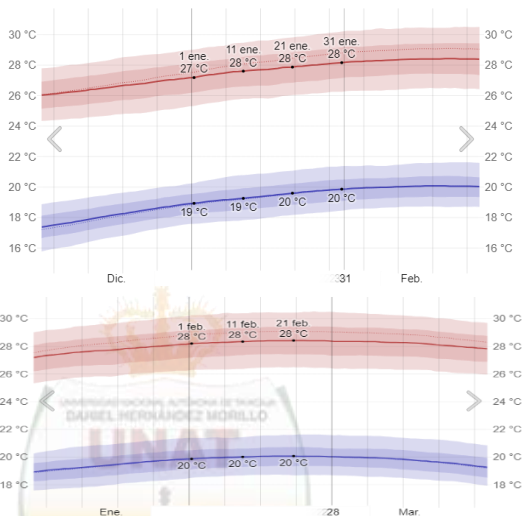


Tabla 6. Tabla de la, distrito de Ocucaje

Fecha	Temperatura ambiente (°C)
21/01/2023	28.2
11/02/2023	28.9

La toma de muestras en las playas bajo investigación se efectuó durante la mañana. Los resultados de los análisis fisicoquímicos llevados a cabo en el agua marina de la costa del distrito de Ocucaje se presentan a continuación en la Tabla 6 y la Tabla 7.

Tabla 7. “Datos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos” en las playas Gallinazo, Las Yervas y Punta Lomitas de fecha 21/01/2023

	Fechas		
	21/01/2023	21/01/2023	21/01/2023
	playa Gallinazo (AR-1)	playa La Yerba (AR-2)	Playa Punta Lomitas (AR-3)
pH	7.51	7.54	7.53
DBO ₅ (mg/L)	1.45	1.50	1.48
OD (mg/L)	6.01	6.00	6.00
Temperatura (°C)	28.4	28.2	28.2
Turbiedad	7.9	7.1	7.7

Tabla 8. “Datos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos” en las playas Gallinazo, Las Yervas y Punta Lomitas de fecha 11/02/2023

Características del muestreo	Fechas		
	11/02/2023	11/02/2023	11/02/2023
	playa Gallinazo	playa La Yerba	playa Punta Lomitas
pH	7.52	7.54	7.53
DBO ₅ (mg/L)	1.45	1.48	1.49
OD (mg/L)	6.02	6.01	6.01

Temperatura (°C)	28.9	28.9	28.8
Turbiedad	7.4	7.2	7.0

El propósito final de este objetivo es contribuir a la mejora de las condiciones para la actividad turística de contacto primario en las playas del litoral costero de Ica, promoviendo un entorno más saludable y seguro para los visitantes y minimizando los impactos negativos de la contaminación en la salud y el disfrute de los turistas. La evaluación de esta efectividad es esencial para determinar si los drones son una herramienta viable y eficaz en la gestión de la calidad del agua marina en beneficio del turismo en la región.

3.2. “Analizar la relación entre el índice de calidad del agua marina para uso recreativo y la afluencia de turistas en las playas turísticas de Ocucaje, Ica”

1. Se recolectaron muestras de agua de las playas en estudio para su análisis

Las muestras de aguas marinas se recolectaron en el período de enero en la zona costera de las aguas marinas del distrito de Ocucaje de las siguientes playas:

- *Playa Botijuela:* Es una playa de hermoso paisaje, caracterizada por sus extensas y suaves arenas, aguas cristalinas y un ambiente tranquilo y sereno.
- *Playa La Gramita:* Es una encantadora playa que destaca por su belleza natural y su entorno tranquilo.

- *Playa Punta Lomitas*. Esta playa es reconocida por su extensión de arena blanca y fina, así como por sus aguas tranquilas.

Las muestras fueron recolectadas a una distancia de alrededor de 10 a 15 metros desde la orilla, a una profundidad de 25 a 30 cm por debajo de la lámina superficial 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. [26].

- *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”.

2. “Ponderación para evaluar la calidad del agua marina y costero”

En el Perú, se han llevado a cabo diversas investigaciones enfocadas en la conservación de los ecosistemas marinos y costeros, así como en la evaluación ambiental, desarrollo de planes de manejo y otros estudios específicos. Sin embargo, estas investigaciones han sido realizadas de manera fragmentada, lo que ha resultado en una falta de

sistematización y actualización de la información disponible.

Cada variable dentro del ICAM tiene un factor de ponderación asignado, que refleja su importancia relativa en la evaluación general de la calidad del agua. Estos factores de ponderación se basan en la literatura científica y en consideraciones técnicas. Tabla 5.

Tabla 9. El ICAM utiliza variables con unidad de medida, métodos y factores de ponderación para evaluar la calidad del agua marina y costero[51].

Tipo de Variable	Parámetro	Método	Referencia	Unidad de medida	Ponderación
Fisicoquímicas	pH	Potenciométrico	APHA et al., 2012 (N°4500-H B)	Unidad	0,24
	DB05	Incubación directa a 20°C por 5 días	APHA et al., 2012 (N°5210 B)	mg/L	0,18
	OD	Membrana permeable	APHA et al., 2012 (N°4500-O G).	mg/L	0,21
	Temp.			°C	0,16
	Turbiedad	Turbiedad	APHA et al., NTU 1995 (N°2130-B)		0,14

3. “Elaboración de la escala de calidad del agua marina enfocado a fines recreativos (ICAM_{RAP})”.

Orosco-Miranda et al., se consideraron las escalas de calidad como puntos de referencia para transformar el resultado del índice en una evaluación cualitativa que representa la calidad del cuerpo de agua en cuestión. La Tabla 9, proporcionó esta información de manera que se pudiera asignar una categoría de calidad al cuerpo de agua analizado, lo que facilitó la interpretación de los resultados y permitió una evaluación cualitativa de su condición [15].

Tabla 10. Escala de valoración del ICAM [15]

Escala de Calidad	Color	Categorías	Posibles acciones a implementar
Óptima	Azul	100-90	Calidad excelente de agua
Adecuada	Verde	90-70	Calidad del agua satisfactoria
Aceptable	Amarillo	70-50	Calidad del agua aceptable, pero con algunas preocupaciones
Inadecuada	Naranja	50-25	Calidad del agua deficiente
Pésima	Rojo	25 - 0	calidad del agua muy pobre y altamente contaminada

4. Obtención de curvas de calidad

Con respecto a la gestión de las Curvas de Calidad, se aprovechó la experiencia de autores que habían desarrollado índices previamente con características similares. Esto implicó el uso de las curvas previamente diseñadas por esos autores. Además, se hizo uso de las curvas utilizadas actualmente en Colombia por parte de INVEMAR, la entidad que lleva a cabo la evaluación del Indicador de Calidad de Agua Marina con un

enfoque en la preservación de la flora y fauna marina. Para cada curva de calidad, se proporcionó la referencia correspondiente[15].

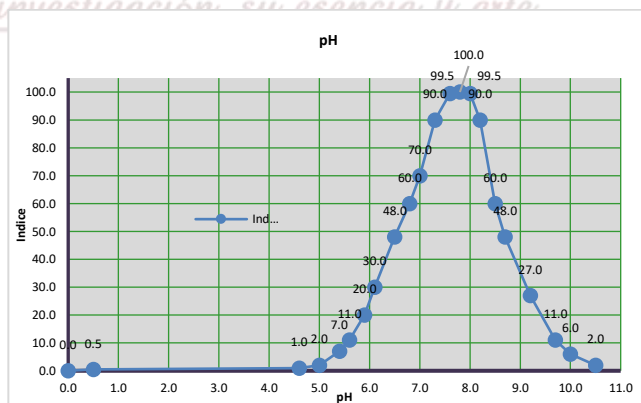
4.1. Curva de función de pH

Para aclarar, si las concentraciones son menores de 6 o mayores de 9 unidades, se considerará que la calidad del agua es pésima. Sin embargo, cuando los valores se encuentren dentro de ese rango previamente mencionado, se calculará el Subíndice haciendo uso de la curva correspondiente (ver Tabla 10)[52].

Tabla 11. Curva de función pH

Categorías	Índice	pH
Optima	90 - 100	7.5 - 8.5
Adecuada	70 - 90	7.0 - 7.5 = 7.8 - 8.3
Aceptable	50 - 70	6.5 - 7.0 = 8.0 - 8.5
Inadecuada	25 - 50	6.5 - 6.0 = 8.5 - 9.0
Pésima	0 - 25	< 6.0 ≥ 9.0

Figura 14. Categorías y escala de valoración para pH



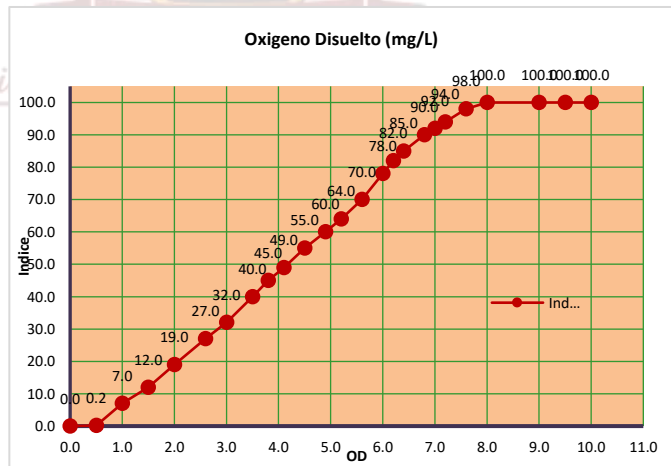
4.2. Curva de función de Oxígeno Disuelto

Para declarar, si las concentraciones son menores de 2,5 o mayores de 10 mg/L, se clasificará la calidad del agua como pésima. Sin embargo, cuando los valores se sitúen en el rango intermedio mencionado, se procederá a calcular el Subíndice utilizando la curva correspondiente (ver Tabla 11)[52].

Tabla 12. Curva de función Oxígeno Disuelto

Categorías	Índice	OD (mg/L)
Optima	90 - 100	7.0 - 10.0
Adecuada	70 - 90	6.0 - 7.0
Aceptable	50 - 70	4.0 - 6.0
Inadecuada	25 - 50	2.0 - 4.0
Pésima	0 - 25	0.0 - 2.0 > 10.0

Figura 15. Categorías y escala de valoración para OD



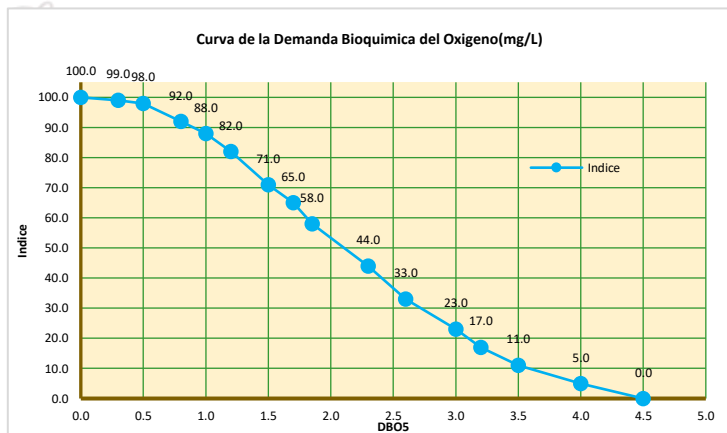
4.3. Curva de función de DBO5

Para declarar, si las concentraciones son mayores de 3 mg/L, se considerará que la calidad del agua es pésima. No obstante, cuando los valores sean menores a esta cifra, se realizará el cálculo del Subíndice utilizando la Curva correspondiente (ver Tabla 12) [52].

Tabla 13. Curva de función Demanda Bioquímica del Oxígeno

Categorías	Índice	DBO5 (mg/L)
Optima	90 - 100	0.0 - 1.0
Adecuada	70 - 90	1.0 - 1.5
Aceptable	50 - 70	1.5 - 2.0
Inadecuada	25 - 50	2.0 - 3.0
Pésima	0 - 25	□ 3.0

Figura 16. Categorías y escala de valoración para DBO5



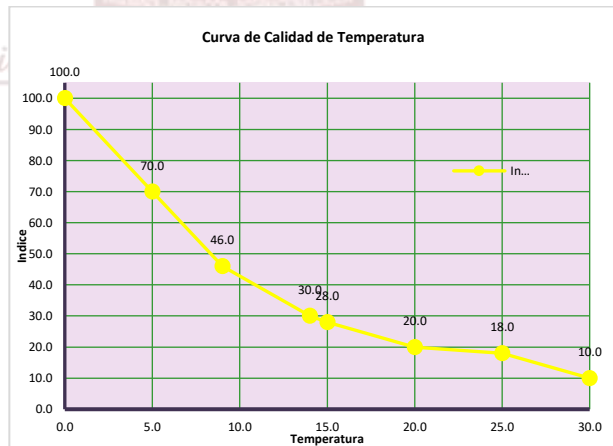
4.4. Curva de función Temperatura

Para declarar, si la temperatura del agua es mayor de 15°C, se considerará que la calidad es pésima. Sin embargo, si la temperatura es menor a 15°C, se calculará el Subíndice utilizando la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura del agua: $T_{amb} - T_{agua}$ (SNET, 2005), (ver Tabla 13)[51].

Tabla 14. Curva de función de temperatura

Categorías	Índice	Temperatura
Optima	90 - 100	0.0 - 1.0
Adecuada	70 - 90	1.0 - 5.5
Aceptable	50 - 70	5.5 - 8.5
Inadecuada	25 - 50	8.5 - 13.0
Pésima	0 - 25	□ □ □ □

Figura 17. Categorías y escala de Temperatura



4.5. Curva de función Turbiedad

Si la turbidez del agua es superior a 80 NTU, se considerará que la calidad es pésima. Sin embargo, si la turbidez es menor a 80 NTU, se calculará el Subíndice utilizando una curva específica (ver Tabla 14) [51].

Tabla 15. Curva de función de turbiedad

Categorías	Índice	Turbiedad
Optima	90 - 100	0.0 - 2.9
Adecuada	70 - 90	2.9 - 13.0
Aceptable	50 - 70	13.0 - 30.0
Inadecuada	25 - 50	30.0 - 66.0
Pésima	0 - 25	> 80.0

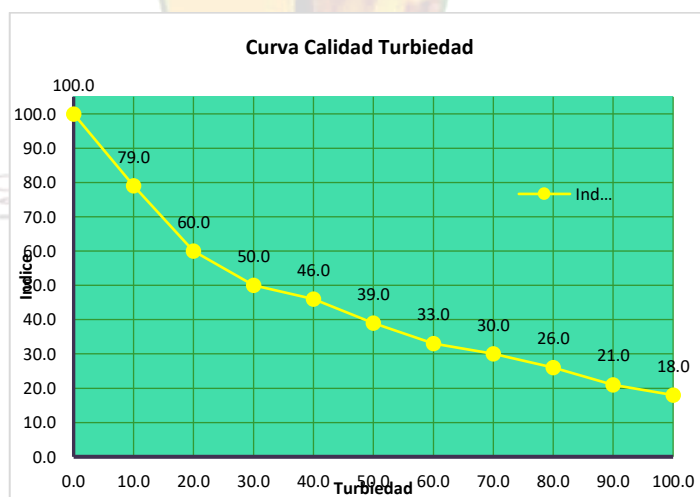


Figura 18. Categorías y escala de turbiedad

5. Ecuación para subíndice de calidad

A través de la revisión de la literatura especializada, se seleccionaron los parámetros utilizados en el índice de calidad de aguas marinas. Es importante destacar que este índice está diseñado y aplicado exclusivamente para evaluar la calidad de las aguas marinas, considerando los diferentes aspectos ambientales y biológicos relevantes[52], Tabla 10.

Tabla 16. Los subíndices de calidad del agua marina [51].

Variable	Ecuación para subíndice calidad
pH	$X_{pH} = 0.0149(pH)^6 - 0.2019(pH)^5 - 3.2287(pH)^4 + 568.84(pH)^2 + 1735.3(pH) - 1929$
OD	$X_{OD} = 0.0058(OD)^5 - 0.1548(OD)^4 + 1.2426(OD)^3 + 12.105(OD) - 0.4845$
DBO5	$X_{DBO5} = 0.0252(DBO5)^5 - 0.1176(DBO5)^4 + 4.7091(DBO5)^3 - 22.767(DBO5)^2 + 6.0583(DBO5) + 9$
Temperatura	$X_{Temp} = 0.000006(T)^6 - 0.0002(T)^5 + 0.0033(T)^4 - 0.7687(T)^2 - 0.6377(T) + 92.44$
Turbiedad	$X_{Turb} = 0.000001(Turb)^4 - 0.0004(Turb)^3 + 0.04(Turb)^2 + 2.5597(Turb) + 98.273$

El (ICAM) desarrollado para evaluar la calidad del agua en las playas de la región costera de Ica, se asignó el mismo peso relativo variado a cada parámetro considerado en la tabla 8.

6. 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 [51], [15].

$$ICAM = \left(\prod_{i=1}^n X_i^{W_i} \right)^{\frac{1}{\sum iW_i}}$$

..... (Ecu.1)

Donde:

$ICAM_{RAP}$ = Índice de calidad de agua marina enfocado a fines recreativos, actividades náuticas y pesqueras (R.A.P.).

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***[51].

$$ICAM_{RAP} = \left[(X_{pH})^{0.24} (X_{O.D.})^{0.21} (X_{DBO5})^{0.18} (X_{Temp})^{0.16} (X_{Turb})^{0.14} \right] \dots\dots\dots \text{(Ecu. 2)}$$

Donde:

$ICAM_{RAP}$ = Índice de calidad de agua marina enfocado a fines recreativos, actividades náuticas y pesqueras (R.A.P.).

X_{Ph} = Calidad del potencial de hidrogeno (pH)

$X_{O.D.}$ = Calidad del potencial de oxígeno disuelto

X_{DBO5} = Calidad de la demanda bioquímica de oxígeno al quinto día

$X_{Temp.}$ = Calidad de temperatura

$X_{Turb.}$ = Calidad de turbulencia

7. Función de agregación: Escala de calidad para variables del ICAM

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 17.

Tabla 17. Escala de calidad para variables del ICAM [51].

“Categoría de Calidad”	“Índice”	pH “(Und)”	OD “(mg/L)”	DBO “(mg/L)”	Turbie “(NTU)”
Óptima	100 - 90	8,5-7,5	10 - 7,0	0,0 – 1,0	0 - 2,
Adecuada	90 - 70	7,5 - 7,0	7,0 - 6,0	1,0 - 1,5	2,9 - 1
Aceptable	70 - 50	7,0 - 6,5	6,0 - 4,0	1,5 - 2,0	13 - 3
Inadecuada	50 - 25	6,5 - 6,0	4,0 - 2,0	2,0 - 3,0	30 - 6
Pésima	25 - 0	<6,0 - >9,0	2,5 - 0 - >10	> 3,0	>80

* “La Escala de calidad para la Temperatura manejada en el índice corresponde al diferencial entre temperatura ambiente y temperatura del agua ($T_{ambiente} - T_{agua}$)”[51].

Valoración del índice de calidad del agua marina de las playas Gallinazo, las Yervas y Punta Lomitas

La aplicación de la ecuación (2) del índice de calidad de agua marina (ICAM) en las playas monitoreadas, como la playa Gallinazo, playa La Yerba y 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 siete variables, como pH, DBO₅, OD, temperatura y turbidez, 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 18. Valoración de la calidad del fluido marino de las playas Gallinazo, La Yerba y Punta Lomitas de las fechas 21/01/2023 y 11/02/2023

Puntos Monitoreos	Distancia (m)	Profundidad (m)	pH	DBO₅	OD	ΔTemperatura (°C)
PC-1	15	0.3	7.51	1.45	6.01	5.5
PC-2	15	0.3	7.54	1.50	6.00	5.6
PC-3	15	0.3	7.53	1.48	6.00	5.4

PC-4	15	0.3	7.52	1.45	6.02	5.5
PC-5	15	0.3	7.54	1.48	6.01	5.5
PC.6	15	0.3	7.53	1.49	6.01	5.4

Se evaluó la naturaleza del fluido marino en las playas Gallinazo, La Yerba y Punta Lomitas en dos fechas, 21/01/2023 y 11/02/2023, utilizando el (ICAM). Los resultados obtenidos para cada uno de los seis puntos de monitoreo fueron los siguientes: PC-01=88.33, PC-02=88.32, PC-03=88.43, PC-04=88.15, PC-05=88.65 y PC-06=87.91.

Lo que confirma que la naturaleza del fluido marino-costero utilizada en las playas turísticas de Ocucaje, en la ciudad de Ica, se encuentra en la categoría adecuada para la calidad del agua satisfactoria, según la escala de calidad establecida ($70 < \mu$ (Categoría: Adecuada) ≤ 90). Los resultados obtenidos se presentaron en la Tabla 17, donde se evaluó la calidad del agua marina de las playas Gallinazo, La Yerba y Punta Lomitas en las fechas 21/01/2023 y 11/02/2023. Por lo tanto, se debe mantener una vigilancia permanente para prevenir posibles fuentes de contaminación o acciones que puedan impactar negativamente en la naturaleza del agua, y se recomienda crear conciencia en la sociedad sobre la importancia del cuidado del ambiente. Además, se observó que la calidad del agua marina en la zona costera del distrito de Ocucaje se encuentra dentro de los límites establecidos por el Decreto

Supremo N°004-2017-MINAM, lo que indica que la naturaleza del fluido en las playas de Ocucaje es satisfactoria.

8. Se analizó la relación entre el índice de calidad del agua marina para uso recreativo y la afluencia de turistas en las playas turísticas de Ocucaje, Ica

Tabla 19. ICAM_{RAP} vs afluencia de turistas

FEC HAS	Gallinazo		La yerba		Punta Lomitas	
	ICA M _{RAP}	Visit antes	ICA M _{RAP}	Visit antes	ICA M _{RAP}	Visit antes
21/01/ 2023	88.33	75	88.52	67	88.43	125
11/02/ 2023	88.15	86	88.65	72	87.91	145

La tabla proporciona información relevante sobre la calidad del agua marina en las playas de Ocucaje, Ica, evaluada a través del índice de calidad del agua marina para uso recreativo (ICAM) en dos fechas distintas, el 21 de enero de 2023 y el 11 de febrero de 2023. Además, se presenta el número de visitantes en cada una de las playas durante esos días.

En general, se puede observar que los valores de ICAM se mantienen en un rango alto en ambas fechas, indicando una buena calidad del agua marina en las playas de Ocucaje. Estos valores se encuentran en el rango de 87.91 a 88.65 en la fecha del 11 de febrero y de 88.15 a 88.65 en la fecha del 21 de enero. Dado que el ICAM utiliza una escala de 0 a 100, estos valores sugieren que la calidad del agua es satisfactoria, ya que se encuentra en la categoría adecuada ($70 < \text{ICAM} \leq 90$) según el estudio.

En cuanto al número de visitantes, se puede notar que varía significativamente entre las playas y las fechas. Por ejemplo, en la fecha del 11 de febrero, la playa Punta Lomitas registró la mayor cantidad de visitantes (145), mientras que la playa La Yerba tuvo el menor número de visitantes (72). Esto podría deberse a diferentes factores, como la ubicación de las playas y la temporada turística.

Por lo tanto, la tabla sugiere que la calidad del agua marina en las playas de Ocucaje es satisfactoria, según el ICAM, y que la afluencia de turistas varía entre las playas y las fechas. Esto proporciona información valiosa para comprender la relación entre la calidad del agua y el turismo en la zona costera de Ica.

IV. DICUSION DE RESULTADOS

4.1. La discusión de los resultados referente a la evaluación de la efectividad de los drones en la detección y control de la contaminación del agua marina en el litoral costero de Ica ofrece una visión integral de cómo esta tecnología puede ser una herramienta crucial en la protección del entorno marino. Investigaciones previas, como los monitoreos realizados por AB Consulting Group Peru, esto ha permitido respaldar la eficiencia de los drones en la detección temprana de posible contaminación de las aguas marina costeras en el distrito de Ocucaje y otros contaminantes que puedan existir en las aguas costeras, lo que sugiere su capacidad para contribuir a la preservación de la biodiversidad marina. Según *Andriolo*, en su estudio, investigó la distribución espacial y el tamaño de la macrobasura en las playas costeras a lo largo de la costa (80 metros), utilizando un sistema de mapeo basado en un dron (UAS) y una aplicación de SIG en dispositivos móviles. Observó que el porcentaje de plástico en la basura aumentó significativamente desde el 60 % en la zona costera hasta el 90 % en la zona más cercana a tierra. Por lo tanto, las botellas de plástico y las servilletas de papel se encontraban atrapadas entre la vegetación de la duna más cercana al mar[53].

Además, se ha evidenciado que la calidad del agua es un factor determinante para atraer turistas a las playas, según un artículo en "Tourism Management". Esta relación entre la calidad del agua y el turismo costero subraya la importancia de utilizar herramientas como los drones para

mantener un ambiente marino saludable, lo que, a su vez, puede impulsar la actividad turística de contacto primario en la zona de estudio.

Sin embargo, es crucial considerar las limitaciones en el uso de drones, como la autonomía de la batería, la capacitación de operadores y otros desafíos logísticos. Identificar estas limitaciones brinda un enfoque equilibrado a la discusión y destaca áreas que requieren atención adicional. Además, se pueden formular recomendaciones para investigaciones futuras y mejoras en la utilización de drones en la detección de la contaminación marina, basándose en estudios previos que han identificado áreas de desarrollo.

Por lo tanto, la evaluación de la efectividad de los drones en la protección de la calidad del agua marina y su influencia positiva en el turismo costero ha sido respaldada por investigaciones previas y ofrece un camino prometedor para la conservación del entorno marino y el fomento de la actividad turística en la zona de estudio. Las limitaciones y desafíos identificados proporcionan una visión más completa de esta tecnología, mientras que las recomendaciones para futuras investigaciones subrayan la relevancia continua de este campo de estudio.

- 4.2.** La discusión del resultado en relación con el análisis de la relación entre el índice de calidad del agua marina y la afluencia de turistas en las playas turísticas de Ocucaje, Ica, es fundamental para comprender la importancia de

mantener una alta calidad del agua para la actividad turística de contacto primario.

Los resultados indican que la calidad del agua, evaluada mediante el índice de calidad (ICAM), se mantiene en un nivel satisfactorio a lo largo de las playas de Ocucaje durante las fechas de muestreo. Los valores ICAM se mantienen dentro de la categoría "adecuada", según los estándares establecidos, lo que sugiere que la calidad del agua es apta para actividades recreativas en la costa.

Esta observación es respaldada por estudios previos que han destacado la importancia de la calidad del agua para el turismo costero. Según *Leal et al.*, la satisfacción de los turistas en las playas se relaciona directamente con la calidad del agua y su influencia en la experiencia de baño. Una mejor calidad del agua atrae a más turistas y mejora la percepción general de la playa.

La correlación entre el número de visitantes y los valores de ICAM puede interpretarse como una relación positiva. Los resultados muestran que, a medida que aumenta la calidad del agua, se incrementa la afluencia de turistas. Estos hallazgos son coherentes con los estudios de *Gonçalves et al.*, que destacaron la importancia de la calidad del agua en la toma de decisiones de los turistas para elegir destinos de playa.

Es importante señalar que estos resultados respaldan la hipótesis de que la calidad del agua marina tiene un impacto directo en las actividades recreativas en las playas turísticas de Ocucaje, Ica. La relación positiva entre la

calidad del agua y la afluencia de turistas enfatiza la necesidad de mantener y mejorar constantemente la calidad del agua en estas áreas, lo que, a su vez, contribuye al desarrollo sostenible del turismo costero.

Estos resultados tienen implicaciones importantes para la gestión del turismo en la región de Ica y subrayan la importancia de la conservación de la calidad del agua marina en las playas turísticas. El monitoreo continuo y las medidas de preservación son esenciales para garantizar la satisfacción de los turistas y promover la actividad turística de contacto primario en la región.



La investigación, su esencia y arte.

V. CONCLUSIONES

5.1. La evaluación de la efectividad del uso de drones como herramienta para detectar y controlar la contaminación del agua marina en el litoral costero de Ica ha proporcionado resultados significativos para la mejora de las condiciones en la actividad turística de contacto primario.

A través de la aplicación de esta tecnología, se ha logrado un monitoreo más eficiente y detallado de la calidad del agua marina, permitiendo una identificación temprana de posibles focos de contaminación. Esto contribuye a garantizar un ambiente más seguro y saludable para los turistas que disfrutan de las playas en la zona.

Los drones han demostrado que son una herramienta valiosa para la detección de factores contaminantes, lo que, a su vez, permitió tomar medidas preventivas y correctivas de manera oportuna.

La obtención de datos precisos sobre la calidad del agua ha llevado a una mayor conciencia y responsabilidad ambiental, tanto por parte de las autoridades como de los actores turísticos.

Además, la colaboración entre la tecnología de drones y el monitoreo tradicional ha fortalecido los esfuerzos para mantener la calidad de las aguas costeras dentro de los estándares de calidad ambiental.

En consecuencia, los hallazgos de esta investigación respaldan los resultados de que el uso de drones puede contribuir de manera significativa a la preservación y

mejora de la calidad del agua marina en el litoral costero de Ica.

Esto, a su vez, fomenta un entorno más atractivo y seguro para la actividad turística de contacto primario, beneficiando a la comunidad local y promoviendo un turismo sostenible en la región.

La integración de tecnologías como los drones en la gestión de la calidad del agua marina se presenta como una solución prometedora para la preservación de los recursos costeros y la promoción del turismo en la zona.

- 5.2.** Se concluye que el análisis sobre la relación entre el índice de calidad del agua marina y la afluencia de turistas en las playas turísticas de Ocucaje, Ica, se llegó a importantes conclusiones. Los datos muestran una correlación positiva entre la calidad del agua, evaluada a través del índice ICAM, y el número de visitantes a las playas.

Durante los dos días de muestreo, se observó que las playas con un índice de calidad más alto atrajeron a un mayor número de turistas. Esto implica que la calidad del agua marina es un factor crucial para el turismo en la región de Ocucaje.

Cuando la calidad del agua es alta, se genera una mayor atracción para los visitantes, lo que puede traducirse en un aumento de la afluencia turística.

Por otro lado, las playas con una calidad de agua inferior pueden experimentar una disminución en el número de turistas. Esta conclusión resalta la importancia de

mantener y mejorar la calidad del agua marina en las playas turísticas como estrategia para promover el turismo en la zona.

Además, subraya la necesidad de realizar un seguimiento constante de la calidad del agua y tomar medidas preventivas para evitar la contaminación.

En última instancia, estos hallazgos refuerzan la idea de que la protección y conservación de los ecosistemas costeros y la calidad del agua son fundamentales para el desarrollo sostenible de la industria turística en Ocucaje, beneficiando tanto a la economía local como al medio ambiente.



La investigación, su esencia y arte.

VI. RECOMENDACIONES

6.1. A partir de los hallazgos de esta investigación, se derivan una serie de recomendaciones fundamentales para optimizar la gestión de la calidad del agua marina en el litoral costero de Ica y, por ende, potenciar la actividad turística de contacto primario: En primer lugar, se sugiere la implementación de un programa de monitoreo continuo. Este programa debería combinar la utilización de drones y otras tecnologías de vanguardia con los métodos de monitoreo convencionales. Esto permitiría una detección temprana de problemas de contaminación y, en consecuencia, una respuesta más eficiente y oportuna ante situaciones críticas. Una segunda recomendación crucial se enfoca en fortalecer la regulación ambiental. Las autoridades competentes deben examinar y mejorar los reglamentos y los estándares de calidad del agua, asegurando así una mayor protección de los ecosistemas costeros y la salud de los visitantes. La aplicación de sanciones más severas para quienes infrinjan estas normativas es un componente importante de esta medida. La promoción de la conciencia ambiental es otra área clave. Iniciativas educativas y de sensibilización ambiental dirigidas tanto a la comunidad local como a los visitantes pueden tener un impacto significativo en la conservación de las playas y en la mejora de la calidad del agua marina. La conciencia ambiental es esencial para prevenir la contaminación. Es imperativo fomentar la colaboración. Las autoridades, los actores turísticos y la comunidad local deben cooperar estrechamente en la

preservación de las playas y la calidad del agua. Esto involucra la implementación de prácticas turísticas sostenibles y la identificación de posibles fuentes de contaminación. Por último, se recomienda continuar investigando.

La investigación en curso y futura debe seguir explorando nuevas tecnologías y enfoques para el monitoreo y la mejora de la calidad del agua marina. Mantenerse al tanto de los avances científicos y tecnológicos es esencial para garantizar un ambiente costero saludable y sostenible.

6.2. A partir del resultado obtenido en el análisis de la relación entre el índice de calidad del agua marina y la afluencia de turistas en las playas turísticas de Ocucaje, Ica, se pueden derivar las recomendaciones significativas para la gestión y promoción del turismo en la región.

En primer lugar, se sugiere que las autoridades locales y los actores de la industria turística utilicen la información proporcionada por el índice de calidad del agua marina como una herramienta para la toma de decisiones.

Esto incluye la planificación de actividades y la gestión de las playas en función de la calidad del agua, lo que garantizará una experiencia positiva para los visitantes. Además, se recomienda promover la sensibilización y la educación entre los turistas acerca de la importancia de la calidad del agua y la conservación de los ecosistemas marinos.

Esto puede lograrse a través de campañas informativas y la incorporación de mensajes de concienciación en las áreas turísticas. También se insta a las autoridades a

realizar un seguimiento constante de la calidad del agua y a mantener a los turistas informados sobre cualquier cambio o variación en la misma. La transparencia en la comunicación es esencial para construir la confianza de los visitantes y garantizar su seguridad y satisfacción.



La investigación, su esencia y arte.

VII. REFERENCIAS

- [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, *Anunual 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] D. Serrano Giné, Y. Pérez Albert, y C. Bonfill Cerveró, «The DIBA: a dynamic assessment tool for beach quality in protected areas», *Scottish Geogr. J.*, vol. 134, n.º 3-4, pp. 237-256, 2018, doi: 10.1080/14702541.2018.1489557.
- [6] V.-A. J.M. y S. M. Navarrete-Ramirez, *Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)*, Primera Ed. Santa Marta: Proyecto GRT/FM-11865-CO, 2014.

- [7] Libro, *Beach Management Principles & Practice*, First Edit. London: Earthscan publishes in association with the International Institute for Environment and Development, 2009.
- [8] O. Cervantes y I. Espejel, «Design of an integrated evaluation index for recreational beaches», *Ocean Coast. Manag.*, vol. 51, n.º 5, pp. 410-419, 2008, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2008.01.007.
- [9] N. Rangel-Buitrago, I. D. Correa, G. Anfuso, A. Ergin, y A. T. Williams, «Assessing and managing scenery of the Caribbean Coast of Colombia», *Tour. Manag.*, vol. 35, n.º 2013, pp. 41-58, 2013, doi: 10.1016/j.tourman.2012.05.008.
- [10] E. Pino V., «Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología», *Idesia (Arica)*, vol. 37, n.º 1, pp. 75-84, 2019, doi: 10.4067/s0718-34292019005000402.
- [11] 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.
- [12] 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 Biologicas del MOoreste S.C., 2010.
- [13] C. Polo Bravo y A. Pérez Cruz, «Construcción y caracterización de un destilador solar de una vertiente», *PPT*. PUCP, Lima, p. 18, 2020, doi: 10.33326/27066320.2020.4.981.

- [14] M. Estela Pérez, «Niveles de contaminación de las aguas residuales del Centro Poblado Huaca Blanca y su efecto en la calidad del agua del Río Chancay», Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- [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] R. A. Blanco Campo y J. R. Sierra Salcedo, «Calidad de las Aguas de las Playas del Sector Turístico de Cartagena de Indias, Norte de Colombia», Universidad Tecnológica de Bolívar, 2557.
- [17] B. Posada *et al.*, «Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia año 2012», *INVEVAR*, vol. 8, p. 170, 2012, [En línea]. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/IEARMC 2012_PDF.pdf.
- [18] IMARPE-IFOP-ONUUDI, «Manejo Integrado Gran Ecosistema Marino de la Corriente de HUMBOLDT», *Proyecto*. IMARPE-IFOP-ONUUDI, Peru, p. 22, 2002, [En línea]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://humboldt.iwlearn.org/es/informacion-y-publicacion/GEFMODULOIIIContaminacionySaludAmbientaVol2.pdf>.
- [19] C. Cardoso Jiménez, «Turismo Sostenible una revisión conceptual aplicada», *El Periplo Sustentable*, vol. unknown, n.º 11, pp. 5-21, 2006.
- [20] W. Ojeda-Bustamante, J. Flores-Velázquez, y R. E. Ontiveros-Capurata, *Uso y manejo de Drones con Aplicaciones al Sector Hídrico*, Primera Ed. Mexico:

- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), 2016.
- [21] B. M. D. Martínez, «Eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Celendin», Universidad Nacional de Cajamarca, 2016.
- [22] B. G. Gutiérrez Zapana, «Evaluación de la Calidad de Agua de Mar de Uso Recreativo, Riesgos Sanitarios y Análisis Microbiológicos de los Recursos Hidrobiológicos en el Litoral del Distrito de Mollendo», Universidad Nacional San Agustín, 2021.
- [23] G. A. Del Carpio Tejada, «Determinación de la capacidad de carga y uso sostenible de las playas del litoral del distrito de Mollendo, provincia de Ilay, Arequipa», *UNSA Investig.*, pp. 9-10, 2023, [En línea]. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/2924-2055060236-2023-01-09.pdf>.
- [24] Organización Mundial del Turismo, «Transformar el turismo midiendo su sostenibilidad Madrid», *Pag. Web*, 2022. <http://www.utntyh.com/wp-content/uploads/2011/09/INTRODUCCION-AL-TURISMO-OMT.pdf>.
- [25] R. Avila, *Turismo Sostenible*. Madrid - España: IPELA, 2002.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] S. Thomashausen, N. Maennling, y T. Mebratu-Tsegaye, «A comparative overview of legal frameworks governing water use and waste water discharge in the mining sector», *Resour. Policy*, vol. 55, n.º December 2017, pp. 143-151, 2018, doi: 10.1016/j.resourpol.2017.11.012.
- [29] A. F. Alvarado Reyes y J. A. Luna Fontalvo, «Caalidad Microbiologica del Agua de las Playas del Sector Turístico De Santa Marta, Caribe Colombia», en *Conference*, 2020, pp. 1-9, [En línea]. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/jsolano,+3926.pdf.
- [30] R. Blanco y J. Sierra, «Calidad de las Aguas de las Playas del Sextor Turistico de Cartagena de Indias, Norte de Colombia», Universidad Tecnologica d Bolivar, 2016.
- [31] R. Bobenrieth, *Contaminacion de Agua de Mar*. Roma: Informe referente a la Conferencia Técnica de la FAO sobre Contaminación de las Aguas del Mar y sus Efectos en lós Recursos Vivos y la Pesca, 1979.
- [32] Dirección de Protección Contra Riesgos Sanitarios, «Lineamientos Para Determinar la Calidad de Agua de Mar Para Uso Recreativo con Contacto Primario», *Salud*. California, p. 21, 2012, [En línea]. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/P 1- Lineamientos para determinar calidad del agua de mar.pdf.
- [33] J. M. Obón de Castro, *Análisis Microbiológico Del Agua*. Cartagena: Manual de Practicas de laboratorio de Microbiología, 2018.
- [34] M. E. Vara Licon, «Universidad Nacional De San

- Agustin De Arequipa Dedicatoria »:, Universidad Nacional San Agustin de Arequipa, 2016.
- [35] D. Maidment, *Handbook of Hydrology.pdf*. Texas: McGraw-Hill, INC, 1996.
- [36] G. García Morales, «Evaluación integral y estrategia de manejo de las playas recreativas de Guaymas y Empalme, Sonora, México», Centro de Investigaciones Biologicas del NoOeste, S.C., 2017.
- [37] 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.
- [38] E. F. Arellano Gamarra, «Nivel de Contaminacion Atmosferica por Material Particulado (PM0) y su composicion Metalica en el Area Urbana del distrito de Cusco», Universidad Nacional San Agustin de Arequipa, 2019.
- [39] 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.
- [40] 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.
- [41] J. Cabrera Fernández, «Aplicación de un modelo de dispersión atmosférica», Pontificia Universidad Catolica de Valparaiso, 2012.
- [42] L. Lima Huacho, «Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018», Universidad Continental, 2020.

- [43] 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>.
- [44] J. Supo, *Cómo escribir una tesis: Redacción del informe final de tesis*, Primera Ed. Lima - Perú: BIOESTADISTICO EIRL, 2015.
- [45] 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>.
- [46] ANA, *Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Lima - Perú: Ministerio de Agricultura y Riego, 2016.
- [47] & 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/iig/ea/article/view/23266/19195>.
- [48] M. Inca Alegría, «Percepción de la Calidad y Acceso del Consumo de Agua Segura en Familias de la Red de Tamburco – Abancay 2018», Universidad Cesar Vallejo, 2018.

- [49] N. 28611 Ley General del Ambiente, *LEY N° 28611. Ley General del Ambiente*. 2005, p. 45 Pag.
- [50] 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.
- [51] 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.
- [52] 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>.
- [53] U. Andriolo, G. Gonçalves, P. Sobral, y F. Bessa, «Spatial and size distribution of macro-litter on coastal dunes from drone images: A case study on the Atlantic coast», *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 169, n.º December 2020, p. 112490, 2021, doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112490.